

ANAIIS do



I Simpósio em Ciências Ambientais
do Norte de Mato Grosso

SICANM 2020

Editores:

Oscar Mitsuo Yamashita
Juliana Garlet
Marco Antonio Camillo de Carvalho
Adilson Pacheco de Souza
Evaldo Martins Pires



**Oscar Mitsuo Yamashita
Juliana Garlet
Marco Antonio Camillo de Carvalho
Adilson Pacheco de Souza
Evaldo Martins Pires**

**Anais do I Simpósio em Ciências Ambientais do Norte de
Mato Grosso (SICANM)**

1ª Edição

**Cuiabá-MT
Fundação Uniselva
2020**

© 2020 by Fundação UNISELVA / MT Ciência
Direitos de Edição reservados à Fundação UNISELVA.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, apropriada e estocada, por qualquer forma ou meio, sem autorização do detentor dos seus direitos de edição. O autor se responsabiliza por todas as informações contidas nesse documento.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Regional da UFMT-Sinop

Y19a Yamashita, Oscar Mitsuo et al.

Anais do I Simpósio em Ciências Ambientais do Norte de Mato Grosso (SICANM) /. 1ª edição. Cuiabá, MT: Editora Fundação UNISELVA, 2020. (Série Livros – MT Ciência.)

Livro eletrônico. Il. colorido.

ISBN 978-65-86743-28-9

1. Agroecossistemas Amazônicos 2. Biodiversidade 3. Produtos naturais 4. Recursos naturais.
I. Oscar Mitsuo Yamashita. II. Juliana Garlet. III. Marco Antonio Camillo de Carvalho. IV. Adilson Pacheco de Souza. V. Evaldo Martins Pires. VI. Título.

CDU 504

Bibliotecária: Carolina Alves Rabelo
CRB1/2238

Editoração e diagramação: Evaldo Martins Pires

Arte da capa: Evaldo Martins Pires

Contato

Fundação UNISELVA
Universidade Federal de Mato Grosso.

Pedidos

Livraria Virtual: www.mtciencia.com.br

CONSELHOS EDITORIAIS

Conselho Editorial do I Simpósio em Ciências Ambientais do Norte de Mato Grosso

PPGBioagro

Ana Aparecida Bandini Rossi

Ivone Vieira Da Silva

Juliana Garlet

Marco Antonio Camillo De Carvalho

Oscar Mitsuo Yamashita

Vinícius Augusto Morais

Ciências ambientais -UFMT

Janaína de Nadai Corassa

Marliton Rocha Barreto

Anderson Ferreira

Dênia Mendes de Sousa Valladão

Frederico Terra De Almeida

Marcos Antônio Soares

Milene Carvalho Bongiovani

Convidada externa

Caciara Gonzatto Maciel – Prof. UFMT

Comissão científica (distribuição dos trabalhos, conferência...)

Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida

Daniela Domícia da Silva

Juliana Garlet

Laiz Bruna Diniz da Silva

Conselho Editorial da Programa MT Ciência

Editor

Dr. Evaldo Martins Pires (UFMT)

Editores de Área:

Ciências Agrárias

Dr. Marco Antônio de Oliveira (UFV)

Dr. Marcus Alvarenga Soares (UFVJM)

Ciência Animal

Dr. Evaldo Martins Pires (UFMT)

Dr. Dalton Henrique Pereira (UFMT)

Ciências Biológicas

Dr. Leandro Denis Battirola (UFMT)

Dr. José Roberto Tavares (UFMT)

Dr. Domingos de Jesus Rodrigues (UFMT)

Ciências Exatas

Dr. Fábio Nascimento Fagundes (UFMT)

Ciências da Saúde

Dra. Regiane de Castro Zarelli Leitzke (UFMT)

Dr. Pacífica Pinheiro Cavalcante (UFMT)

Me. Camila da Silva Turini (UFMT)

Engenharias

Dra. Roberta Martins Nogueira (UFMT)

Dr. Rodrigo Sinaidi Zandonadi (UFMT)

Química

Dra. Dênia Mendes de Souza Valladão (UFMT)

Dr. Brenno Santos Leite (UFV)

Educação Infantil

Esp. Anelise Oliveira Tores Valle (SMEC/Sinop)

Me. Psicóloga Micheli Cátia Favaretto

(UNIC/Sinop)

Língua Portuguesa

Me. Rosana de Barros Varela (UNEMAT/Sinop)

EDITORES

Oscar Mitsuo Yamashita. Graduado em Agronomia (UEL). Mestre em Agricultura Tropical (UFMT). Doutor em Agricultura Tropical (UFMT). Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Campus Universitário de Alta Floresta.

Juliana Garler. Graduada em Engenharia Florestal (UFMS). Mestre em Engenharia Florestal (UFMS). Doutora em Engenharia Florestal (UFMS). Professora da Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Campus Universitário de Alta Floresta.

Marco Antonio Camillo de Carvalho. Graduado em Agronomia (UNESP/FEIS). Mestre em Agronomia (UNESP/FEIS). Doutor em Produção Vegetal (UNESP/FCAVJ). Pós Doutorado em Agronomia (UNESP/FEIS). Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Campus Universitário de Alta Floresta.

Adilson Pacheco de Souza. Graduado em Engenharia Agrícola (UFRRJ). Mestre em Irrigação e Drenagem (UNESP) Doutor em Agronomia (UNESP). Professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop.

Evaldo Martins Pires. Licenciado em Ciências Biológicas (FERP). Especialista em Gestão Educacional (UBM). Mestre e Doutor em Entomologia (UFV). *Visiting researcher* no *Department of Entomology* na *University of Minnesota* – USA. Professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop.

Sumário

AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS	1
ÁCIDO HÚMICO E <i>Bacillus subtilis</i> INTERFEREM NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE <i>Megathyrus maximus</i>	2
ÁCIDO HÚMICO E <i>Bacillus subtilis</i> NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>Urochloa ruzizensis</i>	6
ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO SOB PASTAGEM COM DIFERENTES TEMPO DE ABERTURA	12
AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE GRÃO-DE-BICO UTILIZANDO ÁCIDO HÚMICO E <i>AZOSPIRILUM</i> sp.	17
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO	21
AVALIAÇÃO DE EMISSÃO DE PLÂNTULAS DE GRÃO DE BICO COM O USO DE ÁCIDO HÚMICO E <i>Bacillus subtilis</i> ... 27	
<i>Bacillus subtilis</i> ATUANDO COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO DE <i>Megathyrus maximus</i>	32
CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO	36
CARACTERIZAÇÃO DA TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JUÍNA - MT.	40
CRESCIMENTO INICIAL DE QUATRO ESPÉCIES NATIVAS DA AMAZÔNIA PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	45
CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÕES DE BORO	49
DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA CARACTERÍSTICA DENDROMÉTRICA ALTURA DOMINANTE EM PLANTIOS DE <i>Eucalyptus grandis</i>	52
DEPENDÊNCIA ESPACIAL DO VOLUME DE MADEIRA PARA UMA ÁREA DE FLORESTA AMAZONICA	58
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>Urochloa ruzizensis</i> EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE <i>Azospirillum brasilense</i>	64
DINÂMICA DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO MUNICÍPIO DE TANGARÁ DA SERRA - MT	69
DOSES E FONTES DE Zn NANOMÉTRICO FOLIAR NA CULTURA DO MILHO	75
ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DO MILHO DE SEGUNDA SAFRA ATRAVÉS DO ALGORITMO SEBAL	80
INFLUÊNCIA DA SATURAÇÃO POR BASES NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PAU-PRETINHO	87
INFLUÊNCIA DO pH NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Senegalia pollyphila</i> (DC.) Britton Rose.....	92
PRODUÇÃO DE MASSA SECA E VERDE DE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA NO NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO	96
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith.	99
TRATAMETNO DE SEMENTES COM DOSES E FONTES DE Zn NANOMÉTRICO NA CULTURA DO MILHO	103
VARIABILIDADE DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NO MUNICÍPIO DE APIACÁS-MT	109
VARIABILIDADE DAS CHUVAS E TEMPERATURA NO MUNICÍPIO DE CARLINDA - MT	115
VARIABILIDADE TEMPORAL DA UMIDADE RELATIVA E TEMPERATURA DO AR EM GUARANTÃ DO NORTE-MT, BRASIL	121
BIODIVERSIDADE.....	126
A CONECTIVIDADE FUNCIONAL DE DISPERSÃO DO QUEIXADA (<i>Tayassu pecari</i>) EM MATRIZ DE AGRICULTURA POSSIBILITA INVASÕES DE LAVOURAS.	127
ADOLESCÊNCIA MARCADA: UM ESTUDO SOBRE ANÉIS ETÁRIOS EM JUVENIS DO PEIXE MATRINXÃ, RIO TELES PIRES-MT	133
ARTROPODOFAUNA EM DIFERENTES ESTRATOS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA CONSERVADO NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA-MT, BRASIL	139
CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DA ANATOMIA FOLIAR DE <i>Ochthocosmus barrae</i> Hallier f. (IXONANTHACEAE)	144
CARACTERIZAÇÃO HISTOQUÍMICA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE <i>Artemisia absinthium</i> L. (ASTERACEAE)	147
DESEMPENHO FOTOSSINTÉTICO DE MUDAS DE <i>Annona squamosa</i> L. SOB NÍVEIS CRESCENTES DE SOMBREAMENTO	152

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE <i>Octoblepharum albidum</i> Hedw. (CALYMPERACEAE) NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL	160
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE <i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott (ARACEAE): UMA ESPÉCIE ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL	165
DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA: O CASO DE <i>Annona mucosa</i> (Jacq.) Baill.	169
ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BESOUROS ROLA-BOSTAS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) DO NOROESTE MATOGROSSENSE	177
ESTUDO ANATÔMICO DE <i>Tovomita umbellata</i> Benth. EM FLORESTA ESTACIONAL PERENIFÓLIA NO ESTADO DE MATO GROSSO	183
PERCEPÇÃO DO QUE É CIÊNCIA PELOS INTEGRANTES DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA AMAZÔNIA MERIDIONAL/UNEMAT- AF	188
VARIABILIDADE GENÉTICA DE GENGIBRE POR MEIO DE DESCRITORES FENOTÍPICOS QUANTITATIVOS	195
VIABILIDADE DE SEMENTES DE <i>Hymenaea courbaril</i> L. PELO TESTE DE TETRAZÓLIO	201
PRODUTOS NATURAIS.....	207
ANÁLISE DO RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE LIMÃO-TAITI EM TANGARÁ DA SERRA/MT	208
COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS E INFLORESCÊNCIAS DO MANJERICÃO-DO-CAMPO NA REGIÃO DE TANGARÁ DA SERRA/MT	212
COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS VERDES E CASCAS FRESCAS DE FRUTOS DE LIMÃO-CRAVO, <i>Citrus limonia</i> OSBECK CULTIVADO EM TANGARÁ DA SERRA/MT	216
COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DE CASCAS FRESCAS E SECAS DA TANGERINA, <i>Citrus Reticulata</i> BLANCO CULTIVADA EM TANGARÁ DA SERRA/MT	220
DENSIDADE BÁSICA E DIMENSÕES DAS FIBRAS DE MADEIRA DE CEDRO AMAZONENSE (<i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke) (Ducke) E DE TAMARINDO (<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) (Gleason)	224
DENSIDADE BÁSICA E UMIDADE DAS MADEIRAS DE AMESCLA-AROEIRA E A SUCUPIRA-AMARELA.....	228
EFEITO DO PROCESSO DE SECAGEM SOBRE O RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE <i>Citrus reticulata</i> BLANCO CULTIVADA EM TANGARÁ DA SERRA/MT	233
EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE CANELA-VERDADEIRA, <i>Cinnamomum verum</i> J. Presl. (LAURACEAE) EM TANGARÁ DA SERRA/MT.....	237
ÓLEO ESSENCIAL DE FRUTOS DE <i>Hymenaea courbaril</i> L. (FABACEAE): UM COMPARATIVO ENTRE A CASCA DE FRUTOS VERDES E FRUTOS SECOS	241
ÓLEO ESSENCIAL DO SALGUEIRO-CHORÃO: UM COMPARATIVO DE RENDIMENTO ENTRE GALHOS E FOLHAS ...	245
RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO-BRANCO, <i>Ocimum americanum</i> L. NA REGIÃO DE TANGARÁ DA SERRA/MT	248
RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE PSEUDOCAULES DE AÇAFRÃO FRESCOS E SECOS EM TEMPERATURA AMBIENTE	252
RECURSOS NATURAIS	256
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ALOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE <i>Plectranthus amboinicus</i> (LOUR.)	257
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO NA BACIA DO RIO RENATO	261
CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS EM ALTA FLORESTA - MT	267
CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO DOS SOLOS DA BACIA DO RIO RENATO.....	272
DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA POR MEIO DE DESCRITORES FENOTÍPICOS FOLIARES	277
POTENCIAL TÓXICO E CITOTÓXICO DE EXTRATOS AQUOSOS DAS FOLHAS DE <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	281
TESTE DE GERMINAÇÃO EM SEMENTES DE <i>Schizolobium parahyba</i> COM USO DE MANIPUEIRA.....	287
TRATAMENTO DE EFLUENTE BOVINO DE LINHA VERMELHA UTILIZANDO COAGULANTE FÉRRICO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO	291
USO DO NDVI PARA AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES NA COBERTURA DO SOLO DA SUB-BACIA DO RIO CAIABI, MATO GROSSO	298
UTILIZAÇÃO DE MANIPUEIRA PARA TESTES DE PROPAGRAÇÃO VEGETATIVA DE <i>Passiflora edulis</i>	303
VIABILIDADE POLÍNICA DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO CULTIVADOS NO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO	306
Obras do Programa MT CIÊNCIA	311

Série Livros	311
Série Acadêmica	311
Série Tecnologia	311
Série Pequenos Cientistas	311
Série Melhor Idade	312
Série Ciência Divertida	312

Área:
AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

ÁCIDO HÚMICO E *Bacillus subtilis* INTERFEREM NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Megathyrsus maximus*

Edmar Santos Moreira¹, Oscar Mitsuo Yamashita², Marco Antonio Camillo de Carvalho², Esleine Camicheli Lopes³, Lucas Eduardo Batista da Cruz³, Lara Caroline Alves de Oliveira⁴.

¹Graduando do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Alta Floresta, MT.

²Graduando do Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Alta Floresta, MT.

^{1,2,3,4} Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Alta Floresta.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Megathyrsus maximus é uma das pastagens C₄ mais cultivadas para a pecuária em termos de produtividade de biomassa seca por hectare em ecossistemas tropicais, como o Brasil. Diante disto, o presente trabalho teve como intuito avaliar a influência de doses crescentes de ácido húmico em combinação com aplicação de bactérias *Bacillus subtilis* via tratamento de sementes, sob o desenvolvimento de plantas jovens de *Megathyrsus maximus*. Buscou-se verificar a dose ideal deste composto orgânico juntamente com a bactéria *Bacillus subtilis* visando incentivar o uso de tecnologias economicamente viáveis que possibilitem aumentar a produtividade. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2, com seis doses de ácido húmico (0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL de produto comercial a por 100 kg⁻¹ de sementes) e presença ou ausência de *B. subtilis*. A utilização dos recursos biológicos do solo deve ser considerada como alternativas de baixo custo para a melhoria no desenvolvimento de plantas. Tratando-se da combinação entre ácido húmico e *B. subtilis*, apenas a dose de 300 mL de ácido húmico aumentou o comprimento de parte aérea. Enquanto, as doses de 100, 400 e 500 mL de ácido húmico aplicadas isoladamente, proporcionaram incrementos no comprimento de parte aérea e massa fresca e seca de parte aérea de *M. maximus*, indicando que para as condições do presente estudo, o ácido húmico proporciona maior desenvolvimento de plantas.

Palavras-chave: Parte aérea; Agentes promotores; Recursos biológicos.

INTRODUÇÃO

As rizobactérias promotoras do crescimento de plantas habitam no solo e em diversas plantas cultivadas, em ambiente próximo à rizosfera. Benefícios para o crescimento das plantas e aumento da produtividade têm sido observados com aplicação de *Bacillus subtilis*, visto que, essa bactéria atua na síntese de hormônios vegetais, solubilização de fósforo e produção de sideróforos durante a colonização da rizosfera das plantas, aumento a produtividade da cultura (MUMTAZ et al., 2017). Além disso, compostos orgânicos como o ácido húmico atuam em diferentes níveis de organizações do corpo da planta e em várias etapas envolvidas na fisiologia vegetal, exercendo efeito sobre o crescimento e metabolismo das plantas, especialmente sobre o sistema radicular (BALDOTTO et al., 2014). Neste contexto, a combinação de rizobactérias com compostos orgânicos, como o ácido húmico, têm apresentado resultados interessantes no desenvolvimento inicial e também na proteção de espécies cultivadas contra patógenos (REDDY et al., 1999).

A sua possível interação com bactérias promotoras de crescimento como o *Bacillus subtilis*, têm se mostrado interessante e com resultados promissores em pesquisas iniciais com culturas graníferas como soja e milho (DOMINGUES et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2019). Além disso, o estímulo a tecnologias com o uso compostos orgânicos como o ácido húmico, liberados a partir da decomposição da matéria orgânica e de bactérias como o *B. subtilis*, tornam-se interessantes, especialmente pelo seu apelo ambiental e reduzido custo no processo produtivo (ARAÚJO, 2008).

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi estudar a germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas jovens de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) em função do tratamento das sementes com doses crescentes de ácido húmico e a sua interação com *Bacillus subtilis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta – MT.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2, constituídos pela combinação de cinco concentrações de ácido húmico a 18% (0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL para 100 kg de

sementes) com a presença e ausência do produto comercial Biobac®, à base de *Bacillus subtilis* (1¹⁰ mL para 100 kg de sementes), com 4 repetições.

Inicialmente, as sementes foram submetidas aos respectivos tratamentos e, em seguida, 50 sementes por repetição foram colocadas para germinar em caixas gerbox, contendo duas folhas de papel para germinação (tipo Germitest), umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. Posteriormente, foram colocados em sacos plásticos, e acondicionadas em câmara de germinação (BOD), a 27 °C com variação de ± 1°C, com fotoperíodo de 12 horas claro/escuro.

As avaliações foram realizadas no vigésimo oitavo dia, determinando-se: comprimento de parte aérea e massa seca de parte aérea; para isso, com ajuda de régua milimetrada, utilizou-se 10 plântulas coletadas aleatoriamente de cada repetição. Logo em seguida, as plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo kraft e levadas para estufa de secagem regulada a 65 °C, permanecendo por 72 horas. Após esse período, foram pesadas em balança de precisão (0,001g) para determinação da massa seca média de cada tratamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias do fator qualitativo (inoculante), comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade, e para o quantitativo (doses de ácido húmico) foi realizado o estudo de regressão polinomial, com uso do software Sisvar® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na tabela 1 que os valores médios do comprimento da parte aérea das plântulas da forrageira *Megathyrsus maximus* inoculadas com *Bacillus subtilis* e tratadas com doses crescentes de ácido húmico promoveram resultados diversos, em que em algumas doses reduzidas do composto orgânico promoveram o incremento desta variável e as maiores doses não aumentaram o comprimento das plântulas avaliadas. Neste sentido, é possível inferir que esta variável não seja a mais apropriada para verificação do efeito potencial destes dois tratamentos. Resultados de outras pesquisas como as citadas por Oliveira et al. (2019) com ambos os tratamentos também verificaram em milho que algumas variáveis apresentavam resultados pouco consistentes. Isso se deve à possíveis interferências externas que, por menores que sejam, podem provocar alterações que resultam em médias significativamente diferentes entre os tratamentos, tais como a alteração do pH do meio ou menor teor de água disponível no substrato dentro da própria repetição avaliada.

Tabela 1- Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de *Megathyrsus maximus* sob aplicação de doses crescentes de ácido húmico, com a presença ou ausência de *Bacillus subtilis*

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)					
	0	100	200	300	400	500
	Comprimento da parte aérea (cm)					
Com	3,55 a	2,94 b	3,56 a	5,35 a	3,27 b	3,57 b
Sem	4,20 a	5,28 a	4,02 a	3,17 b	5,01 a	5,06 a
Valor de F	Reg. Linear = 0,20 ns		Reg. Quad. = 0,92 ns			
	Reg. Linear = 4,19*		Reg. Quad. = 1,58 ns			
CV(%) = 16,83						

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Na avaliação da massa fresca da parte aérea, observa-se que houve incremento das médias coletadas para o tratamento nas doses crescentes de ácido húmico na ausência de *B. subtilis*, especialmente nas duas maiores concentrações (Tabela 2). Esta é uma importante vantagem para o desenvolvimento inicial desta espécie que permite, entre outras situações, a capacidade desta em se tornar autotrófica mais rapidamente, dando-lhe condições de competir com outras plantas e ocupar a área de maneira mais rapidamente.

Tabela 2 – Massa fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de *Megathyrsus maximus* sob aplicação de doses crescentes de ácido húmico, com a presença ou ausência de *Bacillus subtilis*

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)					
	0	100	200	300	400	500
	Massa Fresca da Parte Aérea (mg)					
Com	73,1 a	46,9 b	61,3 a	80,5 a	56,0 b	69,9 b
Sem	70,9 a	89,4 a	71,1 a	70,7 a	83,3 a	90,8 a
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 0,24 ns			Reg. Quad. = 0,46 ns		
SEM	Reg. Linear = 2,09 ns			Reg. Quad. = 1,24 ns		
CV(%) = 20,61						

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Quanto à massa seca da parte aérea, cujas médias são apresentadas na Tabela 3, verifica-se um grande acúmulo desta à medida que as doses de ácido húmico são aumentadas, entretanto, repetindo-se os resultados verificados nas variáveis anteriores, a ausência do *B. subtilis* promoveu melhor condição para as plântulas. A promoção do desenvolvimento inicial de plantas ocasionada pelo tratamento com *B. subtilis*, possivelmente se deve ao aumento solubilização de nutrientes, da maior fixação biológica de nitrogênio, à síntese de diversos fito hormônios e também à melhoria das condições do solo. Entretanto as pesquisas são contundentes em afirmar que essa associação benéfica proporciona um aumento fisiológico de metabolitos que vão desencadear maior sensibilidade do sistema radicular ao desenvolvimento (MUMTAZ et al., 2017). Dessa maneira, os melhores incrementos podem ser verificados em variáveis relacionadas às raízes das plantas tratadas.

Tabela 3 – Massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas da forrageira *Megathyrsus maximus* sob aplicação de doses crescentes de ácido húmico, com a presença ou ausência de *Bacillus subtilis*

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)					
	0	100	200	300	400	500
	Massa Seca da Parte Aérea (mg)					
Com	5,3 a	4,5 b	4,1 a	70,5 a	38,7 b	100,7 a
Sem	4,6 a	8,1 a	4,9 a	43,0 b	68,2 a	115,7 a
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 16,41**			Reg. Quad. = 12,28**		
SEM	Reg. Linear = 23,89**			Reg. Quad. = 18,09**		
CV (%) = 23,53						

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Assim, verifica-se que, neste trabalho, onde foi agrupado apenas variáveis da parte aérea, que o incremento do ácido húmico foi mais pronunciado na ausência do microrganismo. Pesquisas mais aprofundadas e que selecionem variáveis mais diretamente relacionadas ao mecanismo fisiológico dos metabólitos produzidos pelo sistema radicular devem ser estudados para as forrageiras, especialmente esta que foi avaliada.

CONCLUSÃO

O tratamento das sementes com ácido húmico e na ausência de *Bacillus subtilis* promovem maior desenvolvimento de variáveis relacionadas ao desenvolvimento da parte aérea de capim Mombaça.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à equipe do Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC (CNPq) pela bolsa do primeiro autor e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela bolsa de iniciação científica do segundo autor.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. Ciência e Agrotecnologia, n° 32, v.2, p.456-462. 2008.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos Húmicos. Revista Ceres, v. 61, n. 1, p. 856- 881, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 1992. 365p.

PAZ, I.C. et al. *Eucalyptus* growth promotion by endophytic *Bacillus* spp. Genetic and Molecular Research, v.11, n.4, p. 3711-3720, 2012.

OLIVEIRA, L. C. et al. Doses de ácido húmico e *Bacillus subtilis* NA germinação e vigor de sementes de milho. In: Anais do II Congresso Online para Aumento de Produtividade do Milho e Soja (COMSOJA). Anais...Santa Maria (RS) Mais Soja, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/comsoja/173138-DOSES-DE-ACIDO-HUMICO-E-BACILLUS-SUBTILIS-NA-GERMINACAO-E--VIGOR-DE-SEMENTES-DE-MILHO>>. Acesso em: 05/11/2020.

MUMTAZ, M. Z. et al. Zinc solubilizing *Bacillus* spp. potential candidates for biofortification in maize. Microbiological Research, v. 202, n. 1, p. 51-60, Sept. 2017.

ÁCIDO HÚMICO E *Bacillus subtilis* NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Urochloa ruziziensis*

Lucas Eduardo Batista da Cruz¹, Marco Antônio Camillo de Carvalho⁴ Oscar Mitsuo Yamashita⁴, Samiele Camargo de Oliveira Domingues³, Dener Tesk¹, Grazielle Cieslinski Gonçalves²

¹Graduando do Curso de Agronomia, UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil.
Email:lucaseduardoaf7@gmail.com.

² Mestranda do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, UNEMAT. Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil.

³ Doutoranda em Ecologia, UNEMAT, Campus Universitário de Nova Xavantina, MT, Brasil.

⁴ Doutor do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

A utilização de microorganismos tem crescido na produção de plantas, sua principal contribuição, é a disponibilidade de nutrientes pela inoculação em sementes, permitem melhor desenvolvimento de forrageiras, com ganhos expressivos de produção de matéria de baixo custo. O presente trabalho tem como objetivo verificar o efeito da aplicação de ácido húmico e *Bacillus subtilis* na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de *Urochloa ruziziensis*. Na execução do projeto foram avaliadas as seguintes variáveis: % de germinação das sementes, índice de velocidade de germinação, % de plântulas normais, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, massa seca e fresca de parte aérea e raiz das plântulas produzidas. Nas doses de ácido húmico de forma isolada para massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa fresca radicular, massa seca radicular tornando maiores acúmulos nas variáveis. Desta forma, a regressão quadrática foi adequada para explicar o fenômeno biológico ocorrido. Quanto às doses testadas de ácido húmico adicionado ao *Bacillus subtilis*, para as variáveis morfológicas, as doses entre 400 e 600 mL do produto comercial proporcionaram acréscimos significativos tanto no comprimento da raiz como no comprimento da parte aérea. Conclui-se que a inoculação dos microorganismos *Bacillus subtilis*, promovem incremento nas plântulas da forrageira *Urochloa ruziziensis*, sendo uma ferramenta alternativa e viável ao seu uso.

Palavras-chave: Rizobacterias, Microrganismos, Produção

INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) são importantes forrageiras de regiões tropicais, como a África, Ásia, Austrália e América do Sul. Segundo Ferraz (2003), no Brasil há aproximadamente 95 milhões de hectares cultivados com espécies desse gênero. No Brasil no ano de 2018, as pastagens ocupavam 13% do território nacional, sendo a maioria em estado de algum tipo de degradação (EMBRAPA, 2018).

O uso de plantas de cobertura é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial, pela decomposição dos seus resíduos (DUDA et al., 2003). Neste sentido vem se destacando o capim *Urochloa ruziziensis*.

Com o objetivo de aumentar a produção de matéria seca, têm se exigido cada vez mais das plantas forrageiras. E estas, por conseguinte, se tornaram mais produtivas, mas necessitam cada vez mais de tratamentos e práticas que possibilitam suprir as suas exigências. Os métodos são aprimorados, onde a utilização dos promotores de crescimento, permite maior desenvolvimento das plântulas, possibilitando o crescimento e competitividade das plantas com maior vigor em relação as não utilizadas (NOMURA et al, 2019). Esse procedimento é comumente realizado em espécies leguminosas ou outras graníferas. Entretanto, para forrageiras, ainda demanda mais estudos. Outra prática que está possibilitando o aumento da produção das espécies anteriormente citadas são os compostos orgânicos, ou seja, compostos de complexos formados por carbono, centrados na matéria orgânica humificada e após a os processos, formam materiais conhecidos como húmus. Estas são substâncias que, juntamente com outros componentes, estão ligados à solução do solo. O ácido húmico possui capacidade de retenção de nutrientes a partir de reações químicas e bioquímicas, transportando cátions em reações metabólicas nas plantas, melhorando o desenvolvimento destas (BENETTI et al., 2018).

O presente trabalho teve como objetivo, verificar o efeito de diferentes concentrações de ácido húmico em interação com *Bacillus subtilis*, na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de *Urochloa ruziziensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta – MT, com o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes do ácido húmico associado a *Bacillus subtilis*, em sementes de *Urochloa ruziziensis*. As sementes da forrageira atingiu 96% de germinação, testada previamente conforme Brasil (2009).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2, com os tratamentos constituídos pela combinação de seis concentrações de ácido húmico (18% v.v.⁻¹) (0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL por 100 kg de sementes) associada ou não com *Bacillus subtilis* (1.000 mL para 100 kg de sementes). Como fonte desta bactéria, utilizou-se o produto comercial Biobac®.

Para a realização da pesquisa foram confeccionados rolos de papel para germinação (tipo Germitest), sendo dispostas 50 sementes em cada repetição, com 4 repetições por tratamento. As sementes, após receberem os respectivos tratamentos, foram distribuídas sobre duas folhas de papel Germitest, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, sobreposto com uma terceira folha e, logo após, confeccionados em formas de rolos. Após esse processo, os rolos foram colocados em saquinhos plásticos para evitar excessivo ressecamento, e levados para germinar em câmara de germinação (BOD) a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas claro/escuro.

A avaliação foi realizada no vigésimo primeiro dia e, para isso utilizou-se 10 plântulas coletadas aleatoriamente para cada repetição, sendo mensurado o comprimento da raiz e da parte aérea com ajuda de régua milimetrada. Logo em seguida, as plântulas foram colocadas em sacos de papel kraft e levadas para estufa de secagem regulada a 65 °C, permanecendo por 5 dias. Após esse período, foram pesadas em balança de precisão (0,001g) para determinação da massa seca média de cada tratamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias do fator qualitativo (inoculante), comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade e para o quantitativo (doses de ácido húmico) foi realizado o estudo de regressão polinomial, com uso do software Sisvar® (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados indicam que houve efeito significativo ($p < 0,05$) isoladamente para as variáveis de massa seca da raiz (MSR) e plântulas normais (PN), porém não foi verificada interação do produto *Bacillus subtilis* (Bc) com as doses crescentes de ácido húmico (Tabela 1).

A não aplicação de *Bacillus subtilis* favoreceu tanto valores médios de massa seca de raiz como da porcentagem de plântulas normais (Tabela 1). Esses resultados demonstram que a ausência desse microorganismo nestas condições foi a que permitiu melhores condições para estas duas variáveis no desenvolvimento inicial das plantas desta forrageira.

Tabela 1 - Peso da massa seca da raiz e porcentagem de plântulas normais inoculados via tratamento de sementes da forrageira *Urochoa ruzisiensis*.

<i>Bacillus subtilis</i> (B)	Massa Seca de Raiz	Plântulas Normais
	(mg)	(%)
Com	4,25 b	38,07 b
Sem	5,35 a	47,21 a
Valor de F	7,73**	11,99**
DMS Tukey (5%)	0,80	5,32
Doses de Ácido húmico (AH)		
0	6,62	34,7
100	4,37	40,5
200	5,25	43,5
300	5,12	39,0
400	5,87	44,2
500	2,25	46,0
600	4,12	50,5
Valor de F	7,16**	2,14 ns
Reg. Linear	15,93**	---
Reg. Quadr.	0,00 ns	---
Interação B x AH		
Valor de F	2,02 ns	0,65 ns
CV (%)	31,02	23,16

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Dentre os gêneros de rizobactérias que se destacam na FBN, o *Bacillus subtilis* é uma das mais importantes. Trata-se de uma bactéria habitante natural do solo, que produz antibióticos, enzimas e fitohormônios que proporcionam benefícios para as plantas (ARAÚJO, 2008).

Quanto a interação entre os fatores *B. subtilis* e doses crescente de ácido húmico para a variável massa fresca de parte aérea, houve significância ($p < 0,05$). Desta forma, a dose que apresentou maiores quantidades de massa verde da parte aérea foi a partir de 500mL (Tabela 2).

Tabela 2 - Desdobramento da interação significativa entre concentrações de ácido húmico (AH) associado ou não com *Bacillus subtilis* (Bc) aplicadas via tratamento de sementes para o peso de matéria de massa fresca da parte aérea (mg).

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Massa Fresca da Parte Aérea (mg)						
Com	142 b	152 a	55 b	160 a	132 a	110 a	192 a
Sem	270 a	112 a	130 a	165 a	162 a	50 b	95 b
Valor de F	Reg. Linear = 2,67 ns			Reg. Quad. = 8,99**			
SEM	Reg. Linear = 50,2**			Reg. Quad. = 4,15*			
CV (%) = 23,89							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Na avaliação da massa fresca da raiz verifica-se um incremento nas doses crescentes de ácido húmico com a presença de *B. subtilis*, sendo que a dose de 500mL proporcionou incremento em (mg) de massa fresca da raiz com aumento de 400% na produção de matéria observados na (Tabela 3).

Tabela 3 - Desdobramento da interação significativa entre concentrações de ácido húmico (AH) associado ou não com *Bacillus subtilis* (Bc) aplicadas via tratamento de sementes para o peso de matéria de massa fresca de raiz (mg).

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Massa Fresca de Raiz (mg)						
Com	37,5 a	22,5 a	35,0 a	20,0 a	35,0 a	50,0 a	20,0 a
Sem	35,0 a	30,0 a	27,5 a	30,0 a	20,0 a	12,5 b	15,0 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 0,01ns			Reg. Quad. = 0,02 ns			
SEM	Reg. Linear = 11,9**			Reg. Quad. = 0,06 ns			
CV (%) = 40,3							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Em relação à matéria seca da parte aérea o *Bacillus subtilis*, ao se analisar os dados, verificou-se que houve diferença significativa para a dose de ácido húmico de 600 mL proporcionando acúmulo dessa variável (Tabela 4).

Tabela 4 - Desdobramento da interação significativa entre concentrações de ácido húmico (AH) associado ou não com *Bacillus subtilis* (Bc) aplicadas via tratamento de sementes para o peso de matéria de massa seca da parte aérea (mg).

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Massa Seca da Parte Aérea (mg)						
Com	11,5 b	12,2 a	13,0 a	13,5 a	13,7 a	9,0 a	23,0 a
Sem	30,7 a	9,2 a	12,5 a	17,5 a	11,5 a	10,0 a	12,0 b
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 7,33*			Reg. Quad. = 4,33*			
SEM	Reg. Linear = 27,5**			Reg. Quad. = 15,2**			
CV (%) = 28,15							

A análise de comprimento da parte aérea da planta forrageira, indicou um maior desenvolvimento das plantas com a realização do tratamento de co-inoculação com *Bacillus subtilis*, foram promissores nas doses de 500 mL enquanto os demais tratamentos não diferiram significativamente do controle (Tabela 5).

Tabela 5 - Desdobramento da interação significativa entre concentrações de ácido húmico (AH) associado ou não com *Bacillus subtilis* (Bc) aplicadas via tratamento de sementes para o comprimento da parte aérea (cm).

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Comprimento da Parte Aérea (cm)						
Com	7,00 b	5,63 a	5,36 a	6,29 a	5,02 b	6,71 a	7,74 a
Sem	8,85 a	5,68 a	6,28 a	6,76 a	6,44 a	4,67 b	7,87 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 2,84 ns			Reg. Quad. = 17,5**			
SEM	Reg. Linear = 4,08 ns			Reg. Quad. = 19,68**			
CV(%) = 14,02							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Quanto às doses testadas de ácido húmico adicionado ao *Bacillus subtilis*, para as variáveis morfológicas, as doses de 500 mL do produto comercial, proporcionaram maior desenvolvimento radicular nas respectivas doses, sendo significativos no comprimento da raiz (Tabela 6).

Tabela 6- Desdobramento da interação significativa entre concentrações de ácido húmico (AH) associado ou não com *Bacillus subtilis* (Bc) aplicadas via tratamento de sementes para o comprimento da raiz (cm).

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Comprimento Raiz (cm)						
Com	5,26 a	4,01 a	4,11 a	3,91 a	3,32 a	5,99 a	4,46 a
Sem	7,29 a	4,64 a	3,76 a	4,54 a	3,44 a	2,60 b	4,23 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 0,09ns			Reg. Quad. = 4,36*			
SEM	Reg. Linear = 23,0**			Reg. Quad. = 13,4**			
CV (%) = 24,55							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

As rizobactérias promotoras de crescimentos promovem desenvolvimento de raízes de plantas, onde os benefícios identificados, são o efeito estimulantes e colonização, aumentando os benefícios de forma direta (ROESCH et al., 2007). AS bactérias atuam com efeito e na produção de fitorreguladores, promovendo o crescimento de plântulas e atuando diretamente na rizosfera dos vegetais (ARAÚJO et al., 2005).

CONCLUSÃO

A inoculação dos microrganismos *Bacillus subtilis*, em doses crescentes de ácido húmico via tratamento de sementes, promovem incremento nas plântulas da forrageira *Urochloa ruziziensis*, sendo uma ferramenta alternativa e viável ao seu uso proporcionando avanços na tecnologia agrícola de precisão.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMAT pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, Dordrecht, v. 21, p. 1639-1645, 2005.
- ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. *Ciências Agrárias, Presidente Prudente*, v.32 n.2, 7 p., 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília-DF: Mapa/ACS, 2009. 367p.
- BENETTI, R.; et al. Densidade de plantio e substâncias húmicas no cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Neotropical Agriculture*, Iturama, v. 5, n. 1, p. 75-81, 2018.
- DUDA, G. P. et al. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. *Scientia Agricola*, 60, n. 1, p. 139-147, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Perfil da pecuária no Brasil: relatório anual 2018. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/Sumario.aspx>>. Acesso em: 19 nov. 2018.
- FERRAZ, F. M. Pastagens garantem o futuro da agropecuária brasileira. In: NAKAMAE, I. J. (Ed.). *Anualpec – Anuário da pecuária brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2003. p. 55-56.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- NOMURA, M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas a doses do inoculante *Bradyrhizobium japonicum*. *Ipê. Agronomic Journal*, v. 3, n. 1, p. 91-96, 2019.

ROESCH, L. F. W. et al. Diversidade de bactérias diazotróficas endofíticas associadas a plantas de milho. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.31, n.1367-1380, 2007.

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO SOB PASTAGEM COM DIFERENTES TEMPO DE ABERTURA

Luana Marques Campos¹, Willian Tsuyoshi Kume¹, Diego Ottonelli de Bona², Guilherme Ferreira Ferbonink¹, Romulo Ribeiro¹, Gustavo Caione¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. luanamarquescampos@hotmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O tempo e o sistema de uso do solo interferem na qualidade química e na dinâmica dos nutrientes. Neste contexto, objetivou-se compreender as alterações nos atributos químicos de um Latossolo cultivado com pastagem e com diferentes períodos de abertura em relação a uma área de Floresta nativa. O estudo foi realizado em uma propriedade no município de Nova Guarita, MT. Na propriedade foram selecionadas três áreas. A primeira área originou-se por conversão de floresta para pastagem a 30 anos, a segunda área ocorreu a 15 anos e a terceira área de floresta nativa que não sofreu alterações pelo homem. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, sendo três áreas e duas profundidades, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Houve efeito significativo isolado para as áreas de estudo e as profundidades, para as variáveis P, K, Mg, Al e H+Al, CTC a pH 7,0 e m%. Para as variáveis pH_(H2O), pH_(CaCl2), Ca, SB e V%, houve interação significativa entre as áreas estudadas e as profundidades. A área de floresta nativa apresentou os maiores valores para os atributos químicos do solo em relação as áreas de pastagens estudadas. Esse resultado demonstra as transformações que ocorrem com o passar dos anos sobre a fertilidade do solo, evidenciando a importância da adoção de um correto manejo nessas áreas a fim de aumentar a eficiência agrícola e reduzir a degradação ambiental.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; Conversão de áreas; Eficiência agrícola.

INTRODUÇÃO

O solo é um componente importante dos ambientes terrestres, naturais ou antropizados, pois, além de ser o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento e disseminação, fornece água, ar e nutrientes, exercendo, também, uma multiplicidade de funções (RODRIGUES et al., 2010). Quando o solo se apresenta em bom estado de conservação contribui para a sustentabilidade do ecossistema.

Nos ecossistemas naturais ocorre integração harmoniosa entre a cobertura vegetal e os atributos do solo, decorrente de processos essenciais de ciclagem de nutrientes, acumulação e decomposição da matéria orgânica. No entanto, a ação antrópica promove alterações nesses atributos (SILVA et al., 2007). Dessa forma, conhecer a dinâmica do solo sob floresta é de grande importância para o entendimento das alterações após a retirada da vegetação por queimadas ou práticas antrópicas (RODRIGUES et al., 2010).

Uma forma de avaliar o efeito dessas alterações após a conversão de áreas é através do estudo dos atributos químicos do solo, que, assim como os físicos e biológicos formam um conjunto que determina a qualidade dos solos (DORAN; PARKIN, 1994). Esses atributos possibilitam o monitoramento de mudanças, a médio e longo prazo, no estado de qualidade desses solos.

O pH, teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e outros estão entre as propriedades químicas do solo que são influenciadas pelo tipo de uso da terra e utilizadas como indicadores de qualidade do solo (GOMES; FILIZOLA, 2006).

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, compreender as alterações nos atributos químicos de um Latossolo cultivado com pastagem e com diferentes períodos de abertura em relação a uma área de floresta nativa.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade no município de Nova Guarita, MT, Brasil (10°17'56.02"S; 55°24'57.87"O). Segundo a classificação de Köppen o clima da região é tipo Am, chuvoso, com nítida estação seca, com precipitação média anual de 2.400 mm e temperatura média anual entre 24,6 e 28,3° C (ALVARES et al., 2013).

Na propriedade foram selecionadas três áreas. A primeira área originou-se por conversão de floresta para pastagem a 30 anos, a segunda área ocorreu a 15 anos e a terceira área foi de floresta nativa que não sofreu alterações pelo homem e não receberam nenhum tipo de correção e adubação do solo ao decorrer dos anos.

Os solos das três áreas foram classificados como LATOSSOLO, com variação nas cores. O solo da área de pastagem de 30 anos foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELADO (5 YR 5/8) distrófico, o solo da área de pastagem de 15 anos foi classificado como LATOSSOLO-VERMELHO (10 R 4/6) distrófico e a área de floresta nativa teve o solo classificado como LATOSSOLO-VERMELHO ESCURO (2,5 YR 3/6) distrófico (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1950).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2, sendo três áreas (Floresta nativa, Pastagem de 15 anos e Pastagem de 30 anos) e duas profundidades (0-10 m e 10-20 m), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

A coleta do solo da área foi realizada em janeiro de 2020. Cada área foi separada em 4 parcelas com dimensões 10x50 m, onde as amostras de solo foram coletadas. As amostras de solo coletadas foram secas ao ar e passadas por peneira com abertura de 2 mm e submetidas à análise química e granulométrica seguindo a metodologia descrita por Silva (2009). O pH do solo foi determinado em H₂O, utilizando peagâmetro de bancada. O potássio (K⁺) extraído do solo pelo método de Mehlich 1, quantificado por fotometria de chama. O cálcio (Ca²⁺), o magnésio (Mg²⁺) e o alumínio (Al³⁺) extraídos com KCl 1 M e quantificados por titulometria. O H+Al foram extraídos com acetato de Ca e determinados por titulometria.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo isolado para as variáveis P, K, Mg, Al e H+Al. Para as variáveis pH_(H₂O), pH_(CaCl₂) e para Ca houve interação significativa entre as áreas estudadas e as profundidades (Tabela 1).

Tabela 1- Valores de pH em água e CaCl₂, teores de fósforo disponível (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) e hidrogênio e alumínio (H+Al) para as três áreas de estudo (Floresta, pastagem 15 anos (P15) e pastagem 30 anos (P30)) e duas profundidades (0-10 cm e 10-20 cm), Alta Floresta, MT, 2020.

Área	pH _(H₂O)	pH _(CaCl₂)	P --mg dm ⁻³ --	K	Ca	Mg	Al	H+Al
						-----cmol _c dm ⁻³ -----		
Floresta	5,68	5,45	1,41a	99,66a	5,06	1,43a	0,00b	3,43a
P15	5,59	5,04	0,81b	99,01a	3,25	0,59b	0,00b	2,87b
P30	5,54	4,88	0,58b	43,54b	2,24	0,57b	0,07a	2,69b
Profundidade								
00-10	5,53	5,11	1,31a	98,19a	4,11	1,03a	0,04a	3,33a
10-20	5,67	5,13	0,56b	63,29b	2,93	0,69b	0,01b	2,67b
Teste								
Áreas	3,48ns	74,21**	24,53**	17,89**	16,38**	70,11**	8,81**	14,94**
Profundidade	10,74**	0,36ns	56,21**	15,75**	8,40**	25,85**	2,95ns	34,31**
A x P	11,23**	10,64**	1,39ns	2,69ns	4,60**	1,38ns	2,95ns	2,27ns
CV%	1,87	1,86	26,24	26,68	18,84	19,08	16,10	9,37

** , * e ns são, respectivamente, significativo a 1%, 5% e não significativos pelo teste F.

Os maiores teores de P, K, Mg e H+Al foram encontrados na área de Floresta nativa na profundidade de 0-10 m. Para Al os maiores teores foram encontrados na pastagem de 30 anos, também na profundidade 0-10 m. Todas as áreas do presente estudo apresentaram redução nos teores de nutrientes em função do aumento da profundidade do solo, esse resultado está ligado ao teor de matéria orgânica que diminui em profundidades maiores (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007), causando perda de potássio, cálcio e magnésio por lixiviação.

Os valores de pH encontrados no presente estudo estão diretamente relacionados com a disponibilidade de K, P, Ca e Mg, assim como nos teores de Al tóxico, isso porque quanto mais próximo da neutralidade (pH 6,0-6,5) maior será a solubilidade desses nutrientes e menor será a concentração de Al (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2- Valores de pH em água de acordo com as áreas e profundidades de estudo, Alta Floresta, MT, 2020.

Áreas	Profundidade	
	0-10 cm	10-20 cm
Floresta	5,74 aA	5,61 aA
P15	5,41 bB	5,76 aA
P30	5,44 bB	5,64 aA

* Letras minúsculas comparam médias na mesma coluna. Letras maiúsculas comparam médias entre colunas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

Tabela 3- Valores de pH em CaCl₂ em água de acordo com as áreas e profundidades de estudo, Alta Floresta, MT, 2020.

Áreas	Profundidade	
	0-10 cm	10-20 cm
Floresta	5,56 aA	5,33 aB
P15	4,96 bB	5,12 bA
P30	4,81 bA	4,95 bA

* Letras minúsculas comparam médias na mesma coluna. Letras maiúsculas comparam médias entre colunas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

A disponibilidade de cálcio no perfil do solo (Tabela 4) é importante para as culturas, isso porque melhora o desenvolvimento radicular, melhorando o desenvolvimento da planta como um todo. Com o passar do tempo esse elemento tende a lixiviar, essa característica apresentada pelo nutriente pode estar associada com os resultados encontrados no presente trabalho, onde houve diminuição no teor do nutriente com o passar do tempo. Esse fator também está associado aos maiores teores encontrados na área de Floresta nativa, isso porque as raízes de espécies arbóreas conseguem interceptar nutrientes em maiores profundidades e manterem esses nutrientes dentro do ciclo.

Tabela 4- Teores de Cálcio (Ca) de acordo com as áreas e profundidades de estudo, Alta Floresta, MT, 2020.

Áreas	Profundidade	
	0-10 cm	10-20 cm
Floresta	6,53 aA	3,60 aB
P15	3,47 bA	3,04 abA
P30	2,34 bA	2,15 bA

* Letras minúsculas comparam médias na mesma coluna. Letras maiúsculas comparam médias entre colunas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

Cardoso et al. (2011), encontraram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo para os teores de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis e de matéria orgânica do solo (MOS).

Houve efeito significativo isolado para as variáveis CTC (T) a pH 7 e saturação por alumínio para a área de Floresta nativa e pastagem de 30 anos, respectivamente (Tabela 5). Para as variáveis soma de bases e saturação por bases houve interação significativa entre as áreas de estudo e as profundidades. Os maiores valores para as variáveis estudadas foram encontrados na área de Floresta nativa na profundidade 0-10, exceto pela saturação por alumínio que foi maior na área de pastagem de 30 anos.

Tabela 5- Valores de CTC (T) a pH 7, Soma de Bases (SB), Saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%) para as três áreas de estudo (Floresta, pastagem 15 anos e pastagem 30 anos) e duas profundidades (0-10 cm e 10-20 cm), Alta Floresta, MT, 2020

Área	CTC (T) a pH 7	Soma de Bases (SB)	Saturação por bases (V%)	Saturação por Alumínio (m%)
	-----cmol _c dm ⁻³ -----			
Floresta	9,44a	6,75a	70,44a	0,00b
P15	6,81b	3,93b	57,67b	0,00b
P30	6,52b	3,09b	47,28c	2,18a
Profundidade				
00-10	8,74a	5,39a	59,23	1,08
10-20	6,45b	3,79b	57,71	0,38
Teste F				
Áreas	19,43**	43,19**	123,58**	8,23*
Profundidade	29,49**	22,99**	1,58ns	1,92ns
A x P	3,27ns	7,59*	8,48*	1,92ns
CV%	13,59	17,95	5,05	170,70

**, * e ns são, respectivamente, significativo a 1%, 5% e não significativos pelo teste F.

A área de Floresta se destacou quanto aos valores de soma de bases quando comparadas as demais áreas (Tabela 6). A soma de bases trocáveis (SB) de um solo, representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto H⁺ e Al³⁺ (SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺) (RONQUIM, 2010). A saturação por bases está diretamente relacionada com a soma de bases, que também apresentou os maiores valores para a área de Floresta, nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm (Tabela 7). A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo (RONQUIM, 2010). Quando o solo apresenta saturação maior que 50%, significa que a está em boas condições de cultivo.

Tabela 6- Valores de Soma de Bases (SB) de acordo com as áreas e profundidades de estudo, Alta Floresta, MT, 2020

Áreas	Profundidade	
	0-10 cm	10-20 cm
Floresta	8,48aA	5,02aB
P15	4,28bA	3,59abA
P30	3,43bA	2,75bA

* Letras minúsculas comparam médias na mesma coluna. Letras maiúsculas comparam médias entre colunas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

A saturação por bases também está relacionada com a CTC do solo, isso porque um índice V% baixo significa que há pequenas quantidades de cátions, como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, saturando as cargas negativas dos colóides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H⁺ e Al³⁺ (RONQUIM, 2010), como pode ser observado no presente estudo na área de pastagem de 30 anos.

Tabela 7- Valores de Saturação por bases (V%) de acordo com as áreas e profundidades de estudo, Alta Floresta, MT, 2020

Áreas	0-10	10-20
Floresta	74,57aA	66,32aB
P15	55,89bA	59,45bA
P30	47,22cA	47,36cA

* Letras minúsculas comparam médias na mesma coluna. Letras maiúsculas comparam médias entre colunas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

Cardoso et al. (2011), encontram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo para os valores de soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T) que foram significativamente reduzidos pela conversão da vegetação arbórea em pastagem cultivada, notadamente na camada de 0–10 cm.

CONCLUSÃO

A área de Floresta nativa apresentou os maiores valores para os atributos químicos do solo em relação as áreas de pastagens estudadas, esse resultado demonstra as transformações que ocorrem com o passar dos anos sobre a fertilidade do solo, evidenciando a importância da adoção de um correto manejo nessas áreas a fim de aumentar a eficiência agrícola e reduzir a degradação ambiental.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro e ao Laboratório de Análises de Solo, Adubo e Foliar - LASAF pelo suporte durante o desenvolvimento da presente pesquisa, meu agradecimento.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Climate Classification Map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Estugarda, v. 22, n.6, p. 711-728, 2013.
- CARDOSO, E. L. et al. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal sul-mato-grossense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.35, n.3, p. 613-622, 2011.
- COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for sustainable environment*, Madison, Soil Science Society of America, 1994, p.3-21, (SSSA Special Publication, 35).
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 9, p. 551-594.
- FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1097-1104, 2003.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.38, n.2, p. 109-112, 2014.
- GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F. Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006, 8p.
- LOURENTE, E. R. P. et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.
- MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, Munsell soil color charts. Munsell color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore, Maryland, USA, 1950, revised 1975.
- RODRIGUES, A.B.C. et al. Atributos Químicos em Solo sob Floresta Nativa e Capoeira. *UNICiências*, v.14, n.1, 2010.
- RONQUIM, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. 1. ed. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, São Paulo, 2010.
- SILVA, R. C. et al. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas vegetais, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 31, n. 1, p.101-107, 2007.
- SILVA, F. C. (Ed.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Revisão ampliada. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

AValiação DA GERMINAÇÃO DE GRÃO-DE-BICO UTILIZANDO ÁCIDO HÚMICO E *AZOSPIRILLUM* sp.

Laiza Almeida Dutra¹, Lucas Eduardo Batista da Cruz², Sabrina Cassia Fernandes¹, Lara Caroline Alves de Oliveira², Larissa Farias Ferreira¹ Oscar Mitsuo Yamashita²

¹ Universidade do estado do Mato Grosso, Departamento de Ciências Agrárias, Alta Floresta, Mato grosso, Brasil. laizaasoam@gmail.com.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O grão-de-bico é uma leguminosa altamente proteica, se consolidando no mercado de alimentação saudável. Uma saída para reduzir custos é o uso de microrganismos eficientes como promotores de crescimento, substituindo uma parte da demanda por fertilizantes com altos preços. Outra alternativa é o ácido húmico, utilizado como agente estruturador do solo aumentando a capacidade de absorção da planta. Diante disso esta pesquisa teve por objetivo avaliar diferentes doses de Ácido Húmico com e sem *Azospirillum brasilense*. O experimento foi realizado no laboratório de sementes e matologia da Universidade do Estado do Mato Grosso, campus II, Alta Floresta. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de seis doses (0, 100, 200, 300, 400, 500) de ácido húmico x com e sem *A. brasilense*. Para a inoculação do *A. brasilense* foi utilizada 100 ML de uma solução contendo a concentração mínima de 2×10^8 UFC mL⁻¹ para 25 Kg de sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator qualitativo (*Azospirillum*), comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as doses de Ácido Húmico foi realizada a regressão polinomial. Conclui-se que para germinação a melhor dose de ácido húmico foi observada com 298 mL ha⁻¹ e a melhor dose para o IVG foi verificada com a aplicação da dose de 345 mL ha⁻¹, não ocorreu influência do *Azospirillum* estatisticamente, mas conforme a regressão linear a uma tendência de um comportamento crescente.

Palavras-chave: Produtividade; Leguminosa; Vigor;

INTRODUÇÃO

A Leguminosa grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) pertencente à família Fabaceae, vem sendo reconhecida por sua proteína de alta qualidade e consumida no mundo todo, devido a sua adaptação ao clima seco e ameno (NASCIMENTO et al., 2016). O crescente aumento na produtividade dessa leguminosas consiste em uma importante alternativa para auxiliar a acabar com a fome e desenvolver a segurança alimentar, além de promover a agricultura sustentável e a melhora na nutrição (FAO, 2017).

Nascimento & Silva (2019) relatam que a alguns anos o cultivo do grão-de-bico era inexpressivo (poucos hectares) no Brasil, passando a ocupar, em 2018, cerca de 8.000 hectares. Além disso, essa leguminosa tem sido cultivada na região centro oeste do Brasil, principalmente nos estados do Goiás e Mato Grosso, devido a pesquisas prévias voltadas para a adaptação da cultura, com contribuição também a sua alta tolerância a doenças.

Para melhorar o processo de germinação das Leguminosas, muitos estudos veem sendo desenvolvidos utilizando bactérias protetoras e/ou promotoras de crescimento de plantas, como o *Azospirillum brasilense*, além de produtos como o ácido húmico, que podem estimular a germinação do crescimento. As bactérias promotoras de crescimento de plantas podem atuar por inúmeras maneiras, sendo destacadas a capacidade de fixação biológica de nitrogênio (HUERGO et al., 2008); aumentando a atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas (CASSÁN; GARCIA DE SALAMONE, 2008).

O *Azospirillum brasilense* faz parte de um grupo do PGPB, e devido aos anos 2000 esta preocupação que surge com uma agricultura mais sustentável, e o aumento do valor de fertilizantes, estes microrganismos ficam em enfoque (HUNGRIA et al., 2010). O ácido húmico promove a estabilidade iônica da solução do solo, proporcionando ao vegetal, aumento no tamanho e no número de raízes, incrementos na absorção de nutrientes e nas taxas de crescimento (ARANCON et al., 2006; CUNHA et al., 2009; PINHEIRO et al., 2010). A pesquisa teve por objetivo avaliar o vigor e a germinação de sementes de grão-de-bico submetidas a diferentes doses de ácido húmico, com e sem a presença de *Azospirillum brasilense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de sementes e matologia (LASEM), da Universidade do Estado do Mato Grosso, Campus de Alta Floresta. As sementes utilizadas nos testes foram adquiridas no comércio local, com 96% de germinação previamente testada, conforme Brasil (2009). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de seis concentrações de

ácido húmico x com e sem *A. brasilense*. As concentrações de ácido húmico utilizadas foram 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL por 100 kg de sementes. Para a inoculação do *A. brasilense*, adquirido comercialmente, a dose utilizada foi de 100 ML de uma solução contendo a concentração mínima de 2×10^8 UFC mL⁻¹ para 25 Kg de sementes.

As unidades experimentais foram compostas por rolos de papel para germinação (tipo germitest), sendo dispostas 50 sementes em cada repetição, onde cada tratamento teve 4 repetições. Após a realização dos respectivos tratamentos, as sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada, equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, sobreposto com uma terceira folha formou os rolos que foram colocados em sacos plásticos. Após esse processo, os rolos foram conduzidos à germinadores do tipo Biological Oxygen Demand (B.O.D.), regulada em temperatura constante de 25 °C, com variação de + 1°C, e fotoperíodo de 12 horas claro/escuro.

As variáveis analisadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (G) e massa seca da parte aérea de plântula (MSPA). Para a avaliação da massa seca da parte aérea de plântula, foram escolhidas aleatoriamente 10 plântulas de grão-de-bico por repetições e as mesmas foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g). A germinação e o IVG foram determinados de acordo com Brasil (2009). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias do fator qualitativo (*Azospirillum*), comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para o quantitativo (concentrações de ácido húmico) foi realiza o estudo de regressão polinomial, com uso do software Sisvar® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca da parte aérea de plântulas (MSPAP) das sementes e plântulas de grão-de-bico, em função das concentrações de ácido húmico com e sem inoculação de *A. brasilense* podem ser observados nas Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1 - Valores médios de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca da parte aérea de plântulas de grão de bico em função de doses de ácido húmico com e sem a aplicação via semente de *Azospirillum brasilense*. Alta Floresta – MT, 2020.

	Germinação (%)	IVG	MSPAP (mg)
Azospirillum (A)			
Com	92,66	45,55	237
Sem	93,50	46,22	158
Valor de F	0,22 ns	0,53 ns	0,42 ns
DMS Tukey (5%)	----	----	----
Doses AH			
0	86,50	42,16	245
100	96,50	47,25	181
200	95,00	46,91	226
300	95,00	47,33	151
400	93,50	45,75	198
500	93,00	46,91	186
Valor de F	2,48*	3,02*	3,51 ns
Reg. Linear	2,19 ns	2,46 ns	----
Reg. Quadr.	6,91*	8,35**	----
Interação A x AH			
Valor de F	1,25 ns	1,11 ns	1,80 ns
CV(%)	6,50	6,88	33,50

Obs. ns, * e ** correspondem respectivamente a não significativo, significativo a 5% e a 1% pelo teste F.

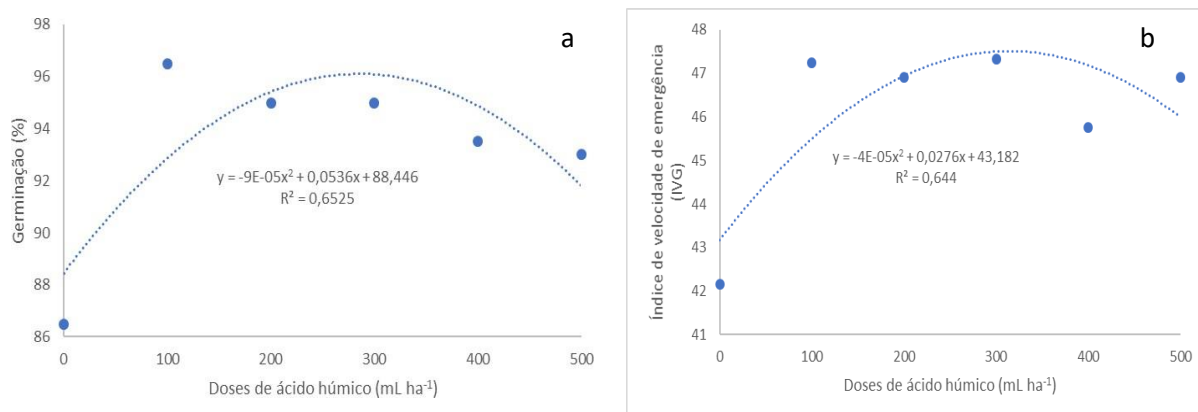


Figura 1 - Germinação (1a) e IVG (1b) de sementes de grão de bico em função da aplicação de doses de ácido húmico. Alta Floresta-MT, 2020.

Observa-se que para as três variáveis não houve efeito da aplicação do *Azospirillum brasilense*, já para doses de ácido húmico estas tiveram influência sobre a germinação e o IVG. Para germinação a melhor dose de ácido húmico foi observada com 298 mL ha⁻¹ e a melhor dose para o IVG foi verificada com a aplicação da dose de 345 mL ha⁻¹.

Segundo Mota et al. (2015) a aplicação de substâncias húmicas nas concentrações entre 0 e 0,25% pode promover efeito positivo sobre a germinação e o índice de velocidade de germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Alguns pesquisadores como Aguiar et al. (2009) observaram que as substâncias húmicas proporcionam aumento no número de mitoses e raízes laterais de plântulas de milho, e partindo dessa premissa acredita-se que tais substâncias podem acelerar o processo de germinação das sementes.

A resposta à aplicação de micronutrientes e *Azospirillum* sp. é muito variável, mas pode ocorrer em alguns casos o aumento de características produtivas e, conseqüentemente, a diminuição do custo relativo de produção têm motivado produtores a utilizá-los (MARTINS et al., 2015). A vantagem da utilização desse gênero de bactérias é que a mesma não tem preferência por plantas cultivadas ou espontâneas, essa associação pode vir a contribuir beneficemente como promotora de crescimento (SAHARIANA; NEHR 2011).

CONCLUSÃO

Não ocorreu influência da aplicação do *Azospirillum brasilense* sobre as características avaliadas, no entanto a aplicação da dose de 298 a 345 mL de ácido húmico por 100 kg de sementes de grãos de bico melhorou a germinação e o índice de velocidade e germinação.

AGRADECIMENTOS

A concessão de bolsa do CNPQ ao primeiro autor, e ao laboratório de sementes e matologia.

REFERÊNCIAS

- CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research. Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, p.17-35. 2008.
- CUNHA, T. J. F. et al. Ácido húmico em solo fertirrigado no vale do São Francisco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.1583-1592, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HUERGO, L.F. et al. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, 2008.
- HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. Plant and soil, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.
- MOTA, A. R. et al. Efeito da substância húmica na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Revista Verde, v. 10, n.3, p 26 - 30, 2015.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. Grão-de-bico: Nova aposta do agronegócio brasileiro. SEEDnews, edição XXIII. 2019.

NASCIMENTO, W. M. et al. Grão-de-bico. Hortaliças leguminosas. Brasília: Embrapa, p.89-118. 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). Feijão, lentilhas e grão de bico são aliados poderosos para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (2017). Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/471433/>> Acesso: 29/10/2020.

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

Rahilane Cristina da Silva¹, Marco Antônio Camillo de Carvalho²

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Marcelândia-MT, Brasil. rahilane26@gmail.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta-Floresta-MT, Brasil. marcocarvalho@unemat.br

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

A adubação nitrogenada na cultura do milho é de grande importância, sendo necessária a correta utilização para melhorias da produtividade. Por esta necessidade a escolha das fontes e doses mais eficientes é muito importante, visando proporcionar um benefício para a cultura e aumento da lucratividade ao produtor. Porém, esse nutriente sofre grandes perdas através da volatilização e lixiviação. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi determinar a melhor dose de nitrogênio a ser aplicada para garantir maior produtividade da cultura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos composto pelas doses de nitrogênio (0, 50, 100,150 e 200 kg de N ha⁻¹), tendo como fonte a ureia, com quatro repetições cada. Foram avaliadas as seguintes características: diâmetro da espiga, número de grãos por espiga, comprimento da espiga, peso médio da espiga, massa de 100 grãos, e produtividade de grãos. Para a análise dessas variáveis foi realizada a análise de variância, e quando o teste F mostrou significância, os dados foram submetidos a análise de regressão com auxílio do software Sisvar. Com a realização do trabalho foi possível verificar que as doses influenciaram diretamente na maioria das características produtivas da cultura, garantindo maiores produtividades. Sendo que para a maioria das características ocorreu uma resposta linear crescente, indicando que a cultura responderia a maiores doses de N nas condições em que foi desenvolvida a pesquisa.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada; Ureia; Volatilização; Lixiviação.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um produto fundamental para a agricultura brasileira, cultivado em todas as regiões do País, em mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários (CONTINI et al., 2019). É uma das mais importantes plantas comerciais do mundo, sendo utilizado para diversos fins desde na alimentação humana e animal e até na produção de álcool e biodiesel.

Atualmente a cultura do milho tem aumentado a importância entre as culturas produtoras de grãos, devido à alta demanda de mercado, onde a maior parte dessa produção é destinada a fabricação de ração animal, e mais recentemente a produção de álcool. Para garantir uma maior eficiência nas características produtivas e na produtividade, é necessário realizar um manejo eficiente que proporcione alto rendimento garantindo a qualidade do solo.

Entre os manejos a serem adotados na cultura, a adubação nitrogenada é considerada essencial para o aumento na produtividade. Porém é necessário realizar a correta aplicação, para que a cultura tenha um bom desenvolvimento produtivo, com isso há a necessidade de se utilizar diferentes doses de adubos nitrogenados.

As fontes nitrogenadas mais utilizadas são a ureia e o sulfato de amônio (KAPPES et al., 2014), porém ambas estão sujeitas a diversos tipos de perdas, as quais podem ocorrer por lixiviação, escoamento superficial, e erosão, o aumento ou redução dessas perdas pode ser contornado através do manejo, forma de aplicação, dose a ser aplicada e fonte a ser utilizada (QUEIROZ, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo determinar a melhor dose de nitrogênio a ser aplicado na cultura do milho, visando o maior desenvolvimento produtivo, no Município de Marcelândia-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido entre os meses de fevereiro a junho de 2020 no Município de Marcelândia, MT, onde as coordenadas geográficas são latitude 11°07'11" S e longitude 54°36'07" W, situando a uma altitude de 275 metros.

Antes da implantação do experimento foi realizada a coleta de amostras de solo na área, a uma profundidade de 0,00-0,20 m, com o auxílio de um trado. Em seguida essas amostras simples foram homogeneizadas formando uma amostra composta, onde a mesma foi levada para o laboratório para ser realizada a análise química do solo.

A semeadura da área experimental ocorreu no dia 08 de fevereiro de 2020. A área experimental foi de 240 m² (8,0m x 30,00m) dividida em 20 parcelas de 5,0m x 1,8m cada, onde cada parcela foi composta por 4 linhas de 5m de comprimento com espaçamento de 0,45m entre linhas. Entre cada bloco foi estabelecida uma distância de 1,00m para melhor distribuição das doses e isolamento dos tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos compostos por 5 doses de nitrogênio (0,50,100,150 e 200 kg de N ha⁻¹) e com 4 repetições cada. A aplicação da ureia foi realizada de forma manual de acordo com os tratamentos quando a cultura se apresentava entre os estádios V4 a V6.

As características que foram avaliadas no decorrer do experimento foram: diâmetro da espiga, número de grãos por espiga, comprimento da espiga, peso médio da espiga, massa de 100 grãos, e produtividade de grãos. A avaliação dessas características, foi realizada no dia 06 de junho de 2020 de forma manual com o auxílio de uma fita métrica, balança e um paquímetro.

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativos foi realizado o estudo de regressão polinomial com auxílio do software Sisvar (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação das características produtivas da cultura do milho é de suma importância, pois essas avaliações estão ligadas diretamente ao aumento da produtividade e o desenvolvimento da cultura. Entre as características avaliadas (diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, comprimento da espiga, peso médio da espiga, massa de 100 grãos, e produtividade de grãos), somente para massa de 100 grãos não foi verificado o efeito de doses (Tabela 1).

Tabela 1- Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios para número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, produtividade, diâmetro de espiga, comprimento de espiga e peso de espigas de plantas de milho em função da aplicação de doses de nitrogênio (N). Marcelândia-MT (2020).

	Nº de grãos por espiga	Massa de 100 grãos	Produtividade	Diâmetro de espiga	Comprimento de espiga	Peso de espiga
Doses de N (kg ha ⁻¹)	(g)	(g)	(kg ha ⁻¹)	(mm)	(cm)	(g)
0	321,37	43,75	3.674	41,52	12,60	153,62
50	378,95	45,00	4.012	44,05	13,97	182,27
100	436,32	44,25	4.349	44,47	14,95	199,21
150	448,37	47,50	4.687	46,60	15,80	219,24
200	449,35	48,25	5.024	47,32	16,05	239,27
Valor de F	14,31**	2,37 ns	8,62**	6,34**	8,11**	8,33**
F regr. Linear	48,56**	--	30,18**	24,18**	30,76**	32,29**
F regr. Quadr.	8,23*	--	2,29 ns	0,31 ns	1,63 ns	0,93 ns
CV(%)	7,26	5,70	8,93	4,06	6,78	11,19

Fonte: O autor.

Um fator determinante em relação a produtividade da cultura, é o número de grãos por espiga, pois quanto mais grãos uma espiga produz, maior será a sua produção. Isso está relacionado principalmente com o manejo adequado, através da aplicação de adubos e fertilizantes que para a cultura do milho são indispensáveis. Em relação ao número de grãos por espiga, (Figura 1) ocorreu um comportamento quadrático, em que as espigas adquiriram maior número de grãos na dose de 172,95 kg de N há⁻¹.

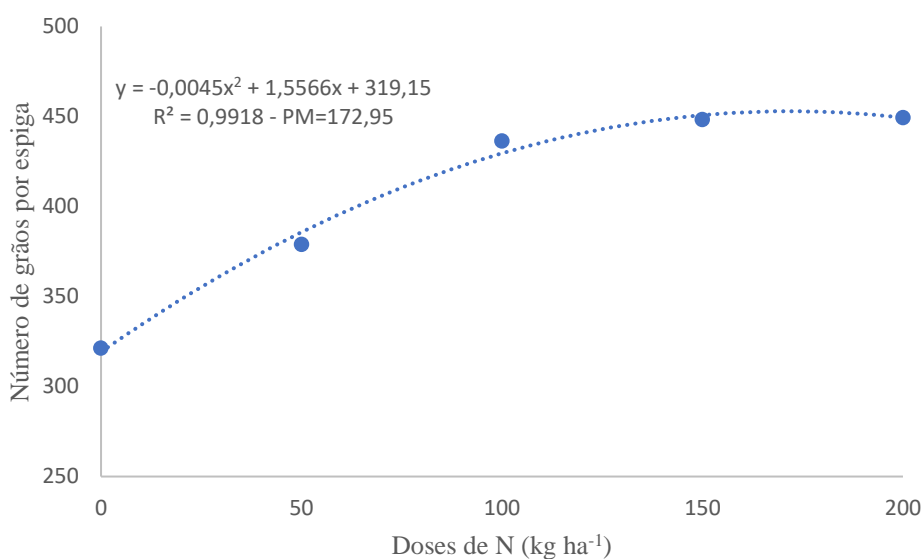


Figura 1. Número de grãos por espiga de milho em função da aplicação de doses de N, Marcelândia-MT (2020). (Fonte: O autor).

Para a produtividade, foi verificado um comportamento linear crescente, em que as doses influenciaram significativamente no rendimento dos grãos de milho, corroborando com os resultados observados por Gomes et al. (2007).

No presente trabalho, cada kg ha⁻¹ de N aplicado ocasionou um aumento de produtividade de 6,75 kg ha⁻¹ de milho. Essa resposta a adubação nitrogenada deve ser bastante considerada, pois segundo Goes et al. (2012) entre os fatores que contribuem para a diminuição da produtividade na safrinha, merecem destaque a adubação, especialmente a nitrogenada, e a reduzida disponibilidade hídrica em comparação à primeira época.

Ainda, durante a segunda safra, muitos agricultores utilizam os resíduos da adubação realizada na semeadura da soja, que contém baixa concentração de nitrogênio (N), não realizando a aplicação deste nutriente em cobertura.

Desta maneira, a combinação entre a ausência do N em cobertura e a alta demanda pelo milho limita a produtividade desta cultura em diversos sistemas de produção, especialmente os conservacionistas, como no caso das semeaduras diretas, que requerem maiores quantidades deste nutriente em virtude dos processos de imobilização originados pela decomposição da palhada.

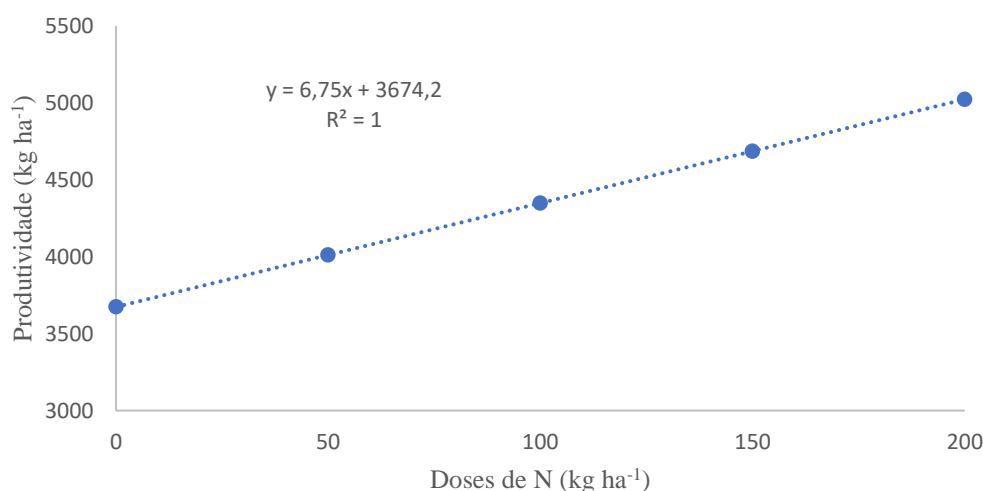


Figura 2. Produtividade de grãos de milho em função da aplicação de doses de N. Marcelândia-MT (2020). (Fonte: O autor).

Em relação ao diâmetro da espiga apresentado na Figura 3, também ocorreu um comportamento linear crescente, em que o diâmetro da espiga foi influenciado pelas doses de nitrogênio, que conforme as doses de N aumentavam o diâmetro da espiga respondia positivamente, com um aumento de 0,0283mm por kg de N aplicado.

Observou-se que a dose de 200 kg de N ha⁻¹ foi onde se obteve máxima do diâmetro da espiga, indicando que a cultura ainda responderia a doses superiores.

A boa nutrição da planta é importante, principalmente nos estádios fenológicos de definição de diâmetro de sabugo e tamanho da espiga, e o período de florescimento, após a exteriorização do pendão e dos estigmas da espiga, associado a definição do número de grãos por espigas (HANWAY, 1963).

De acordo com Magalhães et al. (1995), a deficiência de nutrientes nesses estádios pode reduzir seriamente o número potencial de sementes, assim como o tamanho das espigas a serem colhidas devido ao número de óvulos e tamanho da espiga serem definidos na fase V12, o que pode explicar, em parte, “o crescimento linear dos valores desses componentes de produção em resposta ao aumento das doses de N obtidos nesse trabalho” (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2004).

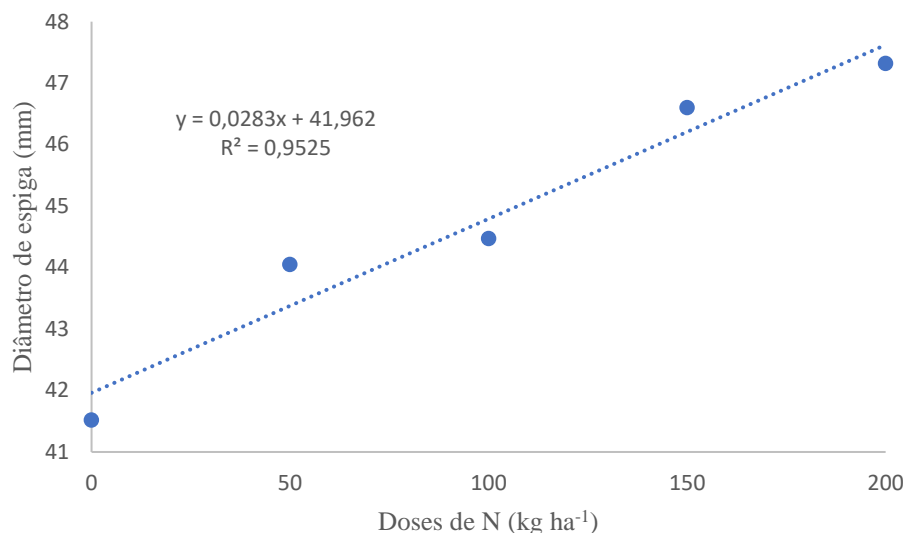


Figura 3. Diâmetro de espiga de milho em função da aplicação de doses de N. Marcelândia-MT (2020). (Fonte: O autor).

O comprimento médio de espiga é um dos fatores que pode interferir, diretamente, no número de grãos por fileira e, conseqüentemente, na produtividade do milho (KAPPES et al., 2009).

Para o comprimento da espiga (Figura 4) foi verificado um comportamento linear crescente, em que o comprimento foi estimulado conforme o aumento das doses de nitrogênio. As avaliações de comprimento da espiga possuem grande importância, pois a mesma possui relação direta para determinação do número de grãos a ser formado e conseqüentemente a produtividade do milho. A dose de 200 kg de N ha⁻¹ foi onde se obteve o valor máximo do comprimento da espiga, indicando novamente a possibilidade de respostas a doses maiores.

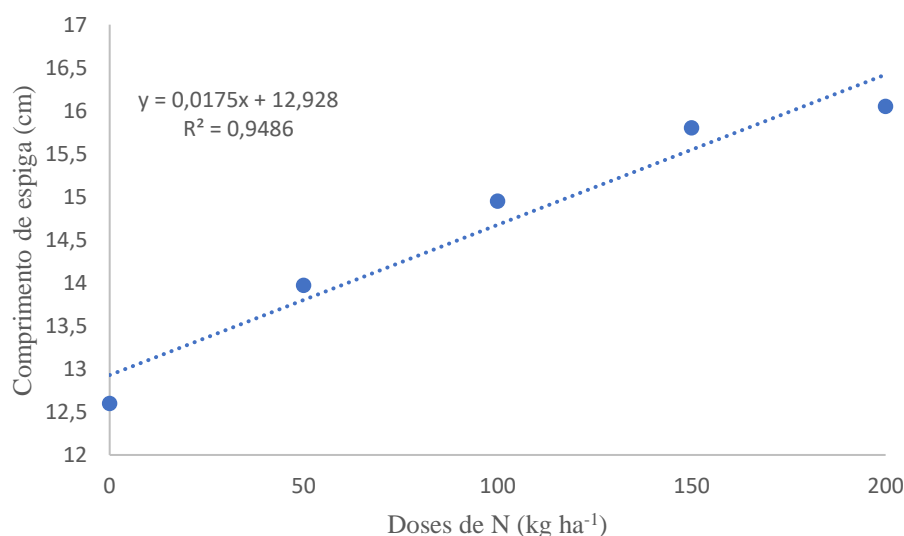


Figura 4. Comprimento de espiga de milho em função da aplicação de doses de N. Marcelândia-MT (2020).

Em relação ao peso da espiga, que também é considerado de grande importância para se obter um rendimento acentuado na produtividade, se obteve também um comportamento linear (Figura 5), em que as doses influenciaram diretamente no peso da espiga. Com isso foi possível observar que a dose de 200 kg de N ha⁻¹ proporcionou peso máximo nas espigas chegando a 240,37 g.

Os resultados da massa ou peso de espigas em função das doses crescentes de N (Figura 5) foram semelhantes aos apresentados por Silva et al. (2003). Estes autores também observaram aumento linear para massa de espigas com aumento das doses de N. Este resultado é explicado, principalmente pelos aumentos nos componentes da produção como foi observado para o comprimento de espiga (Figura 4) “que influencia de forma substancial a produtividade” (CRUZ et al., 2008).

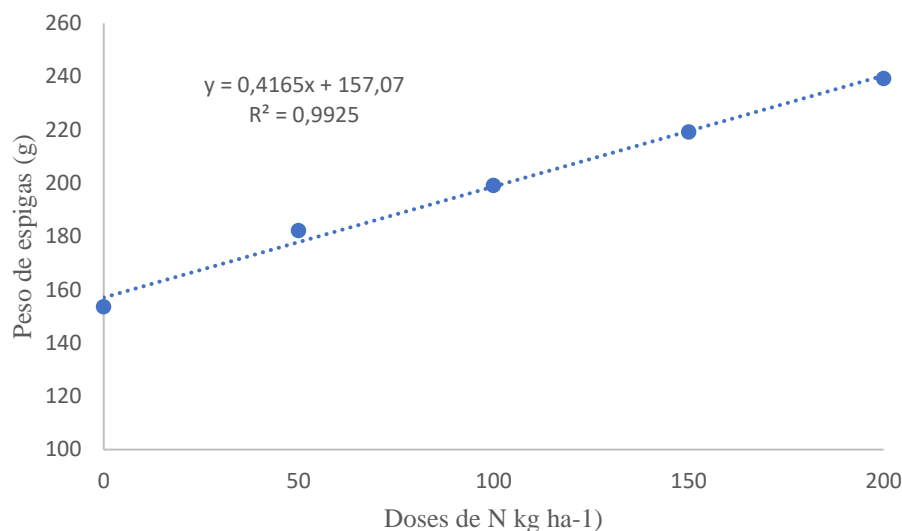


Figura 5. Peso de espiga de milho em função da aplicação de doses de N. Marcelândia-MT (2020). (Fonte: O autor).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas avaliações, foi possível verificar que as doses influenciaram diretamente nas características produtivas exceto para a massa de 100 grãos, assim com o aumento das doses se obteve maior número de grãos por espiga, maior diâmetro e comprimento da espiga e consequentemente a produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS

- AITA, C. et al. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. R. Bras. Ci. Solo, v.25, p.157-165, 2001.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- MAGALHÃES, P.C. et al. Fisiologia do milho, Embrapa Milho e Sorgo 1 ed., 2002, Minas Gerais. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circul22.pdf>. Acesso em: 22 out. 2020.
- CONTINI, E. et al. EMBRAPA, Milho – Caracterização e Desafios Tecnológicos, p.01 2019.
- COELHO, A.M. Nutrição e Adubação do Milho, Embrapa Circular-Técnica 78. Sete Lagoas-MG, 2006.
- ICV, Instituto Centro de Vida, Diagnóstico dos Aspectos Ambientais do Município de Marcelândia- Mato Grosso, Alta-Floresta-MT, 2007.
- SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília, DF: Embrapa, 5. ed. rev. e ampl. E-book: il. Color, 2018.
- KAPPES, C. et al. Manejo do Nitrogênio em Cobertura na Cultura do Milho em Sistema Plantio Direto. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.2, p.201-217, 2014.

CARMO, M.S. et al. Doses e Fontes de Nitrogênio no Desenvolvimento e Produtividade da Cultura do Milho doce (*Zea mays convar.saccharata var.rugosa*). Bioscience Journal, Uberlândia, v.28, n. 1, p.223-231,2012.

GONÇALVES, R.N. et al. XII SEMINÁRIO NACIONAL, ESTABILIDADE E PRODUTIVIDADE, Produtividade de Milho Safrinha Sob doses Crescentes de Nitrogênio aplicado na Semeadura. Embrapa, Dourados-MS, 2013.

AVALIAÇÃO DE EMISSÃO DE PLÂNTULAS DE GRÃO DE BICO COM O USO DE ÁCIDO HÚMICO E *Bacillus subtilis*

Laiza Almeida Dutra¹, Samiele Camargo de Oliveira Domingues², Giseudo Aparecido de Paiva¹, Elizamara Dresh¹, Marco Antonio Camillo de Carvalho³, Dener Tesk¹

¹ Universidade do estado do Mato Grosso, Departamento de Ciências Agrárias, Alta Floresta, Mato grosso, Brasil. laizaasoam@gmail.com.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O grão-de-bico vem sendo cultivado em nosso estado por se adequar ao sistema de plantação direta e possuir boa tolerância hídrica, além de seu consumo que vem aumentando. Existem diversas alternativas para auxiliar na germinação e na emissão de plântulas. O ácido húmico influencia significativamente nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, e o *Bacillus subtilis*, que se encontra no grupo de bactérias promotoras de crescimento de plantas, encontradas principalmente na rizosfera da planta atuando como agente protetores de patógenos, dando suporte de nutrientes. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes doses de ácido húmico com e sem *Bacillus subtilis* aplicados na semente de grão-de-bico em um ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Fitotecnia, da Universidade do Estado do Mato Grosso, Campus de Alta Floresta. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de seis concentrações (0, 100, 200, 300, 400, 500) de ácido húmico, com e sem *Bacillus subtilis*. Para a inoculação do *B. subtilis* a dose utilizada foi de 100 mL de uma solução contendo a concentração mínima de 2×10^8 UFC mL⁻¹ para 25 Kg de sementes. As unidades experimentais foram compostas por vasos de 8 dm³ e o solo utilizado foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator qualitativo (*Bacillus subtilis*), comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados referentes as doses de Ácido Húmico foi realizada a regreção polinomial. Para todas as variáveis presentes (comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, volume de raiz, massa verde da parte aérea e massa verde de raiz) não foi observado efeito da aplicação de *Bacillus subtilis* e de doses de ácido húmico, assim como também não foi observada interação entre os mesmos. Conclui-se que não há diferença de aplicação e não aplicação de *Bacillus subtilis* para massa seca de raiz (MSR), com maior massa para a ausência de aplicação. As doses de ácido húmico, acarretou influência para a massa seca de raiz de maneira linear e crescente com o aumento das doses.

Palavras-chave: Microrganismo; Eficiência; Leguminosa.

INTRODUÇÃO

A leguminosa grão-de-bico vem ganhando destaque, sendo considerada a terceira pulse, nome concedido as leguminosas de alto valor nutritivo consumidas como grãos secos e incluem feijões, lentilhas e ervilhas (AKIBODE; MAREDIA, 2012; JOSHI ; RAO, 2017). A cultura do grão-de-bico é apropriada ao sistema direto por sua contribuição a fertilidade do solo, pelo acréscimo de nitrogênio e sua tolerância hídrica a períodos mais secos, sendo também considerada uma cultura rústica (PANDE et al., 2011).

A utilização de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP) é uma alternativa que se difunde cada vez mais. Essas bactérias, encontradas principalmente na região da rizosfera, podem atuar como agentes protetores contra patógenos, sintetizar fitormônios, atuar na melhoria do aporte de nutrientes pelas plantas e induzir mudanças na fisiologia, permitindo melhores processos de floração, germinação e estabelecimento das plantas (HAYAT et al., 2010). O uso desses microrganismos como bioinoculantes aumenta a eficiência da obtenção de nutrientes pelas plantas, diminuindo assim os custos de produção e os impactos ambientais causados pelo uso indiscriminado de fertilizantes no campo (PEDRAZA et al., 2010).

O gênero *Bacillus* inclui mais de 60 espécies e está conformado por microrganismos bacilares Gram positivos, formadores de endósporos resistentes a fatores físicos nocivos, como elevada temperatura, radiação e desidratação, além de diversos fatores químicos, o que favorece o uso como biofertilizantes agrícolas (TEJERA-HERNÁNDEZ; ROJAS-BADÍA; HEYDRICH-PÉREZ, 2011). As substâncias húmicas (SH) participam de importantes reações que ocorrem nos solos, influenciando a fertilidade pela liberação de nutrientes, que o desintoxicam de componentes químicos pesados, pela melhoria das condições físicas e biológicas (SANTOS E CAMARGO, 1999) e pela produção de substâncias fisiologicamente ativas (GUMINSKI, 1968).

Considerando que a maioria dos países tem um alto grau de urbanização, a idade média da população aumentou, a renda per capita aumentou e a demanda por alimentos saudáveis cresceu, tem-se que a sociedade está passando por uma transformação e maiores exigências são colocadas na qualidade nutricional dos alimentos que

consome, ou seja, a agricultura sustentável é necessária para se alcançar a segurança alimentar permanente. Portanto, é preciso ter em mente que os métodos de produção devem ser alterados e múltiplas alternativas devem ser combinadas para atender às necessidades sociais, o que requer mais alimentos proteicos e que estes sejam produzidos com tecnologias sustentáveis. Assim, a finalidade desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes doses de ácido húmico com e sem *Bacillus subtilis* aplicados na semente de grão-de-bico em um ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Fitotecnia, da Universidade do Estado do Mato Grosso, Campus de Alta Floresta. As sementes utilizadas nos testes foram adquiridas no comércio local, com 96% de germinação previamente testada, conforme Brasil (2009). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de seis concentrações de ácido húmico, com e sem *Bacillus subtilis*. As concentrações de ácido húmico utilizadas foram 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL por 100 kg de sementes. Para a inoculação com *B. subtilis* a dose utilizada foi de 100 mL de uma solução contendo a concentração mínima de 2×10^8 UFC mL⁻¹ para 25 Kg de sementes.

As unidades experimentais foram compostas por vasos de 8 dm³ e o solo utilizado foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico. Na adubação de semeadura foram os seguintes fertilizantes por dm³: 50 mg de N (ureia – 45% de N), 200 mg de P (superfosfato simples – 18% de P₂O₅) e 150 mg de K (cloreto de potássio – 60% de K₂O) e 6 mg de calcário dolomítico (PRNT _ 100%), sendo semeadas 15 sementes em cada repetição, onde cada tratamento teve 4 repetições. As variáveis analisadas foram: comprimento de raiz (determinação da distância do colo da planta até o final do sistema radicular, com auxílio de régua), comprimento de parte aérea (determinação da distância do colo da planta até o final da haste principal, com o auxílio de régua), volume de raiz (determinado através do método da proveta), massa verde da parte aérea de planta e massa seca de raiz de planta. Para a avaliação da massa verde da parte aérea e massa verde de raiz, foram escolhidas aleatoriamente 10 plântulas de grão-de-bico por repetição e as mesmas foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias do fator qualitativo (*Bacillus subtilis*), comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para o quantitativo (concentrações de ácido húmico) foi realizada o estudo de regressão polinomial, com uso do software Sisvar® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis presentes na Tabela 1 (comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, volume de raiz, massa verde da parte aérea e massa verde de raiz) não foi observado efeito da aplicação de *Bacillus subtilis* e de doses de ácido húmico, assim como também não foi observada interação entre os mesmos. Lazzaretti & Bettioli (1997) também não verificaram efeito da aplicação de *Bacillus subtilis* como tratamento de sementes nas culturas de arroz, trigo, feijão e soja. Estes mesmos autores citam que um dos principais problemas para utilização massiva de microrganismos no tratamento de sementes tem sido a formulação destes para o uso comercial, o que pode ter ocorrido no presente trabalho.

Tabela 1- Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios para comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), volume de raiz (VR), massa verde da parte aérea (MVPA) e massa verde de raiz (MVR) de plantas de grão de bico em função de *Bacillus subtilis* (B)

<i>Bacillus subtilis</i>	CR (cm)	CPA (cm)	VR (mm)	MVPA (g)	MVR (g)
Com	28,25	32,63	4,72	4,14	4,21
Sem	29,08	32,89	4,62	3,79	3,90
Valor de F	1,59 ns	0,04 ns	0,07 ns	2,05 ns	0,88 ns
DMS Tukey (5%)	----	----	----	-----	----
Doses AH					
0	28,75	32,25	4,83	4,22	4,53
100	28,06	34,42	4,71	4,04	4,32
200	28,56	32,58	4,58	3,88	3,61
300	28,55	31,81	4,33	3,23	3,51
400	28,38	33,50	4,91	4,52	4,33
500	29,65	32,01	4,66	3,91	4,05
Valor de F	0,44 ns	0,39 ns	0,20 ns	2,19 ns	1,08 ns
Reg. Linear	----	----	----	----	----
Reg. Quadr.	----	----	----	----	----
Interação B x AH					
Valor de F	1,22 ns	0,62 ns	1,19 ns	2,37 ns	0,91 ns
CV (%)	7,99	13,80	27,49	20,83	27,73

Obs. ns corresponde a não significativo pelo teste F.

Pode-se observar na Tabela 2 que ocorreu diferença entre com e sem a aplicação de ácido húmico somente na dose de 500 mL por 100 kg de sementes, o a não aplicação proporcionou maior massa. Em relação ao comportamento das doses dentro de com e sem a aplicação de *Bacillus*, houve ajuste a um modelo matemático somente para sem a aplicação de *Bacillus*, onde ocorreu ajuste a um modelo quadrático, como pode ser observado na (Figura 1), evidenciando que na ausência da aplicação da bactéria ocorreu um incentivo ao aumento de massa de raiz com o aumento das doses de ácido húmico.

Tabela 2- Desdobramento da interação significativa entre *Bacillus subtilis* e ácido húmico para massa seca de raiz de plantas de grão de bico. Alta Floresta-MT (2020)

Doses de Ácido Húmico (mL)		0	100	200	300	400	500
<i>Bacillus subtilis</i>		0	100	200	300	400	500
Massa seca de raiz (mg)							
Com		400,0 a	377,5 a	305,0 a	320,0 a	382,5 a	322,5 b
Sem		302,5 a	380,0 a	372,5 a	347,5 a	452,5 a	545,0 a
Valor de F							
COM		Reg. Linear = 1,04 ns			Reg. Quad. = 0,84 ns		
SEM		Reg. Linear = 16,11 **			Reg. Quad. = 1,87 ns		
CV(%) = 22,27							

Obs. ns e ** correspondem a não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra, para cada dose, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

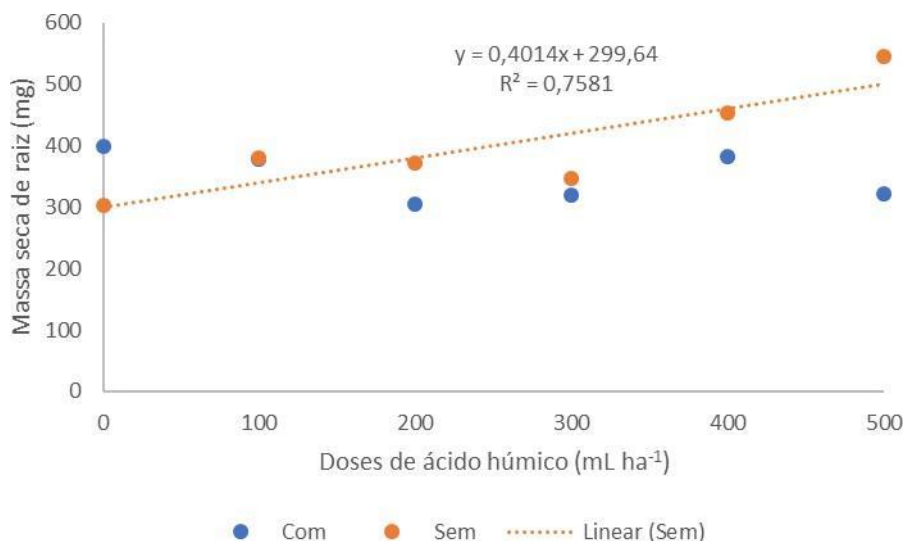


Figura 1- Desdobramento da interação significativa entre *Bacillus subtilis* e doses de ácido húmico para massa seca de raiz em plantas de grão de bico. Alta Floresta-MT (2020).

Este resultado observado para o aumento da massa de raiz com o aumento das doses de ácido Húmico pode estar no fato de que até determinadas concentrações, os ácidos húmicos podem favorecer o desenvolvimento de plantas, alterando tanto a parte aérea quanto as raízes (Rodda et al., 2006; Rosa et al., 2009), sendo os efeitos difíceis de ser explicados, devido à natureza complexa e ainda desconhecida dessa fração húmica; é possível que os ácidos húmicos possam exercer inúmeros efeitos nas plantas e que alguns destes possam resultar, direta ou indiretamente, em uma regulação da absorção de íons (Nardi et al., 2002). Segundo Maggioni et al. (1987), os ácidos húmicos podem influenciar a absorção de nutrientes via efeito enzimático, por intermédio da atividade de ATPase dependente de potássio (K) e magnésio (Mg). Fernández-Escobar et al. (1996) também mostraram a influência positiva da aplicação de ácidos húmicos na absorção de K, Mg, Ca, B e Fe.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a diferença de aplicação e não aplicação de *Bacillus subtilis* para massa seca de raiz (MSR), com maior massa para a ausência de aplicação, diante disso, apenas as doses de ácido húmico, acarretou influência para a massa seca de raiz de maneira linear e crescente com o aumento das doses.

AGRADECIMENTOS

A concessão de bolsas do CNPQ ao primeiro autor, e ao laboratório de sementes e matologia.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília-DF: Mapa/ACS, 2009. 367p.
- FAÇANHA, A. R. et al. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 9. p. 1301-1310, 2002.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M.; BARRANCO, D. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. Sci. Hortic., v.66, p.191-200, 1996.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HAYAT, R. et al. Soil Beneficial Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion: A Review. Annals of Microbiology, v. 60, n. 4, p. 579-598, 1 dez. 2010.
- LAZZARETTI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado à base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. Scientia Agrícola, v.54, n.1/2, p.89-96, 1997.

MAGGIONI, A.; VARANINI, Z.; NARDI, S. Action of soil humic matter on plant roots: Stimulation of ion uptake and effects on (Mg²⁺ + K⁺) ATPase activity. *Sci. Total Environ*, v.62, p.355-363, 1987.

NARDI, S. et al. A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Biochem*, v.34, p.1527-1536, 2002.

PEDRAZA, R. O. et al. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, v. 11, n. 2, 2010.

RODDA, M.R.C. et al. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. I - Efeito da concentração. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:649-656, 2006.

ROSA, C.M. et al. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e oncentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. *R. Bras. Ci. Solo*, v.33, p.959-967, 2009.

TEJERA-HERNÁNDEZ, B. et al. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, v. 42, n. 3, p. 131–138, 2011.

TRINDADE, N. LÚCIA S. R. Identificação de espécies de *Calonectria* e reação de acessos de grão-de-bico a isolados de *Calonectria brassicae*. 2019.

Bacillus subtilis* ATUANDO COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO DE *Megathyrus maximus

Edmar Santos Moreira¹, Oscar Mitsuo Yamashita², Marco Antonio Camillo de Carvalho²,
Samiele Camargo de Oliveira Domingues³, Eslaine Camicheli Lopes⁴, Laiza Almeida Dutra⁴

¹Graduando do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Alta Floresta, MT.

⁴Graduando do Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Alta Floresta, MT.

^{1,2,3,4}Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Alta Floresta.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do uso da bactéria diazotrófica *Bacillus subtilis* inoculada via sementes em associação com doses crescentes de ácido húmico no desenvolvimento de *Megathyrus maximus*. A pesquisa foi composta por um ensaio com delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, com os tratamentos constituídos pela combinação de fator 1, dois níveis: sem e com aplicação da suspensão de *B. subtilis* nas sementes; e o fator 2, seis doses crescentes de Ácido Húmico (0, 100, 200, 300, 400 e 500 ml para 100 kg de sementes). As avaliações morfológicas da planta foram realizadas no dia 10 após o plantio e avaliando o índice de germinação e no 28 comprimento de raiz CR e massa de raiz (MVR) em g. A aplicação de *B. subtilis* via solução nas sementes, acompanhada de doses de ácido húmico, interfere positivamente no desenvolvimento de plantas demonstrado na dose de 400 ml sendo significativo para as variáveis comprimento de raiz a dose que obteve o maior valor foi a dose de 500 ml e massa de raiz expressou melhor desempenho na dose de 400 ml. A adoção desta prática pode substituir o uso de fertilizantes nitrogenados e permite a redução de insumos químicos. A adição de fertilizantes nitrogenados promove maior desenvolvimento das plantas, com aumento da produtividade.

Palavras-chave: Acido húmico; *Bacillus subtilis*; pecuária bovina.

INTRODUÇÃO

No estado do Mato Grosso, a pecuária bovina é uma das atividades econômicas mais relevantes, e as pastagens cultivadas constituem o principal recurso forrageiro para a alimentação de bovinos de corte e/ou leite. Neste cenário, o capim Mombaça (*M. maximus*), pertence à família Poaceae, é uma planta tropical de origem africana lançada pela Embrapa em 1994.

Para melhor aproveitamento dos recursos naturais e diminuição dos custos de produção, como alternativas há a utilização de substâncias húmicas e microrganismos atuantes como promotores de crescimento. Substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas) são os principais componentes da matéria orgânica de solos, águas e sedimentos. Sua formação é decorrente da ação direta de todos os processos ecológicos que ocorrem no solo (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014). Os ácidos húmicos indiretamente otimizam a estrutura do solo por fazerem parte do principal componente da matéria orgânica, que são as substâncias húmicas. A matéria orgânica melhora a aeração e a drenagem interna do solo, promovendo sua agregação e estruturação. São formados poros com melhor distribuição de tamanho, facilitando assim a circulação do ar e da água.

A utilização dos recursos biológicos do solo deve ser considerada como alternativas de baixo custo para a melhoria no desenvolvimento de plantas. Dentre estes recursos biológicos tem-se destacado a utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal, principalmente a do gênero *Bacillus*, que é descrita como rizobactéria promotora de crescimento de plantas (RPCP) Araujo (2008). A utilização de RPCP podem vir a contribuir na proteção de plantas contra fungos e nematoides fitopatogênicos, além de possibilitar a solubilização de fósforo e síntese de sideróforos. (BENEDUZI et al., 2012; Paz et al., 2012).

Deste modo, objetivou-se avaliar a germinação de sementes e o vigor de plântulas de capim Mombaça através da aplicação de doses crescentes de ácido húmico associado ou não a inoculação de *B. subtilis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Câmpus Universitário de Alta Floresta – MT, com o intuito de avaliar o efeito de doses crescentes do composto orgânico ácido húmico, associado ou não a *B. subtilis*, inoculado através de suspensão nas sementes de capim Mombaça.

Utilizou o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2, em que os tratamentos foram constituídos pela combinação de seis concentrações de ácido húmico a 18% (0, 100, 200, 300, 400 e 500 ml por 100 kg de sementes) associada ou não com *B. subtilis* (1.000 ml para 100 kg de sementes), produto comercial Biobac®. As unidades experimentais foram compostas por caixas Gerbox com papel para germinação (tipo Germitest), sendo dispostas 50 sementes em cada repetição, onde cada tratamento foi composto por 4 repetições. As sementes, após receberem os respectivos tratamentos, foram distribuídas sobre duas folhas de papel Germitest, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. Após esse processo as caixas foram colocadas em sacos plásticos, e levados para germinar em câmara de germinação (BOD), a 27° com variação de $\pm 1^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas claro/escuro.

A variável analisada índice de velocidade de germinação (IVG) foi contabilizada até o décimo dia. Ao vigésimo oitavo dia as variáveis comprimento de raiz (CR) e massa de raiz (MVR) em g, para essa avaliação utilizou-se 10 plântulas coletadas aleatoriamente de cada repetição com ajuda de régua milimetrada, após esse procedimento as 10 plântulas avaliadas foram pesadas em balança de precisão (0,001g) para determinação da massa média de cada tratamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias do fator qualitativo (inoculante), comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade e para o quantitativo (doses de ácido húmico) foi realizado o estudo de regressão polinomial, com uso do software Sisvar® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos dados para sementes do capim Mombaça em função dos fatores doses de ácido húmico e com e sem inoculação de *B. subtilis* observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) entre estes fatores para o índice de velocidade de germinação (IVG). Observa-se que na comparação da aplicação ou não de *Bacillus subtilis* dentro de cada dose de ácido húmico foi verificado diferença somente na dose de 400 mL, onde a aplicação das bactérias aumentou significativamente o IVG (Tabela 1). Corroborando com o presente trabalho, SILVA et al. (2002) também constataram que a aplicação de *Bacillus subtilis* aumentou a qualidade das sementes. Em relação ao comportamento das doses de ácido húmico dentro de cada nível do *Bacillus subtilis* (com e sem) não foi observado ajuste significativo para ambos os níveis.

Tabela 1 - Desdobramento da interação significativa entre doses de ácido húmico de *Bacillus subtilis* (com e sem) para o índice de velocidade germinação de sementes de *Megathyrsus maximus* cv Mombaça (Sin. *Panicum maximum* cv Mombaça). Alta Floresta-MT, 2020

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)					
	0	100	200	300	400	500
	IVG					
Com	9,34 a	10,21 a	9,55 a	9,85 a	13,44 a	9,81 a
Sem	10,32 a	8,99 a	10,44 a	10,23 a	9,95 b	10,59 a
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 3,96 ns			Reg. Quad. = 0,65 ns		
SEM	Reg. Linear = 0,42 ns			Reg. Quad. = 0,18 ns		
CV (%) = 14,45						

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F. (Fonte: Os autores).

Para a variável de comprimento de raiz também ocorreu interação entre os fatores doses de ácido húmico e *B. subtilis*, sendo que nas doses 100, 300 e 500 mL a não aplicação do *B. subtilis* proporcionou raízes mais compridas (Tabela 2). Em relação a doses dentro de com e sem a aplicação de *B. subtilis* não foi observado ajuste significativo. Este resultado mostra que não foi observado efeito do ácido húmico para o crescimento radicular da forrageira, independentemente da dose utilizada, contrariando o observado por Oliveira et al. (2019), onde estes autores observaram aumento da massa seca aérea e radicular, e comentam que isso ocorreu, possivelmente, pelo fato de que as substâncias húmicas exercem forte estímulo no crescimento radicular.

Tabela 2 - Desdobramento da interação significativa entre doses de ácido húmico de *Bacillus subtilis* (com e sem) para o comprimento de raiz de plântulas de *Megathyrsus maximus* cv Mombaça (Sin. *Panicum maximum* cv Mombaça). Alta Floresta-MT, 2020

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)					
	0	100	200	300	400	500
	Comprimento de raiz (cm)					
Com	4,71 a	3,79 b	4,34 a	4,17 b	4,10 a	4,70 b
Sem	5,82 a	6,26 a	5,69 a	6,86 a	5,12 a	6,28 a
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 0,59 ns			Reg. Quad. = 1,33 ns		
SEM	Reg. Linear = 0,34 ns			Reg. Quad. = 3,98 ns		
CV (%) = 20,61						

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F. (Fonte: Os autores).

Para massa fresca de raiz de plântula também foi observada interação significativa entre os fatores doses de ácido húmico e *B. subtilis*, sendo que a não aplicação da bactéria proporcionou maior massa, demonstrando novamente que a aplicação não favoreceu o desenvolvimento inicial da parte aérea das plantas (Tabela 3). Apesar de ter sido observado efeito significativo das doses dentro de com e sem *B. subtilis*, não ocorreu bom ajuste para as médias observadas, apresentando baixo coeficiente de correlação para ambos os níveis.

Tabela 3- Desdobramento da interação significativa entre doses de ácido húmico de *Bacillus subtilis* (com e sem) para a massa fresca de raiz de plântulas de *Megathyrsus maximus* cv Mombaça (Sin. *Panicum maximum* cv Mombaça). Alta Floresta-MT, 2020

<i>Bacillus subtilis</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)					
	0	100	200	300	400	500
	Massa Fresca de raiz (mg)					
Com	27,4 b	10,6 b	22,6 b	17,1 b	30,2 b	26,3 b
Sem	40,9 a	41,4 a	41,0 a	38,1 a	38,6 a	41,4 a
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 59,38**			Reg. Quad. = 103,09**		
SEM	Reg. Linear = 2,15ns			Reg. Quad. = 4,98*		
CV (%) = 4,72						

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F. (Fonte: Os autores).

O não aumento na biomassa do sistema radicular e também na massa aérea discorda de outros resultados observado na literatura, onde se relacionada o aumento da massa com a sanidade da planta, proporcionada pelos microrganismos, e comentam que plantas que contenham esse microrganismo associado as suas raízes ou na rizosfera tendem a ter uma melhor capacidade de sobrevivência e de absorção de nutrientes em situações adversas, e conseqüentemente tem uma vantagem produtiva. Chagas et al. (2017) observaram que as sementes tratadas resultaram em maior taxa de emergência e crescimento, além de maior controle de fitopatógenos.

CONCLUSÃO

Não foi observado efeito significativo das doses de ácido húmico para as variáveis analisadas e a não aplicação do *Bacillus subtilis* nas sementes de *Panicum maximum* cv. Mombaça proporcionou melhores resultados no desenvolvimento aéreo e radicular das plântulas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à equipe do Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC (CNPq) pela bolsa do primeiro autor e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela bolsa de iniciação científica do segundo autor.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, F. F "Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.2, p.456-462, 2008.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos Húmicos. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 856-881, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 1992. 365p.

CHAGAS, L. F. B. et al. *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz. *Agri-environmental sciences*, v. 3, n. 2, p. 10-18, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

OLIVEIRA, L. C. A. et al. Doses de ácido húmico e *Bacillus subtilis* na germinação e vigor de sementes de milho. In: Anais do II Congresso Online para Aumento de Produtividade do Milho e Soja (COMSOJA). Anais... Santa Maria (RS) Mais Soja, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/comsoja/173138-DOSES-DE-ACIDO-HUMICO-E-BACILLUS-SUBITILIS-NA-GERMINACAO-E--VIGOR-DE-SEMENTES-DE-MILHO>>. Acesso em: 05 nov, 2020.

PAZ, I.C. et al. *Eucalyptus* growth promotion by endophytic *Bacillus* spp. *Genetic and Molecular Research*, v. 11., n. 4, p.3711-3720, 2012.

CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

Rahilane Cristina da Silva¹, Marco Antônio Camillo de Carvalho²

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Marcelândia-MT, Brasil. rahilane26@gmail.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta-Floresta-MT, Brasil. marcocarvalho@unemat.br

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

A adubação nitrogenada na cultura do milho é de grande importância, sendo necessária a correta utilização para melhoria da produtividade. Por esta necessidade, a escolha das fontes e doses mais eficientes é muito importante, visando proporcionar um benefício para a cultura e aumento da lucratividade ao produtor. Porém, esse nutriente sofre grandes perdas através da volatilização e lixiviação. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi determinar a melhor dose de nitrogênio a ser aplicada para garantir maior produtividade da cultura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos composto por doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg de N ha⁻¹), tendo como fonte a ureia, com quatro repetições cada. Foram avaliadas as seguintes características: altura de planta, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo. As doses influenciaram a altura de plantas e o diâmetro do colmo, sendo as respostas ajustadas a um modelo linear crescente.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada; *Zea mays*; Ureia; Produtividade.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família Poaceae, é composta por cerca de 10 mil espécies descritas e possui ocorrência em diversos tipos de ecossistemas, podendo se adaptar em situações de extremo (MAGALHÃES et al., 2002). Dentre as espécies pertencentes a este grupo destaca-se o milho, que é uma das gramíneas mais consumidas mundialmente. O milho (*Zea mays* L.) é um produto fundamental para a agricultura brasileira, cultivado em todas as regiões do País, em mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários (CONTINI et al., 2019). É uma das mais importantes plantas comerciais do mundo, sendo utilizado para diversos fins desde na alimentação humana e animal e até na produção de álcool e biodiesel.

Atualmente a cultura do milho tem aumentado a importância entre as culturas produtoras de grãos, devido à alta demanda de mercado, onde a maior parte dessa produção é destinada a fabricação de ração animal, e mais recentemente a produção de álcool. Para garantir uma maior eficiência nas características vegetativas e consequentemente na produtividade, é necessário realizar um manejo eficiente que proporcione alto rendimento e garanta a qualidade do solo.

Entre os manejos a serem adotados na cultura, a adubação nitrogenada é considerada essencial para garantir o melhor desenvolvimento das características vegetativas da cultura. Porém é necessário realizar a correta aplicação das doses de acordo com as fases fenológicas em que a demanda desse nutriente é maior, para garantir um bom desenvolvimento vegetativo.

O milho apresenta períodos diferentes de intensa absorção, com o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo, V12 a V18 folhas, quando o número potencial de grãos está sendo definido e, o segundo, durante a fase reprodutiva ou formação da espiga, quando o potencial produtivo é atingido (COELHO, 2006). Por este motivo é importante realizar a aplicação de nitrogênio na dose correta e nos estádios fenológicos em que a cultura necessita, para melhor absorção do mesmo.

O presente trabalho tem como objetivo determinar a melhor dose de nitrogênio a ser aplicado na cultura do milho, visando o maior desenvolvimento vegetativo, no Município de Marcelândia-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido entre os meses de fevereiro a junho de 2020 na propriedade denominada Fazenda Almeida localizada no Município de Marcelândia, MT, onde as coordenadas geográficas são latitude 11°07'11" S e longitude 54°36'07" W, situando a uma altitude de 275 metros.

O município de Marcelândia tem como característica clima equatorial, quente e úmido com 3 meses de seca, de junho a agosto. "A precipitação anual é de 2.500 mm, com temperatura média anual de 24°C" (ICV, 2007). O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO (SANTOS et al., 2018), de textura arenosa e de pouca fertilidade.

Antes da implantação do experimento foi realizada a coleta de amostras de solo na área, a uma profundidade de 0,00-0,20 m, com o auxílio de um trado. Em seguida essas amostras simples foram homogeneizadas em uma amostra composta e levada para o laboratório para ser realizada a análise química do solo.

A semeadura da área experimental ocorreu no dia 08 de fevereiro de 2020. A área experimental foi de 240 m² (8,0m x 30,00m) dividida em 20 parcelas de 5,0m x 1,8m cada, onde cada parcela foi composta por 4 linhas de 5m de comprimento com espaçamento de 0,45 m entre linhas. Entre cada bloco foi estabelecida uma distância de 1,00 m para melhor distribuição das doses e isolamento dos tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos compostos por 5 doses de nitrogênio (0,50,100,150 e 200 kg de N ha⁻¹) e com 4 repetições cada. A aplicação da ureia foi realizada de forma manual de acordo com os tratamentos quando a cultura se apresentava entre os estádios V4 a V6.

As características que foram avaliadas no decorrer do experimento foram, altura de planta (distância do solo até a inserção da folha bandeira), altura da inserção da espiga (distância do solo até a inserção da primeira espiga) e diâmetro do colmo (determinado na região central do segundo internódio). A avaliação das características vegetativas, foi realizada no dia 06 de junho de 2020 de forma manual e com o auxílio de trena (altura de planta e de espiga) e paquímetro (diâmetro do colmo).

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativos foi realizado o estudo de regressão polinomial com auxílio do software Sisvar (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação das características vegetativas da cultura do milho é de suma importância, pois essas avaliações estão ligadas a possibilidade de acamamento da cultura e assim afetar o rendimento da cultura e a operação de colheita.

Entre as características avaliadas (altura de plantas, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo), somente para altura de inserção de espiga não foi verificado o efeito de doses (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios para altura de plantas, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo de plantas de milho em função da aplicação de doses de nitrogênio (N). Marcelândia-MT, 2020

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Altura de plantas (m)	Altura de inserção de espiga (cm)	Diâmetro de colmo (mm)
0	1,87	70,4	15,97
50	2,00	74,6	17,65
100	1,99	70,1	18,60
150	2,02	70,0	19,17
200	2,07	71,2	20,47
Valor de F	4,694*	0,70 ns	7,878**
F regr. Linear	15,38**	---	30,65**
F regr. Quadr.	0,89 ns	---	0,25 ns
CV(%)	3,44	6,44	6,54

(Fonte: O autor)

A tendência de resposta da altura média das plantas em função da aplicação de doses de N está apresentada na Figura 1, onde se observa que houve um comportamento linear crescente, em que, com as doses estudadas não foi possível atingir a máxima resposta, indicando que a cultura responderia a doses superiores à dose máxima de 200 kg ha⁻¹ N. Corroborando com o presente trabalho, Kappes (2014) também constatou incremento linear para a altura da planta. Aita et al. (2001), comentaram que a adubação nitrogenada tem efeito sobre a área foliar e da taxa fotossintética pois estes são influenciados pelo estado nutricional das plantas de milho, apresentando relação direta com o teor de N nos tecidos vegetais e assim com o desenvolvimento das plantas.

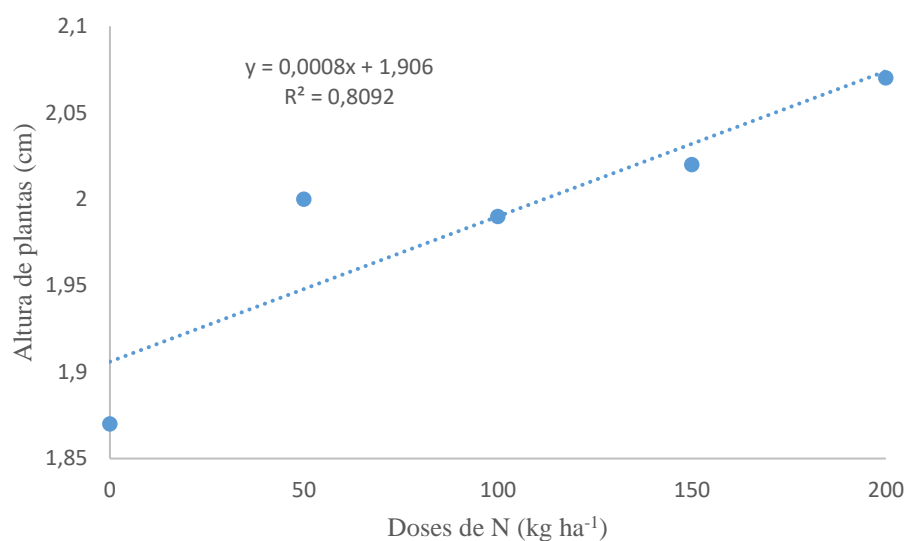


Figura 1 - Altura de plantas de milho em função da aplicação de doses de N. Marcelândia-MT, 2020. (Fonte: O autor).

Em relação à altura de inserção de espiga não foi observada diferença significativa entre as doses trabalhadas. Segundo Kappes et al. (2014), testando doses e fontes de N na cultura do milho, também não verificaram o efeito de doses em relação à altura de inserção de espigas. De acordo com esses autores, valores obtidos no presente trabalho para a altura de inserção de espiga entre 70,0 a 74,6 cm, pode ser considerada baixa, o que torna o genótipo mais resistente às condições de acamamento e de quebra de planta, pois quanto maior é a relação entre altura de inserção de espiga e altura da planta, mais deslocado estará o centro de gravidade da planta e maior é a possibilidade de quebra de colmo.

Para o diâmetro do colmo (Figura 2), foi possível observar também um comportamento linear crescente, em que as doses de nitrogênio influenciaram diretamente no diâmetro do colmo, onde se teve que para cada kg de N aplicado ocorreu um aumento de 21mm. O aumento deste componente representa um fator importante do ponto de vista fisiológico (CARMO et al., 2012), pois o colmo não possui função apenas de suporte para folhas e flores, mas também atua no armazenamento de substâncias e água que são indispensáveis para as fases fenológicas da cultura, principalmente na formação de grãos.

Pelo fato de o colmo ser considerado com estrutura de reserva, maiores diâmetros de colmo, normalmente se relacionam com maiores produtividades de grãos (GONÇALVES et al., 2013). A dose de 200 kg de N ha⁻¹ foi a que proporcionou a resposta melhor quanto ao diâmetro do colmo.

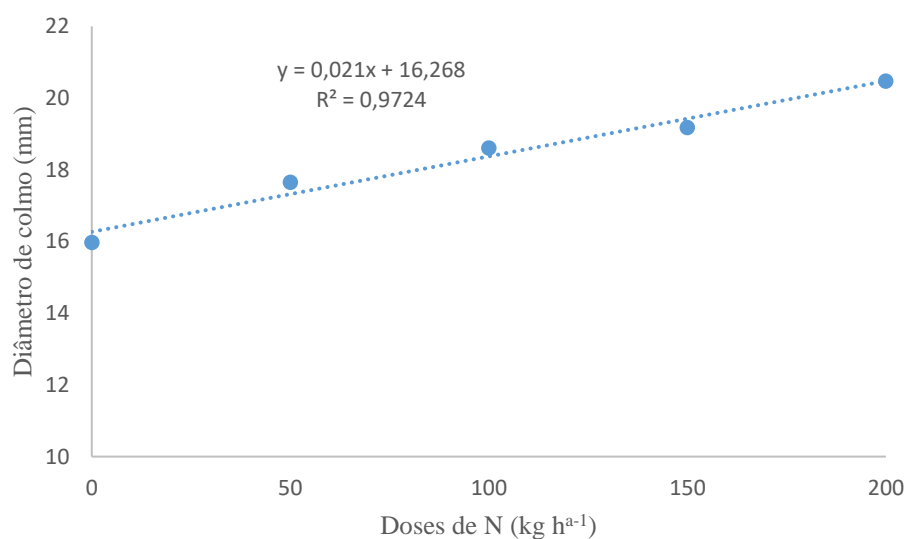


Figura 2 - Diâmetro de colmo de plantas de milho em função da aplicação de doses de N. Marcelândia-MT, 2020. (Fonte: O autor).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas avaliações, foi possível verificar que as doses influenciaram diretamente à altura de plantas e o diâmetro de colmo, sem interferir na altura de inserção de espiga, assim com o aumento da dose se teve plantas maiores e com o colmo de maior diâmetro e não foi alterado a altura de inserção da espiga, garantindo plantas mais altas e com menor tendência a acamamento.

REFERÊNCIAS

- AITA, C. et al. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, p.157-165, 2001.
- CARMO, M.S. et al. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho doce (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.28, n. 1, p.223-231, 2012.
- COELHO, A.M. Nutrição e Adubação do Milho, Embrapa Circular-Técnica 78. Sete Lagoas-MG, 2006.
- CONTINI, E., MARRA, R., MOTA, M.M., BORGHI, E. Milho – Caracterização e Desafios Tecnológicos. Embrapa. Minas Gerais-MG, 2019.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- GONÇALVES, R.N. et al. Produtividade de Milho Safrinha Sob doses Crescentes de Nitrogênio aplicado na Semeadura. In: XII SEMINÁRIO NACIONAL, ESTABILIDADE E PRODUTIVIDADE, 2013, Dourados. Anais [...]. Embrapa, Dourados-MS, 2013.
- ICV, Instituto Centro de Vida. Diagnóstico dos Aspectos Ambientais do Município de Marcelândia - Mato Grosso, Alta Floresta - MT, 2007.
- KAPPES, C. et al. Manejo do Nitrogênio em Cobertura na Cultura do Milho em Sistema Plantio Direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.13, n.2, p.201-217, 2014.
- MAGALHÃES, P.C. et al. Fisiologia do milho. Embrapa Milho e Sorgo 1 ed., 2002.
- SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília, DF: Embrapa, 5. ed. rev. e ampl. 2018.

CARACTERIZAÇÃO DA TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JUÍNA - MT.

Graziele Cieslinski Gonçalves¹, Marco Antonio Camillo de Carvalho², Rivanildo Dallacort³, William Fenner³, Carine Hemkemeier¹, Loriene Gomes da Rocha¹.

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. E-mail: graziele.goncalves@unemat.com.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Nos últimos anos tem sido essencial estudar as variáveis climáticas, com o intuito de detectar o comportamento e as alterações climáticas, a fim de realizar o planejamento de diversas atividades da sociedade e da agricultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar as variabilidades anual da temperatura média, máxima e mínima, e definir os níveis de precipitação para o município de Juína - MT. Foram utilizados dados diários disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) coletados na estação meteorológica Juína (A920) no período de 8 anos, porém os dados de temperatura e precipitação no período de outubro de 2018 a abril de 2019 foram desconsiderados devido a falhas. Os cálculos possibilitaram a determinação das médias e desvio padrão mensal da precipitação e da temperatura máxima, média e mínima. A caracterização do município é designada por possuir duas estações bem definidas, sendo uma seca e a outra chuvosa. A variabilidade da temperatura na região retratou que o ano mais quente foi em 2016, enquanto o menos quente foi em 2018. Já a análise de precipitação revelou que 2013 foi o ano que teve o maior índice pluviométrico, enquanto o menor foi em 2017. Os meses mais chuvosos dentre os anos estudados foi janeiro, fevereiro e dezembro retratado na época chuvosa, já os menos chuvosos foi junho e julho devido esse período ser caracterizado pela estação seca.

Palavras-chave: Climatologia; Variabilidade; Fatores Ambientais; Agricultura.

INTRODUÇÃO

Os estudos em relação ao comportamento das variabilidades no clima e tempo tem se tornado cada vez mais importantes, sendo uma das principais preocupações na atualidade afim de analisar os fatores que influenciam nas mudanças climáticas no planeta (MOREIRA et al., 2015).

Neste contexto, as pesquisas associadas a climatologia têm se tornado fundamental, devido ao cenário atual, que tem concretizado as mudanças climáticas relacionadas ao desmatamento e as queimadas, sendo esses os principais responsáveis pelas emissões de gases no ambiente. Assim, esses fatores têm desencadeado impactos que caracterizam a diminuição ou ausência do regime de chuvas e aumento no período de estiagem se tornando a estação seca mais severa (SILVÉRIO et al., 2019).

Nesse sentido, tem sido crucial os estudos com base nas observações de dados meteorológicos, tendo em vista, que determinando seus padrões de ocorrência, isso pode auxiliar, como ferramenta, o planejamento e gestão de diversas atividades, sejam elas humanas ou agropecuárias (DOURADO NETO et al., 2005).

Torna-se evidente compreender o comportamento de temperatura e precipitação de determinada região, assim como, obter previsões técnicas com o intuito de desenvolver o manejo da agricultura, e com isso favorecendo o desenvolvimento das culturas agrícolas, a fim de garantir colheita e produção adequada (SILVA; SILVA, 2012). A vista disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar as variabilidades anual da temperatura (média, máxima e mínima), bem como, definir os níveis de precipitação para o município de Juína - MT.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município de Juína com 26.189,915 km², localizado no estado de Mato Grosso (IBGE, 2019). O clima predominante da região é caracterizado com duas estações bem definidas, sendo uma estação seca predominante nos meses de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril (BATISTÃO et al., 2013) (Figura 1).

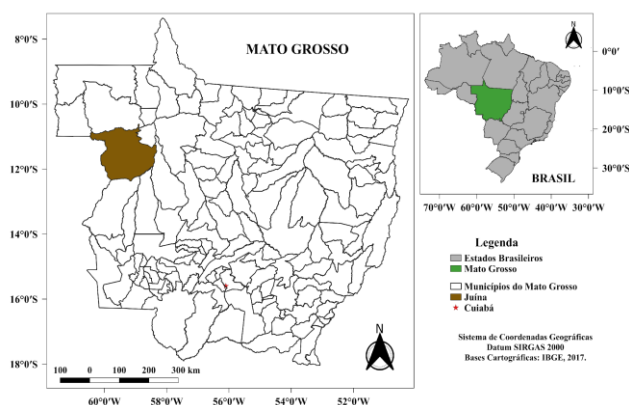


Figura 1 - Localização da área de estudo, município de Juína no estado de Mato Grosso. (Fonte: Os autores).

O estudo foi baseado em informações dos dados diários de temperatura e precipitação disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, onde estes foram coletados pela estação meteorológica Juína (A920), sob as coordenadas geográficas 11° 38' S e 58° 77' W e altitude de 365,39 m.

Os dados foram coletados no período de 2012 a 2019 (série de 8 anos), no entanto, os dados de temperatura e precipitação no período de outubro de 2018 a abril de 2019 foram desconsiderados devido a inconsistência dos dados coletados na estação meteorológica do município. Os dados da pesquisa foram tabulados com o auxílio do programa Microsoft Excel 2019, onde foram realizadas as médias e desvio padrão mensal da precipitação e da temperatura máxima, média e mínima para obtenção dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise dos resultados, houve variações da temperatura para os anos estudados. Durante os oito anos avaliados a temperatura máxima foi de 27,6 °C no mês de setembro, a média foi de 25 °C e a mínima no mês de junho caracterizada em 23,2 °C (Figura 2). Corroborando com o presente trabalho, resultados similares foram encontrados por Rocha et al. (2018), que realizaram a caracterização da variabilidade climática em Diamantino/MT no período de 1987 a 2017, onde os autores descrevem que a temperatura máxima foi de 27 °C, a média anual de 25,3 °C, a mínima de 22,6 °C.

A precipitação no município apresentou grande variação durante o período de estudo, onde o mês com o menor índice de precipitação foi julho com 47,2 mm e o mês de dezembro foi o que apresentou média anual com índice pluviométrico de 1.858,2 mm (Figura 2). Resultados semelhantes foram observados por Batistão et al. (2013), analisando a distribuição de chuva no município de Juína no período de 1980 a 2011, onde estes relataram que a média anual foi de 1.867,05 mm para o município.

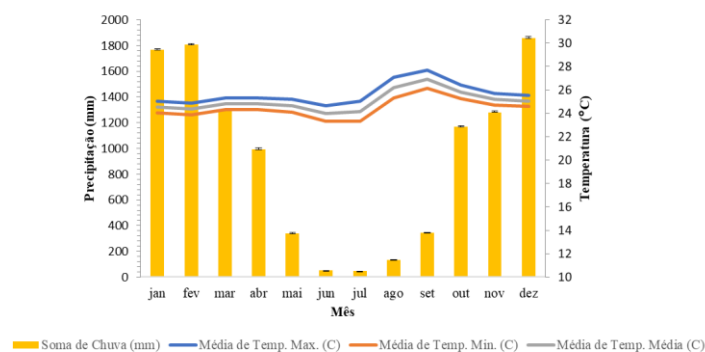


Figura 2 - Temperatura máxima, mínima e média e precipitação média anual do período de 2012 a 2019 para o município de Juína - MT. (Fonte: Os autores).

Na Figura 3 pode-se observar a variação mensal no ano de 2012 e 2013, em que a média de temperatura máxima variou entre 26,4 °C a 27,5 °C sendo o mês de setembro o mais quente do ano. Já a temperatura mínima variou entre 22,7 °C a 22,9 °C no mês de julho, e a temperatura média variou entre 24,6°C a 24,7 °C.

Já a não ocorrência de precipitação nos meses de julho e agosto, representou o menor índice em junho, ficando entre 7,6 mm a 20,4 mm, e o maior índice pluviométrico foi em fevereiro variando de 234 mm a 464 mm, caracterizando 2013 com o maior índice pluviométrico dentre os anos estudados (Figura 3). Segundo Marcuzzo e Romero (2013), isso pode estar relacionado com o fenômeno *La Niña* que consiste em chuvas mais intensas nas regiões.

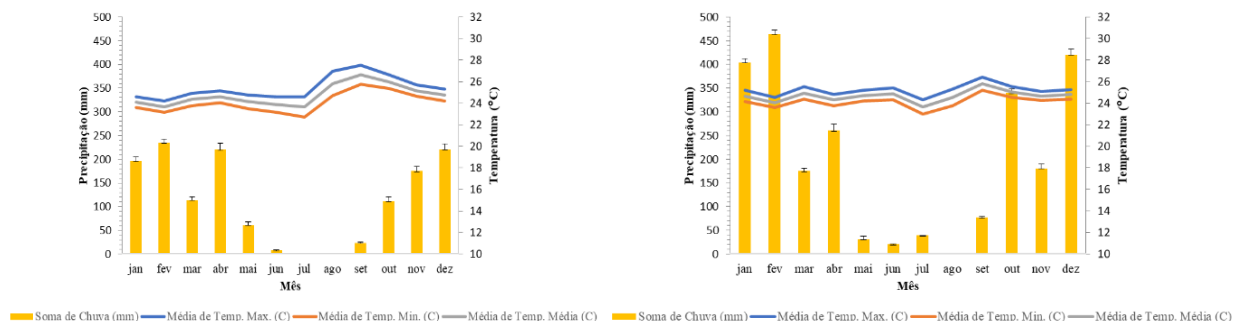


Figura 3 - Médias mensais e desvio padrão da temperatura máxima, mínima e média e precipitação do município de Juína - MT, para o período de 2012 e 2013. (Fonte: Os autores).

Na Figura 4 é possível observar que nos anos de 2014 e 2015, onde a temperatura máxima variou entre 29,2°C a 29,5 °C no mês de agosto, a mínima variando de 23,3 °C a 23,8 °C, já a média de 25,1 °C a 26 °C. Todavia, podemos observar que a temperatura teve elevação representativa em relação aos anos anteriores. De acordo com Hasenack et al. (2003), isso ocorreu possivelmente devido às temperaturas do Brasil central serem elevadas durante todo o ano e com influência da massa de ar tropical marítima equatorial.

A precipitação apresentou, em ambos os anos, menor índice em junho sendo respectivamente de 0,2 mm a 1,2 mm e os maiores índices em fevereiro sendo eles respectivamente de 312,6 mm a 366,8 mm. O estudo de Batistão et al. (2013), avaliando a precipitação na região de Juína no período de 1980 a 2011 obtiveram as médias de precipitação entre 290 mm a 335,11 mm nos meses de dezembro a março, enquanto os índices pluviométricos críticos representaram 6,96 mm, 1,87 mm e 12,60 mm nos meses de junho, julho e setembro respectivamente.

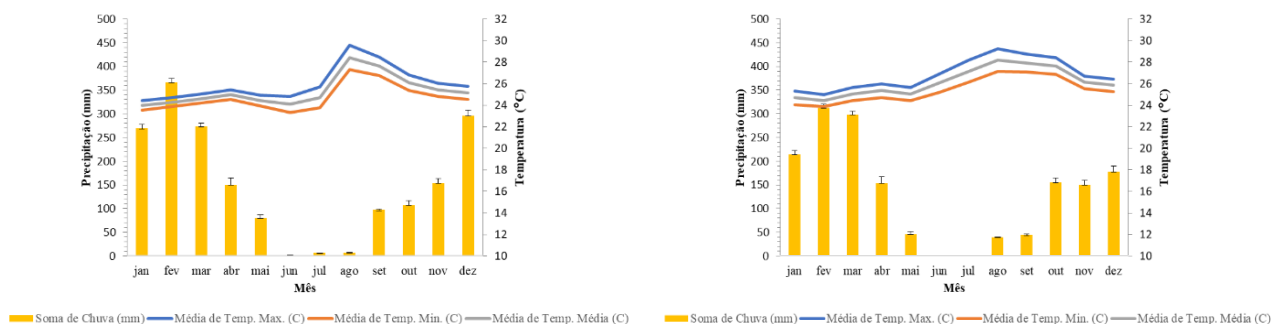


Figura 4 - Médias mensais e desvio padrão da temperatura máxima, mínima e média e precipitação do município de Juína - MT, para o período de 2014 e 2015. (Fonte: Os autores).

Nas análises mensais para 2016 e 2017 verificou-se que a temperatura máxima variou em 27,2 °C a 30,5°C em setembro. Já a mínima foi de 22,2 °C a 22,7 °C entre os meses de junho e julho, e a média registrou entre 24,8 °C e 25,1 °C (Figura 5). Nesse sentido, o ano de 2016 foi o período mais quente, conforme Cunha et al. (2011), essa variação de temperatura mais elevada pode estar correlacionada com a ocorrência do fenômeno *El Niño* em que durante determinado período a seca é mais crítica na região.

A precipitação foi maior em dezembro e janeiro, com 292 mm a 392,6 mm, a menor, com 11,2 mm em junho e julho, já agosto e setembro, não foi caracterizado a ocorrência de precipitação (Figura 5). Resultados que corroboram com o estudo de Dallacort et al. (2011), analisando a variabilidade da precipitação pluviométrica para o município de Tangará da Serra – MT, onde estes verificaram a existência de meses críticos, não havendo a ocorrência de chuvas nos meses de junho, julho e agosto.

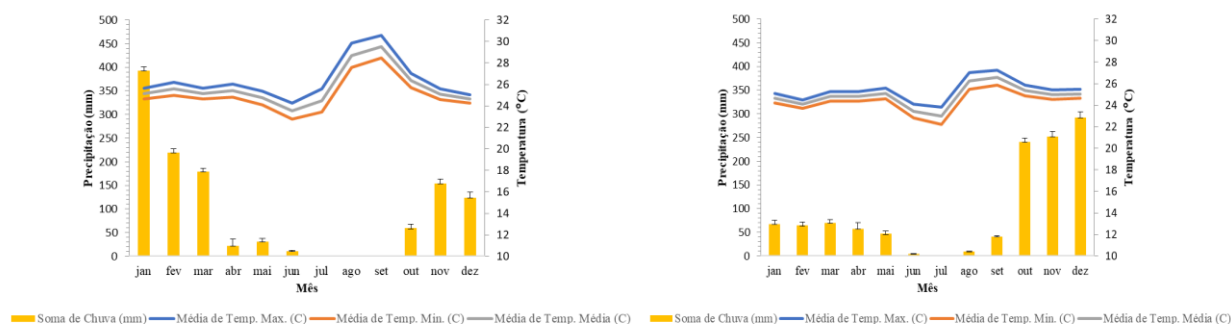


Figura 5 - Médias mensais e desvio padrão da temperatura máxima, mínima e média e precipitação do município de Juína - MT, para o período de 2016 e 2017. (Fonte: Os autores).

Os valores obtidos no presente estudo para 2018 e 2019 da média de temperatura máxima registrou entre 25,7 °C a 28,1 °C em agosto e setembro. A mínima foi de 22,3 °C a 23,5 °C nos meses de julho e setembro, enquanto que a média foi de 24,1 °C a 25,2 °C (Figura 6).

Os índices pluviométricos foram maiores, com valores de 220 mm a 326,2 mm, em dezembro e janeiro, e o menor foi observado para junho revelando 1,4 mm a 5,4 mm e não ocorrendo precipitação no mês de julho (Figura 6). O que corrobora com o estudo de Silva et al. (2013), ao estudar a distribuição da probabilidade de chuva no município de Sapezal - MT, revelou que o mês de julho é o mais seco e com menor ocorrência de precipitação em função da correlação a estação bem definida da região.

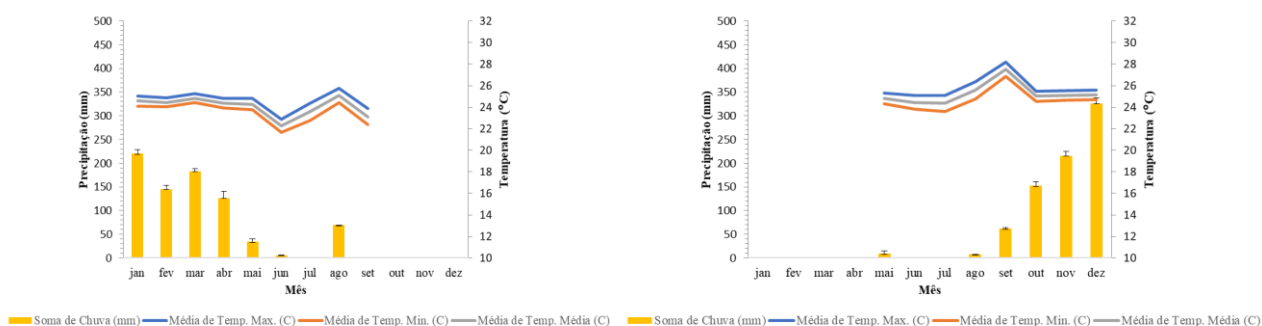


Figura 6 - Médias mensais e desvio padrão da temperatura máxima, mínima e média e precipitação do município de Juína - MT, para o período de 2018 e 2019. (Fonte: Os autores).

CONCLUSÃO

O município de Juína – Mato Grosso apresentou durante o período estudado uma variabilidade na temperatura e precipitação. A temperatura mais elevada foi em 2016, enquanto o ano com menores temperatura em 2018, podendo contextualizar que houve mudança na temperatura durante todos os anos. Já a precipitação o ano de 2013, teve maior índice pluviométrico retratando 464 mm no mês de fevereiro e o menor em 2018 com 220 mm em janeiro. Os meses mais chuvosos dentre os anos estudados, foram janeiro, fevereiro e dezembro, retratando esse período como a época chuvosa e com temperaturas mais amenas. Assim, os meses de junho, julho e agosto, corresponderam ao período de estiagem que representaram os mais críticos em ambos os aspectos estudados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelo fornecimento dos dados e ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

REFERÊNCIAS

BATISTÃO, A. C. et al. Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juína (MT). Revista Brasileira de Climatologia, v.13, n.9, p.258-270, 2013.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J.L.P.; HOFMANN, G.S. O clima da RPPN SESC Pantanal. UFRGS, Centro de Ecologia, Porto Alegre, p. 31, .2003.

CUNHA, G. R. et al. El Niño/La Niña-oscilação sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. *Revista Plantio Direto*, v. 20, n. 121, pág. 18-22, 2011.

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.

DOURADO NETO, D. et al. Ajustes de modelos de distribuição de probabilidade a séries históricas de precipitação pluvial diária em Piracicaba-SP. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.13, n.2, p.273-283, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico Juína. Brasil/ Mato Grosso, 2019. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/juina/panorama>>. Acesso em: 22 outubro 2020.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V. Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 28, n. 4, p. 429-440, 2013.

MOREIRA, P. S. P. et al. Ciclo diário de variáveis meteorológicas nos biomas do estado de Mato Grosso (meteorological variables daily cycle in Mato Grosso state biomes). *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 17, n. 11, p. 173 – 188, 2015.

ROCHA, A. A. et al. Caracterização da variabilidade climática em Diamantino/MT-Brasil no período de 1987 a 2017. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia*, v. 15, n. 27. p. 69, 2018.

SILVÉRIO, D. et al. Amazônia em chamas, Nota Técnica Do Instituto De Pesquisa Ambiental Da Amazônia - IPAM, Brasília -DF. 2019. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2019/08/NT-Fogo-Amazo%CC%82nia-2019.pdf>. Acessado em: 24 de outubro de 2020.

SILVA, R. E.; SILVA, G. A. A Importância Do Clima Na Instalação E Produção Cafeeira No Cerrado Mineiro: O Caso de Patrocínio no Alto Paranaíba (Mg). *Revista Geonorte*, v. 3, n. 9, p. 840–852-840–852, 2012.

SILVA, E. S. et al. Distribuição da probabilidade de chuva no município de Sapezal–MT. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia*, v. 9, n. 17, p. 1112-1122, 2013.

CRESCIMENTO INICIAL DE QUATRO ESPÉCIES NATIVAS DA AMAZÔNIA PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Osmair Carlos Rossetto de Góis¹, Rubens Marques Rondon Neto²

¹ Engenheiro Florestal, Esp., Acadêmico do Curso de Bacharelado em Direito da Unemat – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. osmairdegois@gmail.com.

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Unemat – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de quatro espécies florestais nativas da Amazônia norte mato-grossense, a fim de selecioná-las para uso em reflorestamentos que visam a recuperação de áreas degradadas na região. O experimento foi instalado no município de Alta Floresta – norte do Estado de Mato Grosso, através do plantio das seguintes espécies que representaram os tratamentos, pertencentes aos respectivos grupos ecológicos foram: pioneiras - varjão (*Parkia multijuga* Benth.) e peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum* Benth.) e clímax tolerante a sombra - copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e ingá (*Inga* sp.). O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, formado por quatro plantas, sendo os tratamentos constituídos pelas quatro espécies. Após doze meses do plantio foram realizadas as avaliações dos seguintes parâmetros: sobrevivência, crescimento em altura total e diâmetro do tronco a 5 cm do solo. Todos esses parâmetros foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%), com auxílio do programa estatístico SISVAR. Verificou-se que as espécies pioneiras *Aspidosperma desmanthum* Benth. e *Parkia multijuga* Benth. apresentaram as maiores taxas de sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro, com potencialidades de uso em recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: Recuperação de áreas degradadas; reflorestamento; revegetação.

INTRODUÇÃO

Na recuperação de áreas de proteção permanentes degradadas, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 429 (2011), deve-se utilizar espécies florestais nativas de ocorrência regional, que regeneram naturalmente em locais com condições ecológicas semelhantes aos da área a ser recuperada. A escolha correta das espécies florestais para a regeneração artificial por meio de semeadura direta e/ou plantio de mudas, deve atender os quesitos de melhoria das características edáficas, além de maior promoção de interação entre a espécie florestal e os elementos bióticos.

Em relação a recuperação de áreas de reserva legal degradadas, de acordo com a Lei nº 12.651/2012 em seu art. 66, §3º, prevê a recomposição pelo plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal, sendo que a combinação de espécies exóticas deverá ser intercalada com espécies nativas de ocorrência regional, sendo que esta recomposição com espécies exóticas não deve ultrapassar 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recuperada.

Dentre os pontos críticos do processo de recuperação de áreas degradadas tem-se a seleção correta das espécies arbustivas e arbóreas, as quais devem dar início ao processo de sucessão secundária (CORRÊA, 2007). Portanto, tal prática é de suma importância para o sucesso do processo de recuperação da área degradada, entretanto, considera-se obrigatório levar em consideração as particularidades das condições ambientais de cada local da área. A flora do bioma Floresta Amazônica apresenta vasta diversidade de espécies florestais, sendo que muitas delas podem apresentar potencialidades de uso na recuperação das áreas degradadas. No entanto, para Tonini et al. (2008) existe uma carência de conhecimentos científicos sobre o comportamento e crescimento das espécies nativas submetidas às diferentes condições edafoclimáticas da região Amazônica. O grande desafio é de encontrar formas de reflorestar áreas degradadas com o maior número de espécies nativas, e identificar espécies aptas a uso comercial e quais as que se adaptam melhor a plantios a pleno sol.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de quatro espécies florestais nativas da Amazônia norte mato-grossense, a fim de selecioná-las para uso em reflorestamento que visam a recuperação de áreas degradadas da região.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área do *Campus* Universitário da Unemat - Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Alta Floresta, no município de Alta Floresta - extremo norte do Estado de Mato Grosso. O ponto

central da área experimental situa-se entre as coordenadas geográficas 09°51'42,12" S e 56°04'08,58" W e a cerca de 284 m de altitude.

Na região, segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, sendo tropical chuvoso com estação seca nítida de dois meses. A precipitação pluviométrica é elevada, estando entre 2.500 a 2.750 mm, com intensidade máxima em janeiro, fevereiro e março (FERREIRA, 2001). A temperatura média anual varia entre 20°C e 38°C, tendo média de 26°C e apresenta uma umidade relativa bastante elevada.

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico a Moderado, de textura média com cascalho/argilosa e relevo suave ondulado (MOREIRA; VASCONCELOS, 2007). Segundo Ferreira (2001), o relevo apresenta Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e a região encontra-se inserida na Grande Bacia Amazônica. A vegetação original é classificada como Floresta Ombrófila Aberta.

As espécies nativas da região do município de Alta Floresta/MT utilizadas no experimento que representaram os tratamentos, pertencentes aos respectivos grupos ecológicos foram: pioneiras - varjão (*Parkia multijuga* Benth.) e peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum* Benth.); e clímax tolerante a sombra - copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e ingá (*Inga* sp.).

As sementes das espécies florestais estudadas foram obtidas em árvores existentes nos remanescentes florestais do perímetro urbano da cidade de Alta Floresta/MT. As mudas utilizadas foram produzidas em tubetes de polipropileno com capacidade de 50 cm³. Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial, o qual era composto por casca de árvore semidecomposta e vermiculita.

A área experimental inicialmente era ocupada por capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha*), que foi eliminado durante o preparo do solo, através do uso de quatro gradagens na profundidade de aproximadamente 20 cm. O plantio das mudas foi realizado no mês de maio de 2009, coincidindo com o início da estação de seca na região, que se estende entre os meses de maio a setembro. O espaçamento de plantio foi 1,0 x 1,0 m, a fim de avaliar apenas a fase inicial de desenvolvimento e sobrevivência das espécies florestais.

Com intuito de manter a umidade do solo suficiente para o desenvolvimento das plantas foi utilizado nas covas 0,3 litros de solução de hidroretentor (hidrogel), preparada na proporção de 3,0 g.L⁻¹ de água. As irrigações eram efetuadas quinzenalmente, colocando-se aproximadamente 2,0 litros de água por planta. O controle das plantas invasoras foi realizado manualmente com enxada, sendo necessária a realização de cinco operações.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, formado por quatro plantas, sendo os tratamentos constituídos pelas quatro espécies. Após doze meses do plantio foram realizadas as avaliações dos seguintes parâmetros: sobrevivência, crescimento em altura total e diâmetro do tronco a 5 cm do solo. Todos esses parâmetros foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%), com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aos doze meses após o plantio constatou-se que houve diferenças estatísticas significativas para a sobrevivência das quatro espécies florestais testadas, sendo que *Aspidosperma desmanthum* e *Parkia multijuga* diferiram estatisticamente entre si (Tabela 1). Ambas as espécies pertencentes ao grupo ecológico das pioneiras foram as que tiveram os maiores índices de sobrevivência, devido apresentar maior adaptabilidade de estabelecimento em ambientes totalmente abertos na fase inicial de desenvolvimento.

Tabela 1 – Médias de sobrevivência, altura total, diâmetro do tronco a 5 cm do solo e coeficiente de variância (CV). Médias seguidas de letras iguais não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (5%)

Espécie	Sobrevivência (%)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	93,7 c	69,33 c	0,60 b
<i>Copaifera langsdorffii</i>	67,1 b	25,37 a	0,34 a
<i>Inga</i> sp.	46,9 a	29,12 ab	0,41 ab
<i>Parkia multijuga</i>	72,9 b	44,53 b	1,43 c
C.V. (%)	10,8	16,6	14,0

As taxas de sobrevivência das espécies classificadas ecologicamente como pioneiras obtidas no presente trabalho, são considerados por Lazarini et al. (2001), como satisfatório para ambientes degradados. Em área ciliar degradada anteriormente ocupada por pastagem no município de Unai/MG, Pinto et al. (2007) obtiveram valores médios de sobrevivência inferiores para sete espécies nativas de mata de galeria, ocorrentes em ambiente com domínio de Cerrado. Outro fator que provavelmente contribuiu com as mortalidades das plantas dessas duas espécies foi a competição com *Brachiaria brizantha*.

Em relação ao crescimento em altura total verificou-se que até os doze meses após o plantio houve diferenças estatísticas significativas entre as espécies que obtiveram maior crescimento em altura. *Aspidosperma desmanthum* foi a espécie obteve o maior valor médio de crescimento em altura total, sendo 69,33 cm, e medidas que variaram de 18 a 112 cm, diferindo estatisticamente das demais espécies avaliadas. O crescimento em altura e

a sobrevivência de forma satisfatória indicam até o momento que *Aspidosperma desmanthum* é uma espécie com potencial de uso na recuperação de áreas degradadas.

A espécie que apresentou o menor crescimento em altura em relação às outras avaliadas foi *Copaifera langsdorffii*, com média de 25,37 cm, tendo indivíduos variando de 18 a 56 cm de altura. Médias superiores para crescimento em altura de *Copaifera langsdorffii* foram encontradas por Botelho et al. (1996), na região sul de Minas Gerais, sendo 28 e 86 cm, aos 5 e 27 meses após plantio, respectivamente.

Para crescimento em diâmetro do tronco a 5 cm do solo, também houve diferenças significativas entre as quatro espécies florestais estudadas. *Parkia multijuga* foi a que apresentou maior média, sendo 1,43 cm aos doze meses após o plantio, com valores individuais de 0,6 a 3,6 cm. Para essa espécie taxas de crescimento diamétrico semelhantes foram encontradas por Costa et al. (2008), no município de Belterra/PA, em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós após colheita de madeira.

Copaifera langsdorffii foi a espécie que apresentou menor crescimento diamétrico, sendo 0,34 cm, com valores individuais que variaram de 0,1 a 1,0 cm, assim como no parâmetro altura total não diferiu estatisticamente de *Inga* sp. Em áreas de voçorocas no município de Nazareno/MG, Barros et al. (2007) obtiveram médias anuais de crescimentos em diâmetro semelhantes e superiores para *Inga sessilis* e *Inga marginata*, respectivamente. Novamente, as espécies pertencentes ao grupo ecológico de clímax tolerante a sombra teve as menores em médias de diâmetro.

Os menores valores de crescimento em altura e diâmetro do tronco ocorreram nas espécies florestais do grupo ecológico classificado como clímax tolerante a sombra. Resultados semelhantes foram encontrados por Resende et al. (1999), também constatando maior crescimento diamétrico de cinco espécies florestais pioneiras em relação outras três espécies classificadas com clímax tolerante a sombra e apenas uma espécie clímax exigente de luz. Tal fato demonstra a menor adaptabilidade das espécies pertencentes aos grupos ecológicos das clímax na fase inicial de desenvolvimento em relação às espécies pioneiras, em ambiente totalmente aberto.

Apesar dos indivíduos de *Inga* sp. e *Copaifera langsdorffii* apresentarem as menores taxas de sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro do tronco suas utilizações podem contribuir para estimular o aparecimento da fauna silvestre local. Lorenzi (1992) relata que ambas as espécies são muito atrativas para aves, disseminando as sementes dessas e de outras espécies arbustivas e arbóreas no ambiente degradado, o que as tornam de grande importância para a recuperação das áreas.

Visto isso, deve-se realizar um estudo minucioso a respeito das espécies que serão utilizadas para a recuperação de áreas degradadas, pois cada espécie apresenta desenvolvimento inicial em diferentes condições de solo, clima e competição. Sendo que a recomposição vegetal deve-se basear em uma vasta riqueza vegetal, para que a área a ser recuperada chegue ao mais próximo possível ao que era antes da degradação.

CONCLUSÃO

As espécies florestais *Aspidosperma desmanthum* e *Parkia multijuga* do grupo ecológico das pioneiras, apresentaram os maiores índices de sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro do tronco até os doze meses após o plantio. Portanto, até o momento avaliado essas espécies demonstraram potencialidades para uso em projetos de recuperação de área degradadas na região de estudo, devido ao rápido crescimento, o que contribuirá para o sombreamento do solo exposto, que poderá gerar condições para espécies classificadas como clímax, por exemplo *Inga* sp. e *Copaifera langsdorffii*, possam se desenvolver com maior qualidade.

REFERÊNCIAS

BARROS, D.L. et al. Avaliação das espécies vegetais em condições adversas na estabilização de voçorocas no município de Nazareno/MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado, RS. Anais... Gramado: 2007.

BRASIL. [Código Florestal Brasileiro (2012)]. Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF. 2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 8 out 2020.

BRASIL. [Conselho Nacional de Meio Ambiente (2011)]. Resolução Conama nº 429 de 28 de fevereiro de 2011. “Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs”. Diário Oficial da União. nº 43. 02 de março de 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=644>. Acesso em: 8 out. 2020.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. Revista Cerne, Lavras/MG, v.2, n.1, p.43-52, 1996.

CORRÊA, R.S. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: manual para revegetação. Brasília/DF: Universa, 2007.

COSTA, D.H.M.; SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós após colheita de madeira. *Rev. Ciências Agrárias*, Belém/PA, n.50, p.63-76, jul./dez. 2008.

FERREIRA, J. C. V. Mato Grosso e seus municípios. Cuiabá/MT: Secretaria de Estado da Educação, 2001.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008

LAZARINI, C.E. et al. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In: RIBEIRO, J.F., LAZARINI, C.E., SOUSA-SILVA, J.C. Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina/DF: EMBRAPA – Cerrados, 2001. p. 815-870.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum, v. 1. 1992.

MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. Mato Grosso: solos e paisagens. Cuiabá/MT: Entrelinhas, 2007.

PINTO, J.R. et al. Sobrevivência de espécies vegetais nativas do cerrado, implantadas segundo o modelo MDR-Cerrado para recuperação de áreas degradadas. *In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL*, 28., 2007, Caxambú, MG. Anais...Caxambú: 2007.

RESENDE, A.V. et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.11, p.2071-2081, 1999.

TONINI, H. et al. Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no Estado de Roraima. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 151-158, abr./jun. 2008.

CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÕES DE BORO

Lucas de Brito Lima Souza¹, Samiele Camargo de Oliveira Domingues², Edmar Santos Moreira¹, Dener Tesk¹, Lucas Eduardo Batista da Cruz¹, Marco Antonio Camillo de Carvalho¹.

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil. E-mail samieledomingues@gmail.com

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Nova Xavantina, MT, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O milho é um alimento básico da nutrição animal e humana, além de ter grande importância para geração de renda para o Brasil. Uma das principais dificuldades enfrentadas pela cultura, especialmente em regiões de Cerrado, é a deficiência de micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, entre os micronutrientes o boro (B) destaca-se por participar de uma série de processos fisiológicos, podendo assim interferir nas características vegetativas e produtivas das culturas. Objetivou-se no presente trabalho avaliar a aplicação de doses de B em combinação com diferentes épocas de aplicação, na cultura do milho. As unidades experimentais foram constituídas por vasos de 20 dm³ e o experimento foi conduzido em ambiente protegido localizado no Campus I da Unemat de Alta Floresta-MT, no ano de 2019. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3x5 perfazendo 15 tratamentos, com 4 repetições. Os tratamentos foram compostos pela combinação de 3 épocas de aplicação (sulco de semeadura e nos estádios fenológicos V4 e V7) e cinco doses de B (0, 0,5, 1, 2 e 4 kg ha⁻¹). As variáveis avaliadas foram: altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo. Para todas as variáveis não foi observado efeito das doses de B aplicadas e também de época de aplicação, demonstrando que não houve influência da aplicação de Boro independentemente da época de aplicação.

Palavras-chave: Adubação; Nutrição mineral; Micronutriente; *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays*) é um dos principais produtos agrícolas do mundo (ROSA; MARCHIORO, 2016). Devido seu alto valor nutricional, tornou-se destaque sua produção no mundo, portanto, o plantio tem sido amplamente recomendado, mas diversos fatores têm contribuído para o baixo rendimento das lavouras, entre eles, os aspectos relacionados à nutrição mineral, incluindo a fertilização de micronutrientes (JAMAMI et al., 2006)

A larga produção de milho visando aumentar o rendimento nas áreas agricultáveis, pode estar relacionada com a utilização adequada de micronutrientes, seja ela via solo, tratamento de sementes ou aplicação foliar (RIBEIRO; SANTOS; MENEZES, 1994). Entre os nutrientes necessários para a cultura do milho está o Boro (B), que causa problema de deficiência em cultivos agrícolas brasileiros, pois a deficiência deste micronutriente está frequentemente associada à sua baixa disponibilidade nos solos cultivados, principalmente pela adsorção do B(OH)-4 em óxi-hidroxidos de Fe e Al. Outros fatores que influenciam na disponibilidade do B é a matéria orgânica, textura do solo, conteúdo de umidade e interações antagonicas entre o B e outros íons, como o N, K e Ca e solos intemperizados (NETO et al., 2007).

Portanto, solos ácidos, pobres em nutrientes, baixa fertilidade nutricional ou com problemas de déficit hídrico, dificultam o manejo da cultura do milho, tornando indispensável o conhecimento das características e propriedades químicas do solo, objetivando assim manejo adequado, para o uso apropriado de insumos e produções mais rentáveis (RONQUIM, 2010). Dessa forma, objetivou-se avaliar o desempenho da cultura do milho sob diferentes doses e épocas de aplicações de boro.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em ambiente protegido pertencente a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário I, localizado às margens da MT-208 no município de Alta Floresta-MT. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3x5 perfazendo 15 tratamentos, com 4 repetições, entre os meses de agosto e novembro de 2019, sendo que na semeadura foram utilizadas 4 sementes/vaso na profundidade de 2 cm.

Os tratamentos foram compostos pela combinação de 3 épocas de aplicação (sulco de semeadura e nos estádios fenológicos V4 e V7) e cinco doses de B (0, 0,5, 1, 2 e 4 kg ha⁻¹).

Para os tratamentos que possuíam aplicação via sulco, o ácido bórico foi diluído em água e aplicado com auxílio de uma micropipeta no centro do vaso para evitar o contato direto com as sementes e não prejudicar a germinação. Após cinco dias de germinação foi realizado o desbaste, deixando apenas uma plântula por vaso. Os

tratamentos onde o ácido bórico foi aplicado nos estádios fenológicos V4 e V7, foi realizada a aplicação foliar com ajuda de um borrifador comum e uma lona de proteção entre os vasos para que não houvesse deriva para os tratamentos vizinhos.

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 20 dm³, o qual foi preenchido com solo adubado. O solo utilizado foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, de acordo com critérios de classificação descritos pela Embrapa (2013), cujas características químicas e granulométricas da camada de 0 - 20 cm foram obtidas conforme a metodologia da Embrapa (2009), e apresentaram os seguintes dados: argila: 393 g kg⁻¹; areia: 541 g kg⁻¹ e silte: 66 g kg⁻¹; pH em água: 5,6; P(mehlich⁻¹): 4,5 mg dm⁻³; K: 51 cmol_c dm⁻³; Ca: 1.56 cmol_c dm⁻³; Mg: 0,35 cmol_c dm⁻³; Al: 0 cmol_c dm⁻³; V: 38,57% e CTC: 5,7 cmol_c dm⁻³.

Antes da semeadura foi realizada a correção do solo com o uso de calagem onde foram aplicados o equivalente a 1264 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 90%), sendo aplicado 0,632 g dm⁻³ do calcário. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com as recomendações de Malavolta et al. (1981), onde foram aplicados por dm³ 200 mg de P e 150 mg de K, e a adubação de cobertura foi parcelada em três vezes, sendo que a primeira e na segunda foram aplicados 44 mg de N dm⁻³ e a terceira 277mg de N dm⁻³ totalizando a dose equivalente a 110 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia (45% de N). E o controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado de acordo com a necessidade da cultura durante a condução do experimento.

As avaliações foram realizadas aos 84 dias após a emergência, onde analisou-se as características vegetativas, altura de planta, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro do colmo. Para determinação da altura de inserção da espiga, foi mensurada a distância do solo até a inserção da mesma na planta, e para altura de planta, foi determinada a distância do solo até a inserção da última folha com colar visível (folha bandeira), utilizando-se para isso uma fita métrica os resultados foram expressos em metros. O diâmetro do colmo foi mensurado no segundo entre nó de cada planta com auxílio de um paquímetro digital sendo os resultados expressos em mm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste F. Em seguida as médias, quando significativas, para o fator qualitativo ocorreu a comparação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para o fator quantitativo foi realizado o estudo de regressão polinomial, utilizando o software SISVAR® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo indicaram que não ocorreu diferença significativa entre as épocas de aplicação e doses utilizadas, assim como também não ocorreu interação significativa entre a épocas de aplicação e doses. As médias dessas variáveis podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios para altura de plantas, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo de plantas de milho em função da época de aplicação e dose de Boro. Alta Floresta – MT (2020)

Época de Aplicação (EA)	Altura de planta (m)	Altura de inserção de espiga (m)	Diâmetro de colmo (mm)
Sulco	2,24	1,15	15,01
V4	2,17	1,12	14,90
V7	2,28	1,21	15,30
Valor de F	0,95 ns	1,77 ns	0,66 ns
DMS Tukey (5%)	----	----	----
Dose de Boro (kg ha ⁻¹)			
0	2,39	1,26	15,10
0,5	2,29	1,20	15,21
1,0	2,20	1,11	14,96
2,0	2,14	1,09	15,22
4,0	2,12	1,12	14,85
Valor de F	2,19 ns	2,40 ns	0,24 ns
F Regr. Linear	----	----	----
F Regr. Quadrática	----	----	----
Interação EA x B			
Valor de F	1,16 ns	1,85 ns	0,92 ns
CV (%)	11,72	13,51	7,45

Obs. ns corresponde a não significativo pelo teste F.

Fonte: O autor.

Javorski et al. (2016) estudando a aplicação foliar de cálcio e boro na cultura do milho, aplicados na fase fenológica V6, também não verificaram diferença significativa em relação à altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo. Neste mesmo sentido, avaliando adubação foliar em milho com três doses de B (0, 1 e 2 kg ha⁻¹) na forma de ácido bórico, Jamami et al. (2006) também não verificaram diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis, altura de planta e diâmetro do colmo, corroborando ambos os trabalhos com os dados obtidos na presente pesquisa. Ainda Jamami et al. (2006) comentam que a não resposta da cultura do milho a adubação com B pode ocorrer em virtude de as doses utilizadas não terem sido suficientes para aumentar significativamente os níveis de B no solo ou os níveis iniciais de boro no solo tenham sido suficientes para alcançar os teores normais na planta de milho.

De acordo com Touchton e Boswell (1975), a respeito dos teores de boro no solo, fica difícil afirmar se são ideais ou não para a cultura, pois existem diversos relatos de nível crítico para boro, com variação bastante ampla, entre 4 e 100 mg kg⁻¹.

CONCLUSÃO

Para a todas as variáveis não foi observado efeito das doses de B aplicadas e das épocas de aplicação. Assim, para presente condições não ocorre a necessidade da aplicação de boro para a cultura do milho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), à CNPq e FAPEMAT pela concessão de bolsa dos autores.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- JAMAMI, N. et al. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e de zinco no solo, *Acta Scientiarum, Agronomy, Botucatu*, v. 28, n. 1, p. 99-105, 2006.
- JAMAMI, N. et al. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e de zinco no solo, *Acta Scientiarum, Agronomy, Botucatu*, v. 28, n. 1, p. 99-105, 2006.
- JAVORSKI, M. et al. Rendimento de sementes de milho em função da adubação foliar com cálcio e boro no estágio fenológico (V6). *Revista Cultivando o Saber*, v. 8, n. 2, p. 132-142, 2015.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594p.
- OLIVEIRA NETO, V.D. et al. Influência de boro no rendimento do girassol, *In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)*, In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 17, 2007, Uberaba. Anais [...]. Uberaba: Simpósio nacional sobre a cultura de girassol, 5, 2007, Uberaba, MG, Uberaba: EPAMIG: Fundação Triângulo; Londrina: Embrapa Soja, 2007.
- RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S.; MENEZES, N.L. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho, *Scientia Agricola, Santa Maria*, v. 51, n.(s/n), p. 481-485, 1994.
- RONQUIM, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais, *Embrapa Monitoramento por Satélite, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 2010.,
- ROSA, M.J.A.; MARCHIORO, L.W. Estrutura e dinâmica da produção do Milho em Mato Grosso. *Revista de Economia da Ueg*, v. 12, n. 2, p. 356 - 377, 2017.
- SILVA, F.C.D.S. (Ed.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. (Vol. 627). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009. 627p.
- TOUCHTON, J.T.; BOSWELL, F.C. Boron application for corn grown on selected sotheastern soils. *Agron. J.*, Madison, v. 67, n. 2, p. 197200, 1975.

DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA CARACTERÍSTICA DENDROMÉTRICA ALTURA DOMINANTE EM PLANTIOS DE *Eucalyptus grandis*

Weslei Butturi¹, Vinicius Augusto Morais²

¹Mestrando no Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), Alta Floresta, MT; e-mail: wesleiengflorestal@gmail.com

²Professor adjunto a Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

A silvicultura no Brasil passa por um período de expansão, sendo o Eucalipto a espécie cultivada em maior escala, representando 73% do total. Uma característica marcante em área reflorestada é a sua aparente homogeneidade, contudo, é frequente a observação de variações significativas ao longo do plantio, essas variações estão atreladas a vários fatores, dentre eles: solo, topografia, variações na prática silvicultural de plantio e outros. A geoestatística é uma ferramenta adequada e fundamental para a análise de propriedades variáveis no espaço, que apresentam algum grau de organização ou continuidade detectáveis por medidas de dependência espacial. A altura dominante (HD) apresenta um papel importante na tomada de decisão, pois permite avaliar e classificar o potencial produtivo de um determinado local. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dependência espacial da HD em um plantio de *Eucalyptus grandis* na região sul do estado de São Paulo, município de Campina do Monte Alegre. A área de estudo foi em uma propriedade de 1.067,24 hectares. Os dados foram obtidos por amostragem sistemática em 130 parcelas. Para as análises estatísticas utilizou-se o software R. Os dados apresentaram similaridade a uma distribuição normal pelo teste de Shapiro Wilk. O estudo indicou anisotropia nos dados. O modelo esférico foi o que melhor se ajustou na representação dos dados amostrados. Através do mapa de krigagem foi possível representar graficamente as áreas de maior concentração de HD.

Palavras-chave: Análise Espacial; Geoestatística, Silvicultura, Dendrometria, Krigagem.

INTRODUÇÃO

A silvicultura no Brasil passa por um período de expansão dos seus projetos florestais, tanto dos já existentes quanto dos que ainda serão implantados (FILGUEIRAS et al., 2011), frente a alta demanda por produtos do setor e a escassez e forte pressão burocrática ambiental dos insumos oriundos de fontes de florestas nativas.

A área total de árvores plantadas no Brasil é de 7,83 milhões de hectares sendo o Eucalipto a espécie cultivada em maior escala, ocupando área de 5,7 milhões de hectares, o que representa 73% do total da área do setor, localizados, principalmente, nos estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%) (IBÁ, 2019).

As plantações de árvores brasileiras são as mais produtivas do mundo. Em 2018, no Brasil a produtividade média foi de 36,0 m³/ha/ano para os plantios de eucalipto, que mesmo com as alterações climáticas, principalmente, relacionadas ao regime de chuvas em várias partes do território nacional, apresentou um aumento de 0,5% ao ano de produtividade (IBÁ, 2019).

Uma característica marcante em área reflorestada é a sua aparente homogeneidade; contudo, é frequente a observação de variações significativas ao longo do plantio. Essas variações estão atreladas a vários fatores, dentre eles: solo, topografia, variações na prática silvicultural de plantio e outros. Sendo, o conhecimento dessas variações importante para o inventário e o manejo florestal (MELLO; BATISTA; RIBEIRO JUNIOR, 2005).

A geoestatística é uma ferramenta adequada e fundamental para a análise de propriedades variáveis no espaço, que apresentam algum grau de organização ou continuidade detectáveis por medidas de dependência espacial (VIEIRA; DECHEN, 2010, GREGO et al., 2012).

O variograma é uma ferramenta básica de suporte às técnicas de krigagem, que permite representar quantitativamente a variação de um fenômeno regionalizado no espaço. O nível de dependência entre essas duas variáveis regionalizadas, X e Y, é representado pelo variograma, $2\gamma(h)$, o qual é definido como a esperança matemática do quadrado da diferença entre os valores de pontos no espaço, separados pelo vetor distância h (CAMARGO, 1998).

Para a obtenção de um variograma, é suposto que a variável regionalizada tenha um comportamento fracamente estacionário, onde os valores esperados, assim como sua covariância espacial, sejam os mesmos por uma determinada área. Assume-se, desse modo, que os valores dentro da área de interesse não apresentem tendência que possam afetar os resultados (LANDIM; STURARO; MONTEIRO, 2002).

A altura dominante apresenta um papel importante na tomada de decisão, pois permite avaliar e classificar o potencial produtivo de um determinado local. Contudo, nos inventários florestais tradicionais as variáveis são

obtidas assumindo o pressuposto de que a sua média é constante em toda a população (ATAÍDE et al., 2020; MELLO et al., 2009). Por outro lado, a posição das unidades amostrais pode influenciar no valor da variável desejada, sendo importante considerar tal efeito nas análises, permitindo maximizar o uso das informações disponíveis na área (ATAÍDE et al., 2020).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a dependência espacial da característica dendrométrica, altura dominante (HD), em um plantio de *Eucalyptus grandis* na região sul do estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área de 1.067,24 hectares localizada no município de Campina do Monte Alegre na região sul do estado de São Paulo (Figura 1).

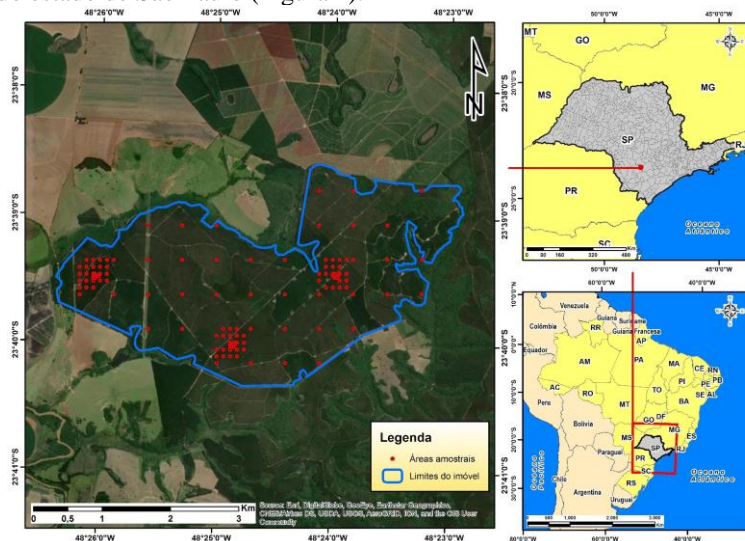


Figura 1 – Localização da área de estudo. (Fonte: O autor).

Os dados foram obtidos por meio de amostragens em 130 parcelas distribuídas de forma sistemática ao longo da área de estudo. Para os cálculos do teste de normalidade, do variograma experimental, variograma direcional, anisotropia e krigagem utilizou-se o software R Studio pacote geoR e SplanCS. Para plotagem dos mapas utilizou-se o software ArcGis versão 10.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos das áreas amostrais foram representados por meio do gráfico de histograma (Figura 2) para melhor visualização da distribuição espacial dos valores encontrados ao longo das parcelas.

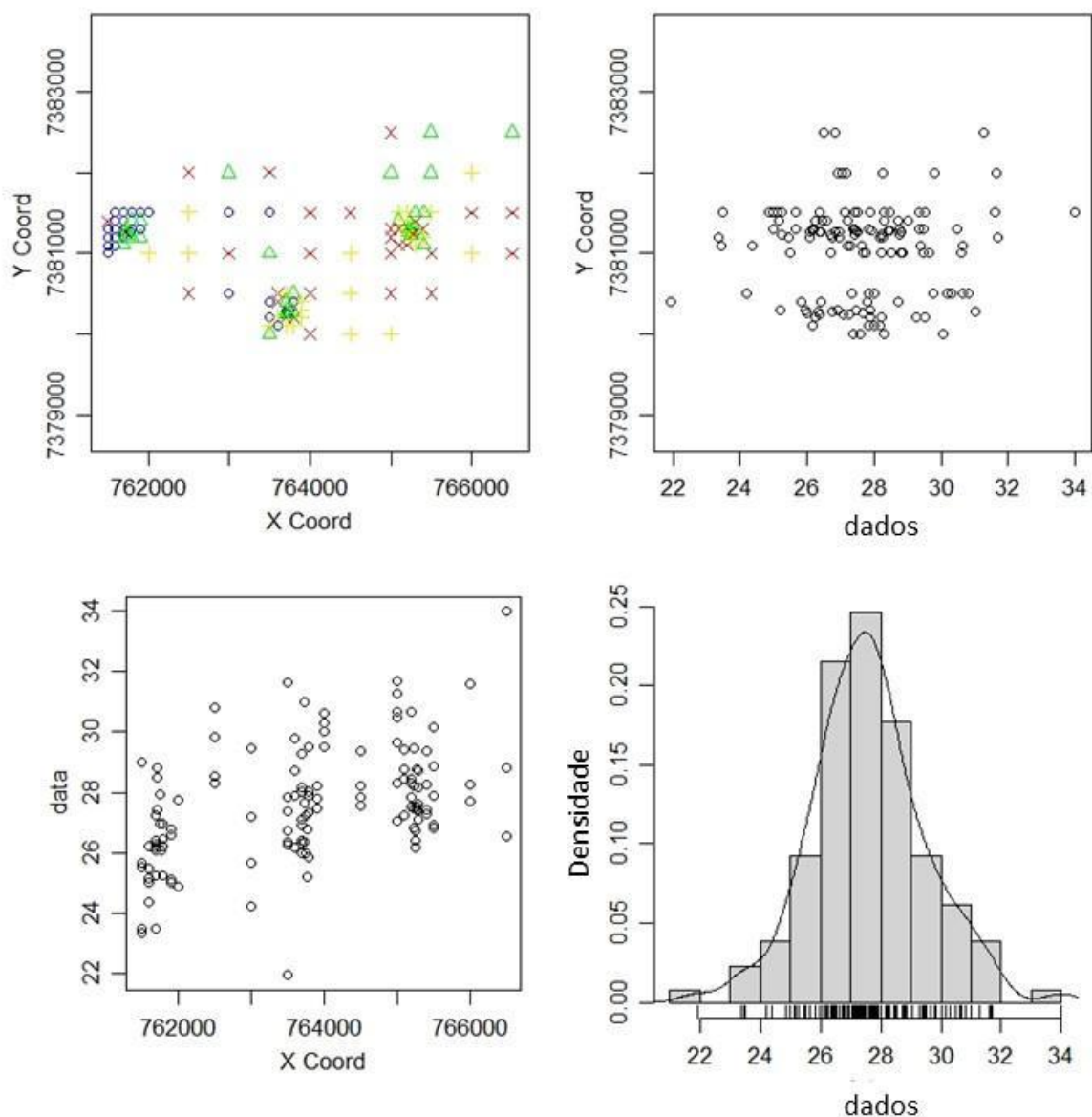


Figura 2 – Distribuição espacial dos dados amostrados. (Fonte: O autor).

Foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk onde os resultados mostraram que os dados apresentam similaridade a uma distribuição normal, $p\text{-value} = 0,3437$. Mello et al., (2005) afirmam que a geoestatística não exige normalidade dos dados para ser aplicada.

Foi calculado o semivariograma da altura dominante (HD) tendo como base o número mínimo de pares de pontos igual a 15, máxima distância de 2000 metros e um limite máximo de 80 pontos plotados no gráfico, assim obteve-se o semivariograma experimental.

Na sequência, foram calculados os semivariogramas direcionais nas seguintes direções 0° , 45° , 90° e 135° e gerado o gráfico (Figura 3) para verificar a existência de anisotropia (ATAÍDE et al., 2020).

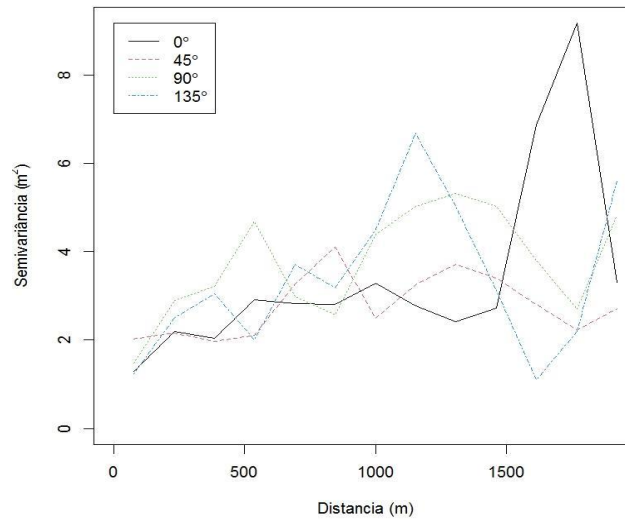


Figura 3 – Anisotropia para as direções 0°, 45°, 90° e 135°. (Fonte: O autor).

Analisando o gráfico de anisotropia (Figura 3) pode-se concluir que a distribuição dos valores de HD varia conforme há mudança de direção, indicando que existe anisotropia nos dados. Normalmente elementos estudados pelas geociências apresentam distribuição anisotrópica, significando haver direções privilegiadas que condicionam a gênese do fenômeno (BERVEGLIERI; MENEGUETTE JUNIOR; PITERI, 2011).

Com base no semivariograma experimental foi possível extrair os valores de efeito pepita (nugget), contribuição (sill) e alcance (range) para o ajuste e seleção dos modelos variográficos. Foram ajustados os modelos Exponencial, Gaussiano, Esférico e Máxima Verossimilhança (MaxVer) (Figura 4).

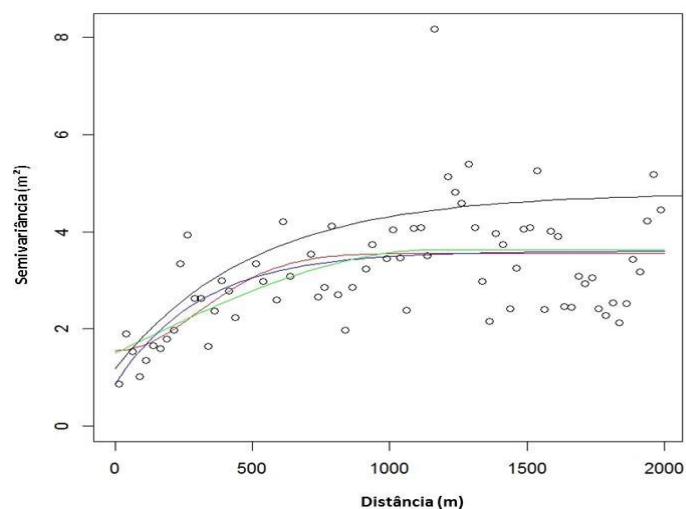


Figura 4 – Curva de ajuste dos modelos. Cor vermelha para modelo Gaussiano, azul para modelo Exponencial, verde para modelo Esférico e preto para modelo MaxVer. (Fonte: O autor).

A partir dos ajustes dos modelos, foi possível obter o alcance prático (practical range) que apresentou os seguintes valores para cada modelo: 736,26 metros para modelo Gaussiano, 1168,39 metros para Esférico, 934,59 metros para Exponencial e 1497,86 metros para MaxVer.

Dentre os modelos ajustados, o modelo Esférico foi o que apresentou melhor ajuste ao semivariograma experimental (Figura 4), resultado semelhante ao encontrado por Ataíde et al., (2020) que avaliaram a espacialização da HD em povoamentos de eucalipto usando métodos geoestatísticos.

Foi gerado o mapa de Krigagem utilizando o modelo Esférico, com uma malha regular de pontos de 100x100 metros (Figura 5).

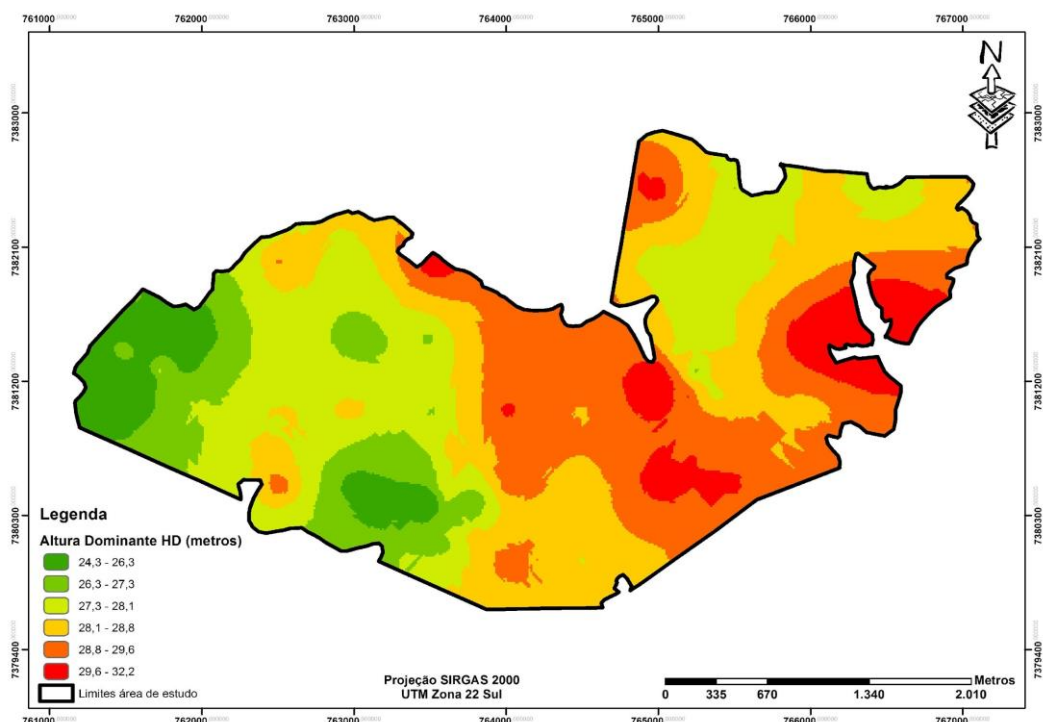


Figura 5 – Mapa de krigagem para Altura Dominante (HD). (Fonte: O autor).

Com base no mapa de krigagem, foi possível identificar os locais que apresentaram os maiores valores de HD ao longo da área de estudo. A região localizada mais a leste da área de estudo, concentrou os maiores valores de HD (Figura 5).

CONCLUSÃO

Foi identificada dependência espacial para altura dominante, sendo uma variável com característica anisotrópica ao longo da área de estudo, indicando que tal variável apresenta variação em sua distribuição em diferentes direções no espaço.

O modelo de ajuste variográfico que melhor representou a distribuição espacial de HD foi o modelo Esférico.

Através da técnica de krigagem foi possível representar de forma gráfica a distribuição espacial da HD ao longo da área de estudo, e estes dados podem servir de base para tomada de decisão em trabalhos de inventário florestal.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) pela oportunidade de realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ATAÍDE, D. H. et al. Métodos geoestatísticos e determinísticos na espacialização da altura dominante em povoamento de eucalipto. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 43, n. 1, p. 98–108, 2020.

BERVEGLIERI, A. et al. Aplicação do interpolador krigagem em modelos digitais de terrenos, comparando-se os casos de isotropia e anisotropia. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, v. 1, n. 2004, p. 7222–7229, 2011.

CAMARGO, E. C. G. Geoestatística: Fundamentos e Aplicações. In: Geoprocessamento em projetos ambientais. [s.l: s.n.]. p. 36.

FILGUEIRAS, G. C. et al. Análise e perspectivas para o desenvolvimento da silvicultura no estado do Pará. Revista Amazônia Ciência e Desenvolvimento, v. 7, n. 13, p. 33–60, 2011.

GREGO, C. R. et al. Variabilidade espacial do solo e da biomassa epígea de pastagem, identificada por meio de geostatística. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 9, p. 1404–1412, 2012.

IBÁ. IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores, Relatório 2019. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R.; MONTEIRO, R. C. Krigagem Ordinária para Situações com Tendência Regionalizada. Rio Claro - SP: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>.

MELLO, J. M. et al. Continuidade espacial para características dendrométricas (número de fustes e volume) em plantios de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, v. 33, n. 1, p. 185–194, 2009.

MELLO, J. M. et al. Estudo da dependência espacial de características dendrométricas para *Eucalyptus grandis*. Revista Cerne, v. 11, n. 2, p. 113–126, 2005.

VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F. Spatial variability studies in São Paulo, Brazil along the last twenty five years. Bragantia, v. 69, n. suppl, p. 53–66, 2010.

DEPENDÊNCIA ESPACIAL DO VOLUME DE MADEIRA PARA UMA ÁREA DE FLORESTA AMAZONICA

Laiz Bruna Diniz da Silva¹, Gabriel Maculan², Daniela Domícia da Silva³, Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida³, Vinícius Augusto Moraes⁴

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. E-mail: laiz_diniz@hotmail.com.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, graduando de Engenharia Florestal, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso, Professor adjunto da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias e do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

A estimativa volumétrica é ferramenta fundamental em planos de manejo florestal e também em pesquisas que tenham o interesse de quantificar o estoque de madeira. Existem várias formas de estimativas volumétrica na literatura, bem como, por equações volumétricas, fator de forma, ferramentas do sensoriamento remoto, geoestatística, entre outros. A componente espacial, quando incorporada nas análises, auxilia de forma significativa para uma melhor precisão das inferências estatísticas, realizadas para a estimativa das variáveis dendrométricas de interesse. Dessa maneira, este estudo teve como objetivo avaliar a dependência espacial da variável volume em um fragmento florestal do norte do Mato Grosso. O estudo foi desenvolvido em uma área no município de Nova Bandeirantes - MT. Realizou-se a análise estatística dos dados, e o ajuste de modelos variográficos. Não foi observado dependência espacial do volume para área em estudo, portanto não se aplica interpolação da geoestatística nesse caso.

Palavras-chave: Geoestatística; Semivariograma; Estimativa volumétrica.

INTRODUÇÃO

A floresta amazônica possui grande diversidade e variabilidade de suas formações florestais ao longo de sua extensão, bem como florestas úmidas e secas, manguezais, matas de várzea e de igapó, campos inundados, matas de terra firme, e também áreas de transição com cerrado e pantanal. Dentre essas, as florestas primárias de terra firme são densas, perenes e adaptadas à água em abundância. Por ter uma alta densidade de árvores e copas frondosas o solo e o ar dessas florestas são úmidos (COPERTINO et al., 2019).

Copertino et al. (2019) defendem ainda que o bioma Amazônico, além de apresentar uma elevada biodiversidade, também contribui positivamente para regular o clima do planeta, visto que a evapotranspiração da floresta alimenta os extensos "rios voadores", que são correntes de jato que se formam na região equatorial do Oceano Atlântico e que percorrem as altas camadas da atmosfera (3-5 km de altura). A floresta retroalimenta esses rios de vapor d'água que levam a umidade da Amazônia para o centro-oeste, sudeste e sul do Brasil.

Neste contexto, estudar as florestas Amazônicas é essencial no aspecto de entender suas funções, o que elas possuem de volume de madeira, diversidade, riqueza, o que pode ser retirado para o uso de matéria prima e o que deve-se manter como uma forma de conservação deste bioma. O inventário florestal proporciona informações muito importantes, onde através disso conseguimos mensurar variáveis dos indivíduos arbóreos, e quantificar volume, área basal, e diversidade de espécie alocadas nessas áreas de florestas.

A estimativa volumétrica muito se aplica em planos de manejo florestal e também em pesquisas que tenham o interesse de quantificar o estoque de madeira. Existem várias formas de estimativas volumétrica na literatura, mensuração por equações volumétricas, fator de forma, ferramentas do sensoriamento remoto, geoestatística, entre outros (DE MIRANDA et al., 2015; DOS REIS, 2015; SILVA et al., 2009; FERNANDES et al., 2017).

Na geoestatística comumente se aplica, a técnica de interpolação por krigagem, onde a própria variável resposta depende apenas dela mesma e da distância entre suas medições (LADIN, 2002). De acordo com Rufino et al. (2006), um passo fundamental para se utilizar as ferramentas da geoestatística é que a variável em estudo possua dependência espacial, algumas variáveis já estudadas que pode-se citar como exemplo para a aplicação da geoestatística são altura, DAP, área basal, volume, altura dominante etc.

Para determinar se as unidades amostrais possuem dependência espacial se utiliza o semivariograma experimental ou semivariograma empírico. O semivariograma pode ser entendido como uma forma geoestatística

de caracterização da continuidade espacial de variáveis regionalizadas que exige hipóteses de estacionaridade menos restritivas, como a hipótese intrínseca (RIBEIRO JÚNIOR, 1995). Guedes et al. (2015), relatam que a componente espacial, quando incorporada nas análises, auxilia de forma significativa para uma melhor precisão das inferências estatísticas realizadas para a estimativa das variáveis dendrométrica de interesse.

Dessa maneira, este estudo teve como objetivo analisar a dependência espacial da variável volume em um fragmento florestal do norte do Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em um fragmento florestal localizado no município de Nova Bandeirantes – MT, na bacia Amazônica (PORTAL DO MATO GROSSO, 2017). Situado ao norte do estado de Mato Grosso, possui uma extensão territorial de 9.593,268 km², densidade demográfica de 1,21 hab/km² e Índice de desenvolvimento humano municipal de 0,650 (IBGE, 2018). Clima característico como tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw), mais especificamente equatorial quente e úmido, com 2 meses de seca, junho e julho. Precipitação anual de 2.750mm, com intensidade máxima em janeiro, fevereiro e março. Temperatura média anual 24°C, maior máxima 40°C, e menor mínima 4°C.

Os dados de inventário florestal, DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) e altura das árvores, coordenadas geográficas de cada indivíduo e identificação botânica, foram disponibilizados pela SEMA (Secretaria do Estado de Meio Ambiente). Os volumes foram calculados aplicando a equação do volume do cilindro e corrigido pelo fator de forma 0,7.

Para estudo da dependência espacial da variável volume foi aplicado o estudo variográfico. Segundo Isaaks e Srivastava (1998), o estudo variográfico demonstra como os dados se distribuem a partir de uma distância mínima até a distância máxima entre os pontos do campo amostral, a partir de um gráfico de semivariância. A semivariância total se desmembra em distâncias distintas, assim se utiliza para estimativa da estrutura espacial, e a partir disso é possível calcular a contribuição, o alcance e o efeito pepita, e por fim entender se os dados possuem dependência espacial.

Para a construção do semivariograma se utilizou o pacote geoR (RIBEIRO et al., 2020) do software R (R CORE TEAM, 2020). Após isso, foram ajustados modelos exponencial, esférico e gaussiano pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários e também pelo método da Máxima Verossimilhança. Por fim, para analisar a precisão dos modelos ajustados foi realizada a validação, calculado o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o erro médio, se o AIC for menor que dois ou quanto mais baixo esse valor maior a semelhança entre os modelos ajustados, e quanto menor o valor do erro médio maior a precisão desses ajustes.

Também foi analisada a anisotropia dos dados na direção de 0°, 45°, 90° e 135°. Yamoto e Ladim (2015), relatam que os dados são anisotrópicos quando a uma mudança no semivariograma conforme muda a direção, se não houver mudança do semivariograma quando se altera a direção significa que são isotrópicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo possui volume de 23,24 m³/ha, as árvores possuem DAP médio de 57,61 cm e altura média de 13,61 m. Analisando a tendência dos dados, observa-se que a uma distribuição do tipo assimétrica à esquerda (Figura 1). Verificou-se também que o ponto máximo de distância entre as amostras é de 2436,79 metros e o mínimo 0,92 metros.

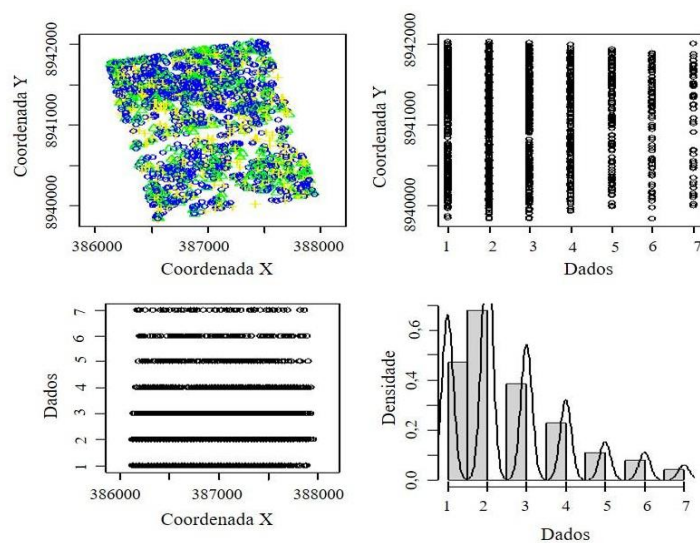


Figura 1- Gráfico de tendência dos dados. (Fonte: O autor).

Os semivariogramas nas direções de 0°, 45°, 90°, 135° (Figura 2) demonstraram que os dados não possuem anisotropia (Figura 3). De acordo com Barreto (2011), quando os semivariogramas apresentam similaridade entre si, os mesmos são chamados isotrópicos, dessa maneira um único modelo consegue descrever a variabilidade espacial do atributo em estudo.

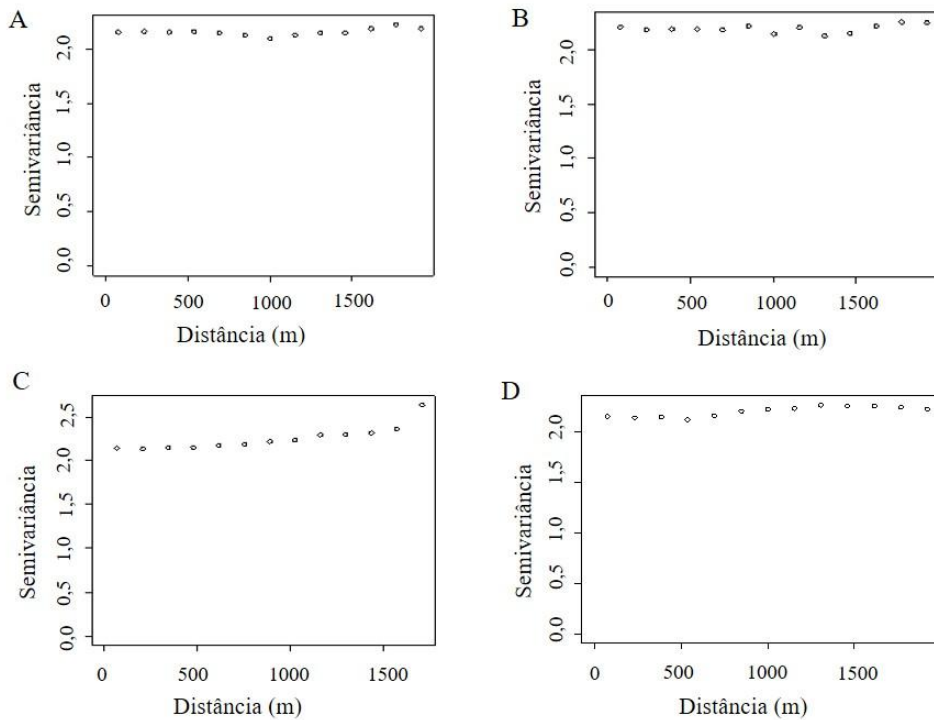


Figura 2 - Semivariogramas nas direções de (A) 0°, (B) 45°, (C) 90°, (D) 135° para volume com casca. (Fonte: O autor).

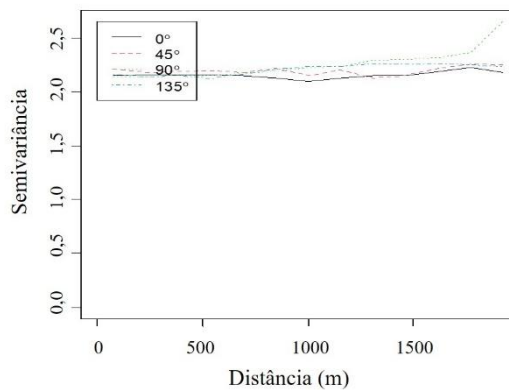


Figura 3 – Análise da anisotropia nas direções de 0°, 45°, 90°, 135° para volume com casca. (Fonte: O autor).

Após analisar a anisotropia e dependência espacial dos dados por semivariograma (Figura 4) e ajuste de modelos variográficos (Figura 5), constatou-se que a variável volume não apresentou dependência espacial, ou seja, as variáveis mensuradas não prediz muito precisamente o volume dos pontos não amostrados aplicando ferramentas da geoestatística. Na Tabela 1 são disponibilizados os valores para contribuição, alcance e efeito pepita utilizados para este ajuste.

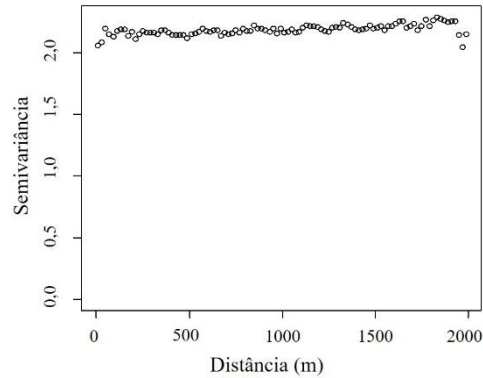


Figura 4 – Semivariograma para volume com casca. (Fonte: O autor).

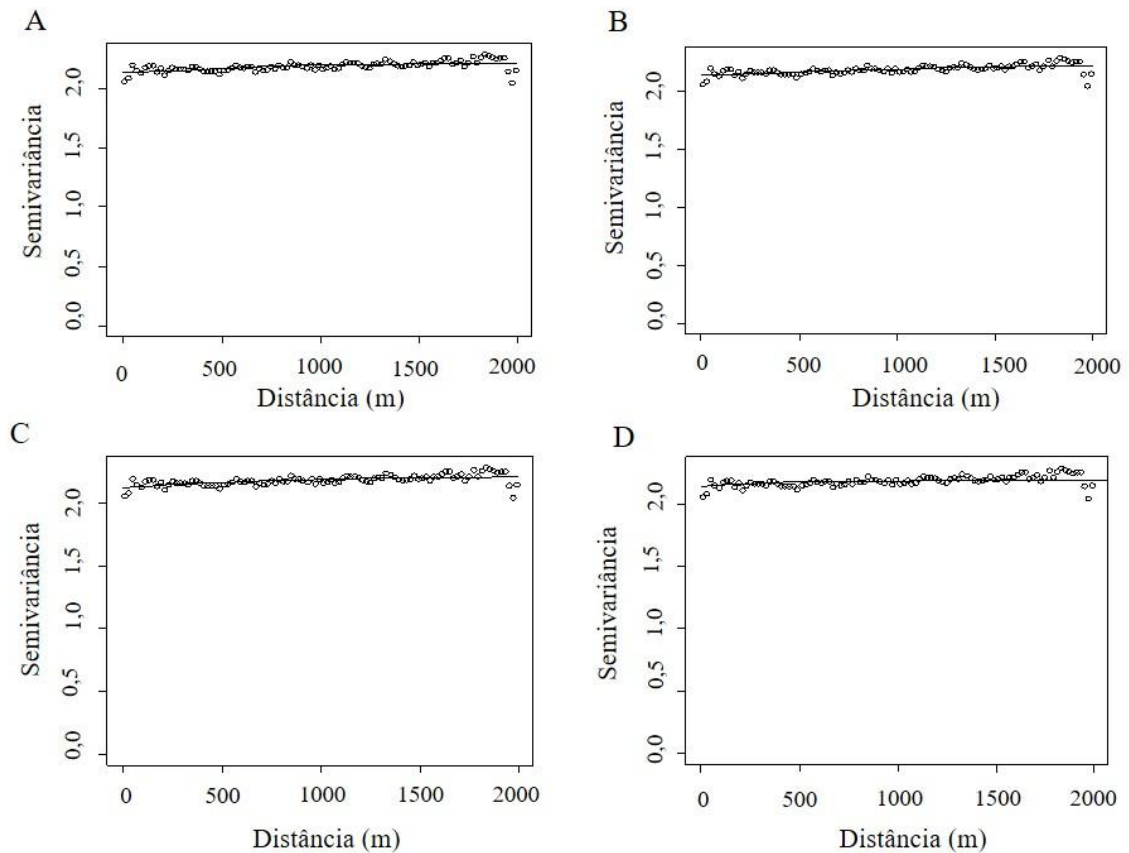


Figura 5 – Ajustes dos modelos variográficos pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinário (A) Gaussiano, (B) Exponencial, (C) Esférico, (D) pelo Método da Máxima Verossimilhança. (Fonte: O autor).

Tabela 1 – Valores encontrados para construção dos semivariogramas aplicados nos modelos variográficos.

Modelos Variográficos	Contribuição	Alcance	Efeito pepita
Gaussiano	0,82	700	1,50
Esférico	0,76	808	1,45
Exponencial	0,94	809	1,45
Método da Máxima Verossimilhança	0,85	810	1,45

Fonte: O autor.

O valor de AIC foi de 8688,835, devido ser um resultado muito alto e isso se expressa de forma negativa para o ajuste variográfico, por outro lado, o erro médio foi bom com valor de 0,0002. Entretanto, avaliando os semivariogramas e a validação dos dados (Figura 6), pode-se afirmar que não há dependência espacial, assim não é correto aplicar Krigagem para interpolação dos dados dessa forma. Foi utilizada o interpolador Inverso do Quadrado da Distância para apresentação espacial da variável volume.

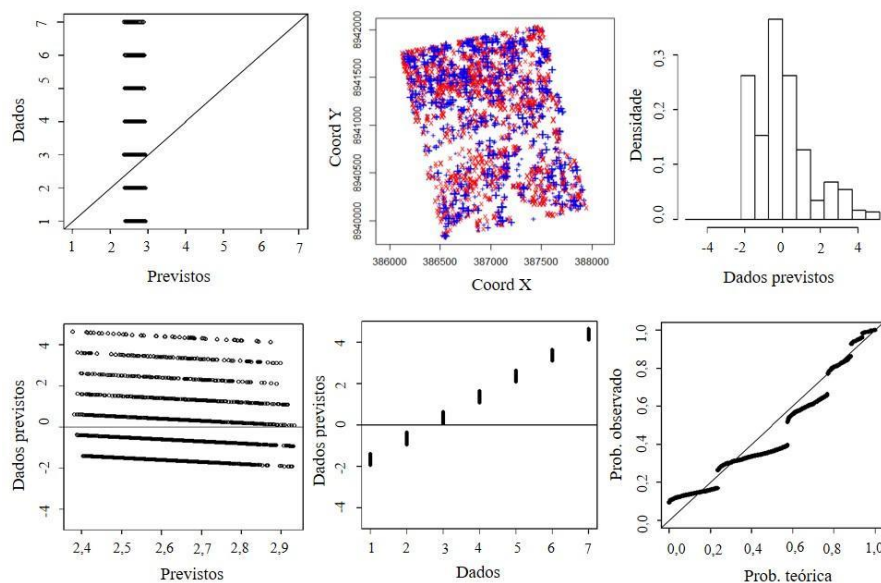


Figura 6 – Gráficos da validação do ajuste dos modelos. (Fonte: O autor).

Resultados parecidos foram obtidos por Santos et al. (2014), onde os autores avaliaram a correlação espacial para uma floresta nativa da Amazônia em exploração e constataram que não havia correlação espacial. Na literatura científica encontra-se poucos trabalhos sobre estimativas volumétricas por interpoladores da geoestatística para espécies nativas da Amazônia, pode ser devido à complexidade dessas florestas e por ser oneroso o trabalho de coletar dados a campo.

CONCLUSÃO

A variável volume não apresentou dependência espacial para área de estudo.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, L. T. Estimación da temperatura da Região Amazônica via interpoladores geoestatísticos. 2011.
- COPERTINO, M. et al. Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. *Ciência e Cultura*, v. 71, n. 4, p. 04-05, 2019.
- DE MIRANDA, D. L. C.; JUNIOR, V. B.; GOUVEIA, D. M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. *Scientia plena*, v. 11, n. 3, 2015.
- DOS REIS, A. A. et al. Estratificação de um povoamento de eucalipto por interpoladores geoestatísticos e sensoriamento remoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 10, p. 1751-1761, 2016.
- FERNANDES, A. M. V. et al. Equações volumétricas para *Carapa guianensis* Aubl. e *Swietenia macrophylla* King em sistema silvipastoril na Amazônia. *Nativa*, Sinop, MT, v. 5, n. 1, p. 73-77, 2017.
- GUEDES, I.C.L. et al. Continuidade espacial de características dendrométricas em povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp. avaliada ao longo do tempo. *Cerne*, v. 21, n. 4, p. 527-534, 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/nova-bandeirantes.html>. Acesso em 08 set. 2020.
- ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. Spatial continuity measures for probabilistic and deterministic geostatistics. *Mathematical Geology*, v.20, p.313-341, 1988.
- LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R.; MONTEIRO, R. C. Exemplos de Aplicação de cokrigagem, UNESP / Campus de Rio Claro. Departamento de Geologia Aplicada – IGCE. Texto Didático – 09. 2002.
- PORTAL DO MATO GROSSO (2017). Geografia de Nova Bandeirantes. Disponível em: <https://portalmatogrosso.com.br/geografia-de-nova-bandeirantes/>. Acesso em: 09 set. 2020.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO JUNIOR, P. J. et al. Analysis of Geostatistical Data. R package version 1.8-1. <https://CRAN.R-project.org/package=geoR>.

RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Métodos geoestatísticos no estudo da variabilidade espacial de parâmetros do solo. 1995. 99 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

RUFINO, T.M.C. et al. Uso da Geoestatística no Estudo da Relação entre Variáveis Dentrométricas de Povoamentos de *Eucalyptus* sp. e Atributos do Solo. *Ambiência Guarapuava*, v.2 p. 83-93, 2006.

SANTOS, P. C. et al. O emprego da geoestatística na determinação do tamanho "ótimo" de amostras aleatórias com vistas à obtenção de estimativas dos volumes dos fustes de espécies florestais em Paragominas, estado do Pará. *Acta Amazonica*, v. 41, n. 2, p. 213-222, 2011.

SANTOS, P. C. et al. Estimativa volumétrica de resíduos lenhosos de madeira em uma floresta tropical através da Krigagem Ordinária, Paragominas, Estado do Pará. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 4, p. 959-968, 2014.

SILVA, M. L. M. et al. Ajuste do modelo de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de eucalipto. *Revista Árvore*, v. 33, n. 6, p. 1133-1139, 2009.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. *Geoestatística: conceitos e aplicações*. Oficina de textos, 2015.

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Urochloa ruziziensis* EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*

Lucas Eduardo Batista da Cruz¹, Oscar Mitsuo Yamashita², Marco Antonio Camillo de Carvalho², Laiza Almeida Dutra¹, Carine Hemkemeier³, Luiz Fernando Scatola¹.

¹Graduando do Curso de Agronomia, UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brazil.
Email:lucaseduardoaf7@gmail.com,

² Professor do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil.

³ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos.

RESUMO

As gramíneas em geral, com seus altos valores de produção vem exigindo cuidados com a adubação nitrogenada, pela necessidade de adequar novas tecnologias para a melhoria no aproveitamento e suprir a necessidade de plantas forrageiras. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito dos promotores de crescimento na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas da forrageira ruziziensis. Os tratamentos foram compostos pela combinação das doses de: 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL 100 kg⁻¹ de produto comercial contendo ácido húmico, composto de 18% de ácido húmico, com e sem a presença das bactérias *Azospirillum brasilense*. Avaliados no décimo o índice de velocidade de germinação e vigésimo primeiro dia as demais variáveis. A aplicação de *Azospirillum brasilense* apresentou resultados positivos, nas variáveis % de germinação e % de plântulas normais nas doses entre 300 e 500 mL. Ao se verificar a resposta das doses de ácido húmico para comprimento de parte aérea, houve uma tendência de aumento desta variável à medida que as doses eram aumentadas, sendo verificados melhores comprimentos nas doses de 500mL Para as variáveis massa verde da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e raiz, houve uma significância positiva nas doses de ácido húmico e *Azospirillum brasilense*. A utilização de micro-organismos demonstrou potencial tecnológico para a planta forrageira estudada, sendo uma alternativa promissora em estágios de implantação, sendo eficaz para a emergência e eficiência a campo.

Palavras-chave: Forrageira, Manejo do Solo, Microrganismos.

INTRODUÇÃO

As gramíneas em geral, com seus altos valores de produção vem exigindo cada vez mais os cuidados com a adubação nitrogenada, onde há necessidade de adequar novas tecnologias para a melhoria no aproveitamento e suprir a necessidade de plantas forrageiras (FREITAS; RODRIGUES, 2010). Rodrigues e Fiozeze (2015), neste sentido destacam que opções de cultivares vem sendo testadas para aprimorar os sistemas agrícolas, desenvolvendo seguimentos que permitam dar suporte de cobertura ao solo, protegendo e liberando nutrientes e hormônios nas camadas superficiais a partir dos processos biológicos.

Para melhor aproveitamento dos recursos naturais e diminuição dos custos de produção, os produtores rurais têm utilizado substâncias húmicas e microrganismos promotores de crescimento (BALDOTTO, 2014). As substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas) são os principais componentes da matéria orgânica de solos, águas e sedimentos. Sua formação é decorrente da ação direta de todos os processos ecológicos que ocorrem no solo (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014). Os ácidos húmicos indiretamente otimizam a estrutura do solo por fazerem parte do principal componente da matéria orgânica, que são as substâncias húmicas. A matéria orgânica melhora a aeração e a drenagem interna do solo, promovendo sua agregação e estruturação. São formados poros com melhor distribuição de tamanho, facilitando assim a circulação do ar e da água, além de ter acréscimo no desenvolvimento de raízes (SPOSITO, 2008).

A utilização dos recursos biológicos do solo deve ser considerada como alternativa de baixo custo para a melhoria no desenvolvimento de plantas. Dentre estes recursos biológicos tem-se destacado as bactérias promotoras do crescimento vegetal como *Azospirillum brasilense*, que fixam nitrogênio (N₂) para a planta e produzem hormônios de crescimento, como auxinas e giberelinas, estimulando o desenvolvimento do vegetal (DOBBELAERE; CROONENBORGHS, 2002).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito dos promotores de crescimento *Azospirillum brasilense* na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas da forrageira *Urochloa ruziziensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), no campus de Alta Floresta, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), utilizando sementes comerciais do capim *Urochloa ruziziensis*. Os tratamentos foram compostos pela combinação das doses de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL 100 kg⁻¹ de produto comercial contendo ácido húmico, composto de 18% de ácido húmico, com e sem a presença das bactérias *Azospirillum brasilense*, organizados no esquema fatorial 6 x 2, totalizando assim 12 tratamentos.

O produto contendo ácido húmico e as bactérias foi aplicado diretamente nas sementes mantidas em sacos plásticos usando uma pipeta volumétrica. As sementes foram então submetidas a testes de germinação e vigor em laboratório, determinando-se a porcentagem de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca das raízes e parte aérea das plântulas, conforme Brasil (2009).

Para o teste de emergência a campo, 50 sementes por tratamento em 4 repetições foram colocadas em sulcos, na profundidade de 0,03 m e irrigadas duas vezes ao dia, com avaliações diárias até o vigésimo primeiro dia após a semeadura. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi desenvolvido em conjunto com o teste de emergência a campo, e calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962).

Após as avaliações da emergência a campo, foi determinada a massa fresca e seca de parte aérea e raiz, em que as plantas foram retiradas do solo, lavadas e separadas em parte aérea e raiz. Após essa separação as partes foram pesadas em balança de precisão e levadas para secar em estufa de circulação forçada a 65 °C até peso constante e pesadas novamente.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e os dados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância, regressão polinomial, com a aplicação de teste de comparação de médias (Tukey a 5% e 1%) e teste F, utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação as variáveis apresentadas, verificou-se significância nas doses crescentes de ácido húmico com a adição de *Azospirillum brasilense*. Esses acréscimos ocorreram nas médias obtidas para massa fresca da parte aérea, demonstrando o efeito positivo desse tratamento na dose de 600 mL (Tabela 1).

Tabela 1 - Massa fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas cujas sementes da forrageira *Urochloa ruziziensis* foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de ácido húmico.

	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
<i>Azospirillum brasilense</i>							
	Massa Fresca Parte Aérea (mg)						
Com	190,0 b	90,0 b	130,0 a	110,0 b	110,0 b	147,5 a	185,0 a
Sem	270,0 a	112,5 a	130,0 a	160,0 a	160,0 a	162,5 a	150,0 b
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 0,62 ns			Reg. Quad. = 0,45 ns			
SEM	Reg. Linear = 52,3**			Reg. Quad. = 4,32*			
CV (%) = 25,13							

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Para o parâmetro de massa fresca da raiz, a variável foi adequada à regressão linear, verificando-se que a não adição de *Azospirillum brasilense* proporcionou melhores resultados na maioria das doses testadas, demonstrando que, nas condições experimentais, o referido micro-organismo não foi eficiente para a promoção de vantagens para esta variável (Tabela 2).

Tabela 2 - Massa fresca de raiz (MFR), de plântulas cujas sementes da forrageira *Urochloa ruziziensis* foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de ácido húmico.

<i>Azospirillum brasilense</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Massa Fresca Raiz (mg)						
Com	25,0 a	10,0 b	15,0 b	16,7 b	20,0 a	30,0 a	12,5 b
Sem	35,0 a	30,0 a	27,5 a	30,0 a	15,0 a	12,5 b	15,0 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 0,02 ns			Reg. Quad. = 0,78 ns			
SEM	Reg. Linear = 26,3**			Reg. Quad. = 0,13 ns			
CV (%) = 35,90							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Quanto à massa seca da parte aérea, a aplicação de *A. brasilense* promoveu melhores valores médios quando do uso de 400 e 500 mL de ácido húmico. Vale ressaltar que, para esta variável, verificou-se um incremento significativo, em que o uso do micro-organismo mais que dobrou o peso da massa seca nestas doses (Tabela 3).

Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (MSPA, de plântulas cujas sementes da forrageira *Urochloa ruziziensis* foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de ácido húmico.

<i>Azospirillum brasilense</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Massa Seca da Parte Aérea (mg)						
Com	9,5 b	6,0 a	10,5 a	14,0 a	26,0 a	20,5 a	7,0 a
Sem	30,7 a	9,2 a	12,5 a	17,5 a	11,5 b	10,0 b	12,0 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 12,2**			Reg. Quad. = 20,5**			
SEM	Reg. Linear = 27,7**			Reg. Quad. = 15,3**			
CV (%) = 28,42							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Quanto à massa seca da parte aérea, a adição de *Azospirillum brasilense* a partir da dose de 500 mL de ácido húmico, verificou-se maiores valores em relação à ausência do micro-organismo (Tabela 4).

Tabela 4 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas cujas sementes da forrageira *Urochloa ruziziensis* foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de ácido húmico.

<i>Azospirillum brasilense</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Massa Seca da Raiz (mg)						
Com	4,5 b	4,0 a	6,0 a	5,2 a	5,5 a	5,5 a	4,3 a
Sem	8,5 a	5,2 a	6,2 a	5,2 a	6,0 a	2,5 b	3,7 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 0,17 ns			Reg. Quad. = 2,56 ns			
SEM	Reg. Linear = 22,3**			Reg. Quad. = 0,22 ns			
CV (%) = 30,89							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Quanto à porcentagem de plântulas normais, a resposta foi um pouco diferente das demais variáveis descritas anteriormente. Foi verificado maiores ganhos no tratamento com a adição de *Azospirillum brasilense* com a dose de 300 ml de ácido húmico, tendo significância linear, apresentando 78% a mais de plântulas normais (Tabela 5).

Tabela 5 – Porcentagem de plântulas normais cujas sementes da forrageira *Urochloa ruzisiensis* foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de ácido húmico

<i>Azospirillum brasilense</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Plântulas Normais (%)						
Com	54,0 a	47,0 a	52,0 a	57,0 a	38,0 b	31,0 b	36,0 b
Sem	37,0 b	47,0 a	43,0 a	45,0 b	51,5 a	50,0 a	57,0 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 27,4**		Reg. Quad. = 2,10 ns				
SEM	Reg. Linear = 15,2**		Reg. Quad. = 0,04 ns				
CV (%) = 15,65							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

Maiores médias de comprimento da parte aérea foram verificados na ausência de *A. brasilense* na maior concentração testada. Entretanto na dose anterior (500 mL), os resultados foram opostos. Desse modo, esta característica não deve ser considerada para fins de determinação do efeito potencial dos tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 – Comprimento de parte aérea de plântulas normais cujas sementes da forrageira *Urochloa ruzisiensis* foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de ácido húmico

<i>Azospirillum brasilense</i>	Doses de Ácido Húmico (mL)						
	0	100	200	300	400	500	600
	Comprimento Parte Aérea (cm)						
Com	5,68 b	5,37 a	4,37 b	6,67 a	6,27 a	6,70 a	6,32 b
Sem	8,85 a	5,68 a	6,29 a	6,76 a	6,43 a	4,67 b	7,86 a
Valor de F							
COM	Reg. Linear = 14,2**		Reg. Quad. = 0,20 ns				
SEM	Reg. Linear = 7,86**		Reg. Quad. = 37,9**				
CV (%) = 10,38							

Obs. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **, e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

O ácido húmico tem características de condicionar o crescimento e aumento de matéria seca radicular em ambientes controlados na cultura do abacaxi com o aumento das doses em função do recomendado, além de ser potencializado com a adição de outros microorganismos (Baldotto et al., 2009).

Cavallet et al. (2000) citam que a inoculação de bactérias contribui para a nutrição de plantas a base de nitrogênio, principalmente as do gênero *Azospirillum*, quando associadas à rizosfera das gramíneas.

A associação de promotores de crescimento em gramíneas auxilia em parâmetros fotossintéticos, aumentando o teor de clorofila, elasticidade celular e maior produção de biomassa e altura das plantas na parte aérea (BARASSI et al., 2008).

CONCLUSÃO

Os tratamentos com maiores doses de ácido húmico na presença de *Azospirillum brasilense* demonstraram ter potencial de respostas positivas nas variáveis. Desta forma, a sua eficiência teve reflexo nas variáveis, tornando-se uma alternativa de investimento e retorno produtivo ao produtor no cultivo de plantas forrageiras.

AGRADECIMENTOS

À equipe do Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BALDOTTO, L. E. B. et al. Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.33, p.979-990, 2009.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos Húmicos. Revista Ceres, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 856-881, 2014.

BARASSI, C. A. et al. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizer el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, p.49-59, 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 1992. 365p.

CAVALLET, L. E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGHS, A. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakensestrains* on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. Biology and Fertility of Soils, Piracicaba, v.36, p.284-297, 2002.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FREITAS, I. C. V.; RODRIGUES, M. B. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho. Agropecuária Técnica, v. 31, n. 2, p 143–154, 2010.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

RODRIGUES, J. D.; FIOREZE, S. L. Reguladores são, para muitos cultivos, indispensáveis ao alcance de bons níveis. Visão agrícola, São Paulo, p. 35-39, 2015.

SPOSITO, G. The chemistry of soils 2nd edition: Oxford University Press. Madison Arenne, New York, 2008.

DINÂMICA DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO MUNICÍPIO DE TANGARÁ DA SERRA - MT

Diego Fernando Daniel¹, Rivanildo Dallacort², William Fenner³, Walingson da Silva da Costa⁴, Carine Hemkemeier⁵

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. E-mail: diegodanielmt@gmail.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

⁵ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a distribuição mensal das chuvas e o comportamento da temperatura do ar, umidade relativa e da velocidade do vento para o município de Tangará da Serra, sudoeste do estado de Mato Grosso. Os dados climáticos utilizados neste estudo foram registrados na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia, situada no município de Tangará da Serra – MT. Foram utilizados dados da série histórica de precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento entre os anos de 2015 a 2019. Foi realizada uma análise mensal das variáveis utilizadas para posterior discussão dos dados. Os meses de junho e julho apresentaram precipitações inferiores a 10 mm. As maiores precipitações mensais ocorreram entre novembro a março, com precipitações acima dos 200 mm mensais. O mês de janeiro apresentou 301,60 mm, sendo o mês mais chuvoso e junho com 1,22 mm, o mês com menor precipitação. A temperatura média para o município foi de 24,9 °C. A umidade relativa máxima, mínima e média foram respectivamente de 94,55, 53,48 e 74,01%. A velocidade do vento média para Tangará da Serra foi de 2,37 m s⁻¹.

Palavras-chave: Precipitação; Chuva; Temperatura do ar; Umidade relativa; Velocidade do vento.

INTRODUÇÃO

O clima em todo o estado do Mato Grosso tem grande variabilidade durante o ano, principalmente por existir três grandes e importantes biomas no Estado, influenciando diretamente nos padrões meteorológicos entre os municípios. O município de Tangara da Serra se encontra-se na transição dos biomas Cerrado/Amazônia e, por isso, apresenta diferentes condições climáticas durante o ano (NUNES; SILVA; FERRAZ, 2017).

Entre os fatores que mais influenciam a agricultura e a sociedade como um todo são as variáveis meteorológicas (MOREIRA et al., 2015). O clima de uma região é determinante no tipo de vegetação presente, tipo de solo da região, e em diversas atividades econômicas praticadas pelo homem, sendo a agricultura uma das mais afetadas (RAMOS et al., 2011).

Um dos elementos meteorológicos de maior relevância para a sociedade é a precipitação pluviométrica, decorrente de sua ação direta em diversas circunstâncias e atividades sociais e agropecuárias. O estudo e o conhecimento da precipitação pluvial é de suma relevância para o planejamento de várias atividades como: construção civil, atividades agrícolas, transporte e turismo, tornando-se indispensável para a execução de trabalhos referentes às construções de estradas e barragens, e conservação do solo (SILVA; PRELA-PANTANO; SANT'ANNA NETO, 2008).

Entre os elementos climáticos, a temperatura do ar é o que mais afeta a fisiologia de animais e plantas, onde ocorre interferência de modo direto sobre os mesmos (RAMOS et al., 2017). Deste modo, é essencial o conhecimento preliminar desta variável atmosférica, pois permite que se faça um planejamento agrícola e estudos de cultivares e aptidão agrícola em diversas localidades (CAMPOS; RAMPAZZO; VIANA, 2020).

A umidade relativa que é uma variável que apresenta comportamento inverso da temperatura do ar, com grande importância no desenvolvimento das culturas agrícolas, contanto que o ar não esteja saturado de vapor de água (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). A umidade relativa do ar é um importante elemento agrometeorológico, pois a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera afeta consideravelmente a dinâmica

das pragas e doenças sobre as culturas, influenciando significativamente no desenvolvimento, crescimento e produtividades final das culturas agrícolas (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009).

Assim como a umidade relativa do ar, o vento traz prejuízos à agricultura, pois dependendo da velocidade e direção, pode ocorrer danos mecânicos como quebras de galhos e folhas, estímulo da evapotranspiração, entre outras interferências (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

A variabilidade temporal das condições meteorológicas no estado de Mato Grosso é muito importante na tomada de decisões, principalmente na área agrícola, para que haja um adequado planejamento e otimização dos recursos hídricos para a redução dos impactos ambientais e aumento da rentabilidade (DALLACORT et al., 2011).

Diante do exposto, verifica-se a importância do conhecimento da distribuição da precipitação pluviométrica, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento como suporte ao planejamento agrícola em determinada região. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar a distribuição mensal das chuvas e o comportamento da temperatura do ar, umidade relativa e da velocidade do vento para o município de Tangará da Serra, sudoeste do estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus Professor Eugênio Carlos Stieler, de Tangará da Serra - MT e nas dependências do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado à produção de Biodiesel (CETEGEO-SR) na mesma localidade.

De acordo com Köppen-Geiger, o clima predominante no município de Tangará da Serra é classificado como tropical úmido megatérmico (Aw), onde se apresentam elevadas temperaturas, com uma estação seca, que compreende os meses de maio a setembro, e uma chuvosa que vai de outubro a abril, apresentando pluviosidade média anual entre 1.200 a 2.000 mm, com média de 1830 mm e com temperaturas médias superiores a 18 °C em todos os meses (DALLACORT et al., 2011). O tipo de solo existente na região de estudo é classificado como Latossolo Vermelho com textura argilosa (EMBRAPA, 2018).

O município de Tangará da Serra se encontra entre as serras Tapirapuã e dos Parecis, delimitando dois ecossistemas importantes do território brasileiro: o Pantanal (Sul) e o Chapadão do Parecis (Norte) (Figura 1). Sua topografia tem como característica presença de 95% de planícies, sendo que os outros 5% do relevo são formadas por topografias suavemente onduladas e montanhosas. Possui matas com vegetação densa nas encostas da Serra Tapirapuã (latitude 14°45'00" S, longitude 57°34'60" O), e Cerrado na Serra dos Parecis (latitude 14°34'41" S, longitude 57°53'57" O) (KRINSKI, 2008).

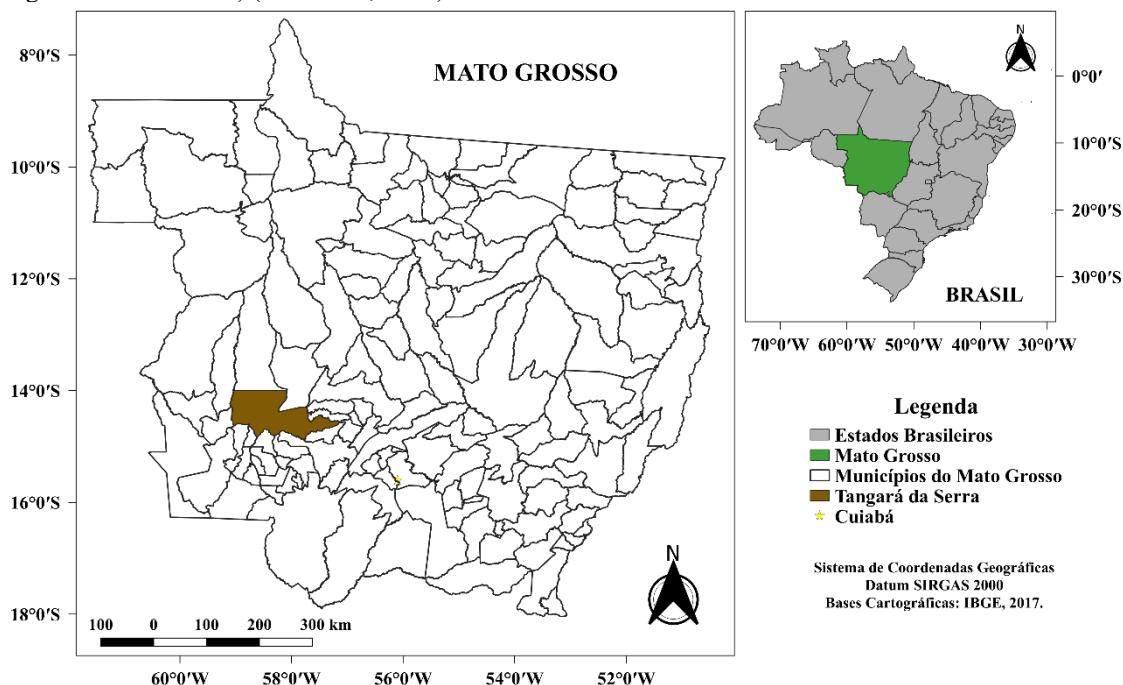


Figura 1 - Localização geográfica do município de Tangará da Serra, estado de Mato Grosso. (Fonte: Os autores, elaborado no Qgis com as bases cartográficas do IBGE (2017)).

Os dados de precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento utilizados neste estudo foram registrados na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (Estação: A902 – WSI: 0-76-0-510795800000030) (INMET, 2020), situada no município de Tangará da Serra - MT, nas coordenadas geográficas de latitude 14°39' S, longitude 57°25' O e 440,01 m de altitude.

Foram utilizados dados da série histórica de precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento entre os anos de 2015 a 2019. Foi realizada uma análise mensal das médias e desvio padrão do acumulado de precipitação, uma análise mensal das temperaturas máximas, mínimas e médias do ar, da umidade relativa máxima, mínima e média e da velocidade do vento média para posterior discussão dos dados.

Para a representação gráfica das variáveis meteorológicas estudadas utilizou-se de planilhas do Microsoft Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias mensais de precipitação e temperatura do ar para o município de Tangará da Serra está apresentada na Figura 2. O município de Tangará da Serra apresentou um regime de chuvas concentradas no período primavera-verão, confirmando a dinâmica regional, onde são encontradas duas estações bem definidas, uma estação seca, que vai de maio a setembro e outra chuvosa, de outubro a abril. Estudos realizados para esta mesma região encontraram a mesma tendência da precipitação pluviométrica para a região (DALLACORT et al., 2011; BARBIERI et al., 2019).

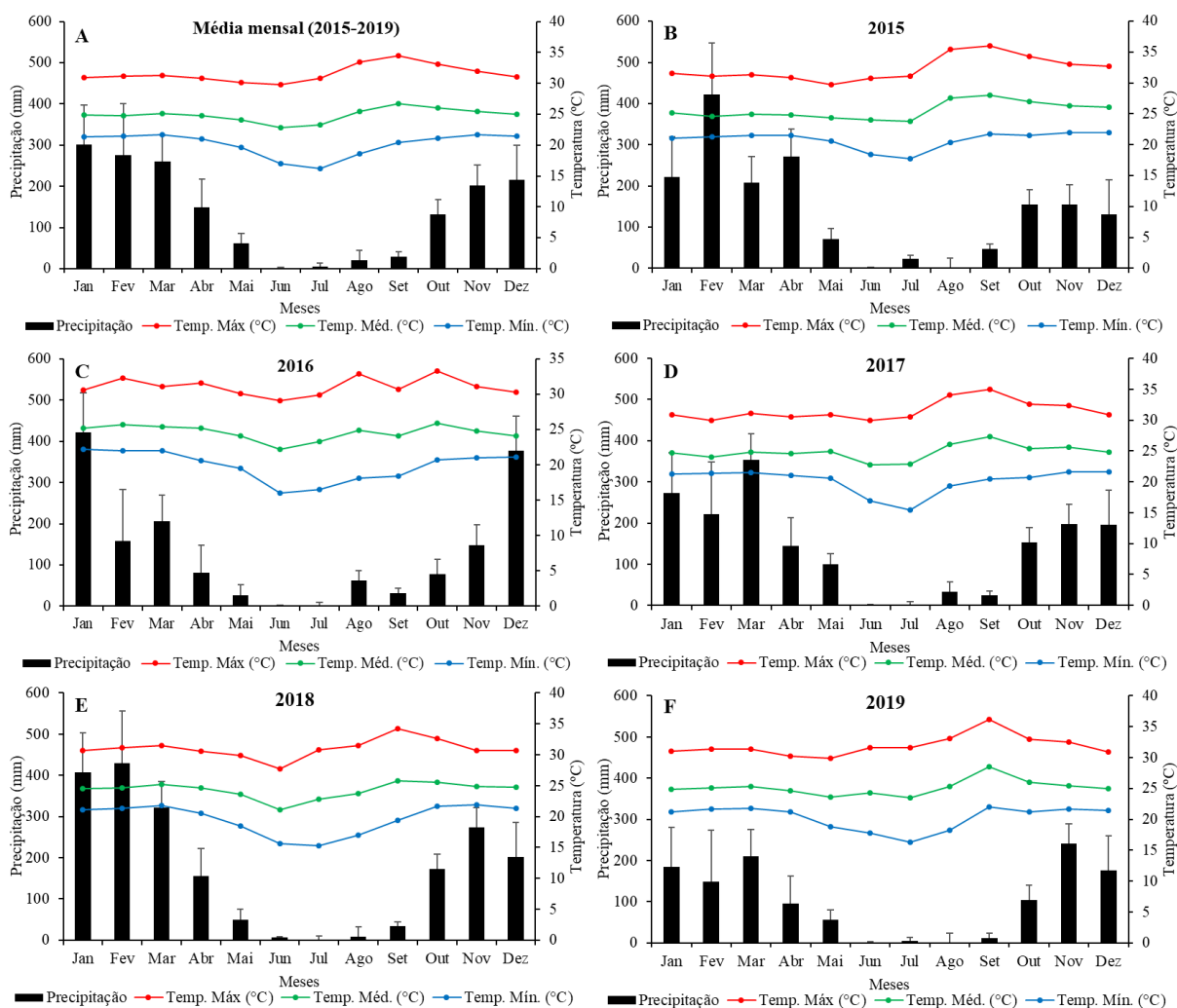


Figura 2 - Médias mensais e desvio-padrão da precipitação e médias mensais da temperatura do ar no município de Tangará da Serra – MT. (Fonte: Os autores).

Os meses com maiores índices de precipitação no período correspondente aos anos de 2015 a 2019, ocorreram de novembro a março, e os menores de maio a setembro. A precipitação média anual para o período estudado foi de 1.656,1 mm, variando entre 1.230,1 a 2.058,0 mm.

Os meses mais críticos em relação a precipitação foram junho e julho, que apresentam médias mensais de precipitação inferiores a 10 mm com valores acumulados de 1,2 e 5,6 mm, respectivamente (Figura 2). Por ocorrer baixo índice pluviométrico nesses meses, foi neles que foram encontrados os menores desvios-padrão, ou seja, 2,2 e 8,7 mm, respectivamente. No período de seca para a região (maio a setembro), como descrito por DALLACORT et al. (2011), em nenhum dos meses estudados nesse período foram verificadas médias superiores a 30 mm mensal.

A média mensal de precipitação ficou em 138,0 mm mês⁻¹. Durante a série histórica estudada, o mês de janeiro foi o que apresentou a maior média mensal de precipitação. As maiores médias de precipitação foram observadas entre os meses de novembro a março, com 202,9; 216,1; 301,1; 276,1 e 259,7 mm, respectivamente, sendo estes os meses com médias acima de 200 mm mês⁻¹. Estes meses, que apresentaram as maiores precipitações, também foram os que apresentaram os maiores desvios-padrão (48,2 mm em novembro, 84,1 mm em dezembro, 96,4 mm em janeiro, 125,3 mm em fevereiro e 63,8 mm em março). Quando observada a precipitação média mensal de cada ano separada, pode verificar que esta seguiu o mesmo comportamento que a série histórica, apresentando as duas estações (seca e chuvosa).

A variabilidade da precipitação mensal se mostrou evidente para o município de Tangará da Serra, dessa forma, pode-se ter meses como fevereiro com 157,7 mm em 2016, e 430,3 mm em 2018. Outro exemplo dessa variabilidade é o mês de dezembro que, em 2015, o acumulado mensal da precipitação foi de 131,1 mm, diferentemente de 2016, onde encontrou-se 376,7 mm de chuva. Um possível motivo dessa variabilidade entre os anos é a interferência que o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) desempenha sobre o clima e também sobre o valor de precipitação da região (BARBIERI et al., 2019).

Ramos et al. (2015) citam que o fenômeno ENOS pode alterar vários elementos do clima, sendo que um dos mais alterados é a precipitação pluvial. O fenômeno ENOS também desempenha grande influência sobre o clima do Brasil, que pode aumentar ou diminuir os índices pluviométricos de dada região.

O município de Tangará da Serra apresentou temperatura média do ar de 22,9 °C para o mês mais frio (junho) e 26,8 °C para o mês mais quente (setembro). A média da temperatura mensal para o período de estudo ficou em 24,9 °C. Com relação a temperatura máxima mensal, foi registrado temperaturas entre 29,8 a 34,4 °C, para os meses de abril e setembro, respectivamente. Já para a temperatura mínima mensal, as médias históricas variaram entre 16,2 a 21,7 °C para os meses de julho e março, respectivamente (Figura 2A).

A estação seca (maio a setembro) apresentou as menores e as maiores temperaturas do ar, variando entre 29,8 a 34,4 °C; 22,9 a 26,8 °C e 16,2 a 20,4 °C para temperaturas máximas, médias e mínimas, respectivamente, apresentando uma maior amplitude em relação a estação chuvosa (outubro a abril), que apresentou temperaturas em torno de 31, 25 e 21 °C para temperaturas máximas, médias e mínimas, respectivamente.

Quando avaliou-se a temperatura do ar em cada ano separado, pode-se observar o mesmo comportamento da série histórica da temperatura. O mês que apresentou a maior média entre as temperaturas médias mensais do ar avaliadas no período de estudo foi setembro de 2019 com 28,5 °C. A maior média da temperatura máxima do ar foi registrada no mês de setembro de 2019 com 36,2 °C e a menor temperatura mínima do ar foi registrada no mês de julho de 2017 com 15,4 °C.

Dallacort et al. (2010), em estudo realizado na mesma região, encontraram o mês de outubro como mês mais quente, com média de 25,5 °C, e o mês mais frio para esta localidade foi maio, com média de 22,5 °C, diferentemente deste estudo, porém quando se leva em consideração o desvio padrão das temperaturas mensais, está dentro da faixa média.

Na Figura 3 são apresentados os valores médios, máximos e mínimos mensais da umidade relativa do ar e valores médios da velocidade do vento para o município de Tangará da Serra. Pode-se observar que ocorre uma relação inversa entre umidade relativa e velocidade do vento. Os meses com menores valores de umidade relativa apresentaram os maiores valores de velocidade média mensal do vento. Isso ocorreu na estação seca (inverno), entre maio a setembro no município.

Em relação as umidades relativas máximas, médias e mínimas do ar, o mês que apresentou a menor média na série histórica analisada foi agosto com 79,7; 57,4 e 35,1%, respectivamente. Já para a maior média de umidades relativas máximas e médias, o mês de março apresentou 99,9 e 81,4%, respectivamente, e para mínima foi o mês de abril com 63,3%. A diferença nas médias de umidade relativa entre os meses do ano é maior do que a diferença entre os anos de estudo. Isso pode estar relacionado à grande influência das chuvas em disponibilizar água durante os meses do ano.

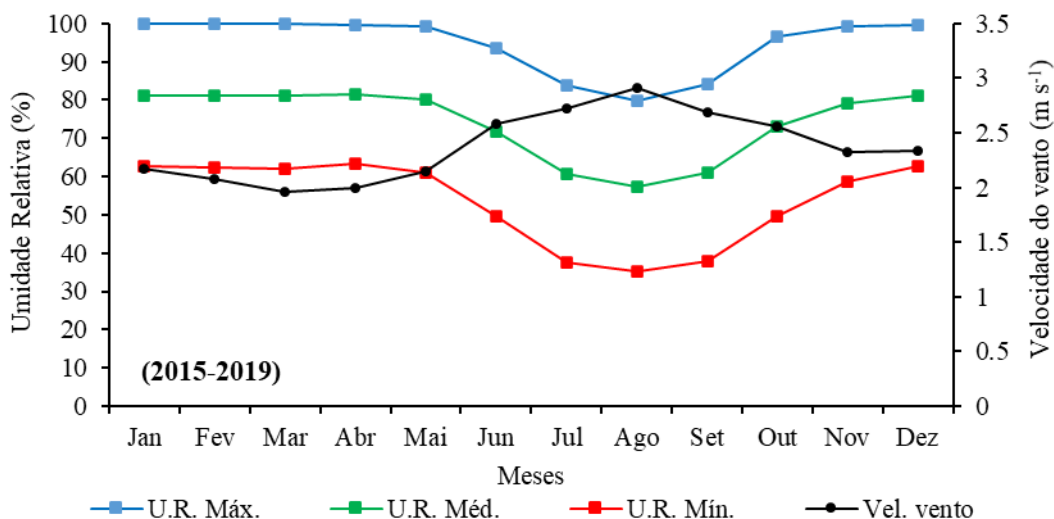


Figura 3 - Médias mensais da umidade relativa do ar e da velocidade do vento no município de Tangará da Serra – MT. (Fonte: Os autores).

Em abril, as chuvas na região começaram a diminuir significativamente, com os menores níveis registrados em junho e julho. Já em agosto, as chuvas ainda são escassas e, devido à falta de água no solo, essa água vai evaporar ou ser evaporada pelas plantas, e a umidade relativa do ar vai estar no nível mais baixo (DALLACORT et al., 2011; MARCUZZO et al., 2011).

Em todos os meses, da série histórica estudada, a velocidade do vento variou de entre 1,96 a 2,91 m s⁻¹, isso aconteceu nos meses de março e agosto, respectivamente, sendo que a média mensal de velocidade do vento para o município foi de 2,37 m s⁻¹. A estação seca apresentou média de 2,61 m s⁻¹, já a estação chuvosa apresentou médias de 2,20 m s⁻¹ de velocidade do vento. Dallacort et al. (2010) avaliaram o comportamento do vento em Tangará da Serra, e constataram este mesmo comportamento entre os meses do ano, e citam ainda que a velocidade do vento pode não só variar entre os meses, mais também entre o decorrer do dia, constatando que em todos os meses do ano a velocidade do vento foi maior durante o dia, quando comparado ao período noturno.

Desse modo, o conhecimento do histórico de meses mais secos ou chuvosos, os padrões de temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento de uma determinada região e seus padrões temporais são de extrema relevância para a tomada de decisão nas mais diversas áreas, tornando possível a compreensão da dinâmica das variáveis meteorológicas no local de estudo.

CONCLUSÃO

Os meses com menores médias chuvosas foram junho e julho, com precipitações inferiores a 10 mm. As maiores precipitações mensais entre 2015 a 2019, ocorreram entre novembro a março, variando entre 202,9 a 301,1 mm. A maior média de precipitação na série histórica estudada ocorreu no mês de janeiro com 301,60 mm, e a menor em junho com 1,22 mm. As médias da temperatura máxima, mínima e média para o município foram de 31,6; 20,1 e 24,9 °C. A umidade relativa máxima no período estudado foi 94,55%, a mínima foi de 53,48% e a média de 74,01%, sendo que o mês de agosto apresentou a menor média de umidade relativa mínima mensal (35,14%). A velocidade média do vento no município foi de 2,37 m s⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pela disponibilização dos dados climáticos utilizados neste estudo.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J.D. et al. Effects of the ENSO on the variability of precipitation and air temperature in agricultural regions of Mato Grosso state. *Journal of Agricultural Science*, v.11, n.9, p.91-102, 2019.

CAMPOS, W.V.; RAMPAZZO, M.C.; VIANA, B.A.R. Caracterização temporal dos elementos meteorológicos precipitação e temperatura do ar no município de Vitória da Conquista – BA. *Revista Agrária Acadêmica*, v.3, n.3, p.71-86, 2020.

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.33, n.2, p.193-200, 2011.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP. 2020. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 15 out. 2020.

KRINSKI, D. Lista de espécies e citogenética de peixes da região de Tangará da Serra, Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso, Brasil. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

MARCUZZO, F.F.N.; MELO, D.C.R.; ROCHA, H.M. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.16, n.4, p.157-167, 2011.

MOREIRA, P.S.P. et al. Ciclo diário de variáveis meteorológicas nos biomas do estado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.17, n.1, p.173-188, 2015.

NUNES, J.R.S.; SILVA, C.J.; FERRAZ, L. Mato Grosso e seus biomas: Biodiversidade, Desafios Sócio Ambientais, Unidades de Conservação Iniciativas de Políticas Públicas e Privadas para a Conservação. *Gestão Universitária*, v.7, p.01-28, 2017.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002, 478p.

RAMOS, H.C. et al. Precipitação e temperatura do ar para o estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.20, p.211-233, 2017.

SENTELHAS, P.C.; MONTEIRO, J.E.B.A. Agrometeorologia dos cultivos. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.). Agrometeorologia dos cultivos. O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET. 2009. p.1-12.

SILVA, D.F. et al. Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do médio Paranapanema, SP. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.3, p.101-116, 2008.

DOSES E FONTES DE Zn NANOMÉTRICO FOLIAR NA CULTURA DO MILHO

Willian Tsuyoshi Kume¹, Rômulo Ribeiro¹, Felipe Adolfo Litter¹, Márcia de Almeida Carneiro¹, Luana Marques Campos¹, Gustavo Caione¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Alta Floresta, MT, Brasil.
williankume@hotmail.com

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O milho é o grão mais produzido no mundo e tem aplicação em múltiplos setores. A deficiência de Zn é um dos fatores que mais limitam produtividade. Dessa forma, objetivou com o presente trabalho avaliar as características produtivas da cultura do milho realizando adubação foliar com doses e fontes de Zn a campo. O trabalho foi conduzido na área experimental localizada na Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus 2, Alta Floresta-MT em solo LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições em arranjo fatorial 4 x 2. Os tratamentos foram quatro doses de Zn aplicadas via foliar (zero, 250, 500 e 1000 g ha⁻¹ de Zn) utilizando duas fontes: sulfato de zinco (ZnSO₄) e óxido de zinco (ZnO 40 nm). Ao final do experimento foi avaliado a produtividade, número de fileira por espiga; grãos por fileira, diâmetro da espiga, massa de 100 grãos e teor de Zn nos grãos. Nenhum dos parâmetros avaliados apresentou diferença estatística. A ausência de efeito da adubação pode estar relacionada a época de aplicação do nutriente, sendo importante o estudo de outras épocas de aplicação. Sabe-se que nos estágios V4 a V6 é que se estabelece a produtividade. Com relação ao teor de Zn, devido sua baixa mobilidade no floema mais de uma aplicação durante o ciclo de desenvolvimento da cultura pode ser benéfico. Dessa forma, sugere-se várias aplicações do micronutriente foliar durante o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Sulfato de Zn; Óxido de Zn; Nanopartículas; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho é o cereal mais cultivado no mundo, com produção mundial de cerca de 1099,6 milhões de toneladas na safra de 2018/2019. O comércio do grão tem grande participação na econômica no país, uma vez que, se exporta cerca de 31 % da produção (FIESP, 2019). Comercialmente, é utilizado como matéria prima para múltiplos setores, destacando-se a produção de ração animal, artigos para consumo humano e etanol (ROUF et al., 2016).

Dessa forma, o manejo adequado da cultura é de essencial principalmente quando se objetiva maiores produtividades e grãos de melhor qualidade. Neste contexto, o Zn tem uma grande importância visto que a sua deficiência é o fator que mais limita a produção, dada a sensibilidade da cultura, gerando grandes perdas quando insuficiente (SINGH et al., 2005).

O Zn é um dos principais nutrientes quando se trata de nutrição de plantas e segundo Sadeghzadeh (2013) é o micronutriente mais deficitário ao redor do mundo, gerando prejuízos em diversas culturas principalmente em cereais exigentes neste nutriente. Como consequência, um terço dos solos disponíveis para agricultura no mundo apresentam níveis inadequados de Zn seja pela falta do micronutriente ou pela baixa biodisponibilidade (ALLOWAY, 2009).

A planta absorve o micronutriente por difusão devido a sua baixa concentração na solução do solo em forma de Zn²⁺ ou complexado a compostos orgânicos. A sua disponibilidade depende de vários fatores como pH, teor de matéria orgânica, material de origem, concentração de macronutrientes (principalmente P) e umidade do solo (BROADLEY et al., 2006; ALLOWAY, 2009; MORENO-LORA, DELGADO, 2020).

Nas plantas o Zn é componente triptofano que é precursor do ácido indolacético, hormônio associado ao crescimento da planta. Além disso, atua no metabolismo de proteínas, carboidratos e constituem enzimas como álcool desidrogenase, anidrase carbônica, superóxido desmutase e RNA polimerase (PALMER; GUERINOT, 2005; KIRKBY; ROMHELD, 2007).

A deficiência do micronutriente é marcada pelo menor crescimento da planta e aparecimento de manchas marrom-esbranquiçadas na folha podendo se tornar necróticas em casos extremos. Os sintomas já são aparentes durante o crescimento inicial e podem variar de acordo com a cultura (SINGH et al., 2005).

A fertilização com Zn é essencial para o desenvolvimento adequado da planta. As fontes mais comuns do micronutriente são o sulfato de Zn (ZnSO₄), óxido de zinco (ZnO) e ZnEDTA (ALLOWAY, 2009). Além disso, com o avanço da tecnologia de nanopartículas fontes alternativas, principalmente de micronutrientes, começaram a

surgir demonstrando resultados promissores (POWER et al., 2006; DELFANI et al., 2014; DU et al., 2019; YAN, et al., 2020).

A utilização de nanopartículas (NPs) na agricultura tem uma perspectiva promissor. Trabalhos tem mostrado que nanofertilizantes disponibilizam maiores teores de nutrientes para as plantas por promover uma liberação mais controlada do nutriente na solução do solo diminuindo, dessa forma, o volume utilizado além de amenizar o impacto ambiental (LIU; LAL, 2015).

De forma geral a fertilização com o micronutriente pode ser realizada de três formas: aplicação via solo, foliar ou nas sementes. E apesar de todos os métodos apresentarem resultados positivos quando aplicados de forma correta, a escolha do procedimento dependerá da cultura, das condições climáticas e do solo (MORTVEDT, 1993). Nesse sentido a aplicação foliar ganha destaque na aplicação de micronutrientes, uma vez que, a aplicação é mais homogênea quando comparado com a solo. Além disso, adequa-se quando as condições do solo limitam a disponibilidade do nutriente; em solos com alta capacidade de lixiviação e quando a fertilização por outros métodos não é suficiente para suprir a necessidade nutricional da planta (FERNÁNDEZ; BROWN, 2013).

Diante do exposto, objetivou com o presente trabalho avaliar o efeito da adubação foliar com doses e fontes de Zn sobre as características produtivas da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido a campo, em área experimental localizada na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus 2, Alta Floresta – MT durante a safra 2018/19. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, segundo EMBRAPA (2013) e a precipitação total durante a condução do experimento pode ser observada na Figura 1.

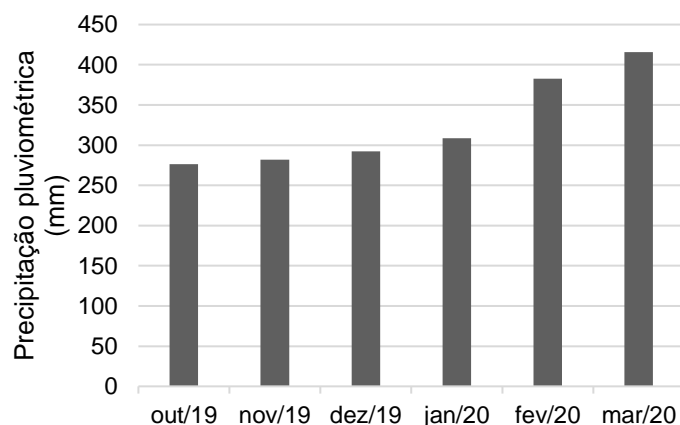


Figura 1 - Precipitação pluviométrica total segundo o BDMEP - INMET no período de outubro de 2019 a março de 2020.

Inicialmente, 20 amostras simples de solo foram coletadas aleatoriamente com trado holandês, na profundidade de 0–20 cm e homogeneizadas para formar uma amostra composta. Realizou-se, para fins de fertilidade, a análise química e granulométrica do solo no Laboratório de Análises de Solo e Adubo Foliar – LASAF (UNEMAT) segundo a metodologia proposta no Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da EMBRAPA (SILVA, 2009). Uma amostra de solo foi enviada ao Laboratório Solos & Plantas (Sorriso – MT) para a determinação do teor de Zn. O resultado pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 - Laudo das propriedades químicas e granulométrica do solo da área experimental. UNEMAT- Alta Floresta, 2019.

pH	P _{mehlich} ⁽¹⁾	K ⁽¹⁾	K ⁽¹⁾	Ca ⁽²⁾	Mg ⁽²⁾	Al ⁽²⁾	H+Al ⁽³⁾	Zn ⁽⁴⁾	
H ₂ O	CaCl ₂	---mg dm ⁻³ ---		-----cmol _c dm ⁻³ -----			-mg dm ⁻³ -		
5,6	5	1,6	55	0,14	2,40	0,39	0	1,94	0,3
Resultados calculados						Propriedades físicas			
T	SB	V	m	K	Ca	Mg	Areia	Silte	Argila
--mol _c dm ⁻³ --	-----%-----		-----%-----			-----g kg ⁻¹ -----			
4,9	2,9	60,1	0	2,9	49	8	614	77	309

T: Capacidade de troca de cátions a pH 7; SB: soma de bases; V: saturação por bases; m: saturação por Al; % K, Ca, Mg: saturação por elemento. ⁽¹⁾ Mehlich 1; ⁽²⁾ KCl 1 mol L⁻¹; ⁽³⁾ Acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; ⁽⁴⁾ Mehlich 1

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições em arranjo fatorial 4 x 2. Os tratamentos foram quatro doses de Zn aplicadas via foliar (zero, 250, 500 e 1000 g ha⁻¹ de Zn) (GALRÃO,

1996), utilizando duas fontes: sulfato de zinco ($ZnSO_4$) e óxido de zinco (ZnO - 40 nm). Cada parcela de 11,25 m² consistiu de cinco linhas de milho espaçadas 0,45 m com 5 m de comprimento. A área útil de cada parcela analisada foram as três linhas centrais, desconsiderando 1 m em cada extremidade para fins de avaliação.

Realizou-se a semeadura manual em 26 de outubro de 2019, objetivando população de plantas de 60.000 plantas por hectare, e a colheita em 09 e março de 2020. Foi utilizado o Híbrido de Milho 22S18 Top2 da Sempre Sementes.

A semeadura foi realizada manualmente juntamente adubação na linha da semeadura com 100 kg ha⁻¹ de P_2O_5 e 60 kg ha⁻¹ de K_2O , utilizando como fonte MAP e KCl, respectivamente. No estágio V7, foi realizada uma adubação em cobertura de 70 kg ha⁻¹ de N e 30 kg ha⁻¹ de K_2O , tendo como fonte ureia e KCl, respectivamente.

As aplicações foliares de Zn foram realizadas no estágio R1, no período da manhã. Para isso utilizou-se pulverizador costal com pressão constante num volume de calda de 2 L parcela⁻¹ e, também, lona no entorno das parcelas para diminuir a contaminação das demais parcelas vizinhas, devido ao efeito de deriva.

Após a colheita, as espigas foram debulhadas e os grãos armazenados em sacos de papel identificados, corrigindo-se a umidade para 130 g kg⁻¹, e feita a pesagem para calcular a produtividade conforme metodologia (MARI et al., 2015). As características produtivas número de fileira por espiga, grãos por fileira e diâmetro da espiga foram avaliadas em 10 espigas por parcela. A massa de 100 grãos foi determinada em uma amostra de grãos por parcela. Os grãos foram moídos em moinho tipo Willey e determinadas o teor de Zn.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação de médias para os efeitos significativos através do teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de produtividade da cultura em função da aplicação de fontes e doses de Zinco foliar a campo estão dispostas na Tabela 2. Apesar do Zn ser um dos micronutrientes mais limitantes para a cultura do milho, não foi possível verificar diferenças estatísticas para os parâmetros avaliados.

Tabela 2 - Produtividade, diâmetro da espiga, massa de 100 grãos, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga e teor de Zn nos grãos em função da aplicação de fontes e doses de Zn na cultura do milho. Alta Floresta - MT, 2019

Doses de Zn (g ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Diâmetro da espiga (mm)	Massa de 100 grãos (g)	Número de fileiras por espiga	Teor de Zn nos grãos (mg kg ⁻¹)
0	9666,23	46,99	40,43	17,66	71,32
250	8957,06	47,16	40,10	17,41	69,89
500	9812,61	46,82	39,78	17,69	69,51
1000	9698,28	47,17	40,57	17,60	74,94
Fonte de Zn					
ZnSO ₄	9390,13	46,63	39,80	17,42	70,75
ZnO	9676,96	47,44	40,64	17,77	72,08
Teste F					
Dose	1,518 ^{ns}	0,110 ^{ns}	0,278 ^{ns}	0,363 ^{ns}	1,544 ^{ns}
Fonte	0,824 ^{ns}	2,731 ^{ns}	1,578 ^{ns}	2,897 ^{ns}	0,447 ^{ns}
Dose x Fonte	2,325 ^{ns}	3,037 ^{ns}	0,315 ^{ns}	1,148 ^{ns}	1,479 ^{ns}
CV (%)	9,38	2,97	4,71	3,31	7,89

^{ns}: não significativo respectivamente pelo teste F.

A aplicação tardia do micronutriente, no estágio R1, justifica a ausência de diferença nos parâmetros produtivos. Segundo Fancelli e Dourado (1997), nos estágios V4 a V6 é que se define o número de espigas e grãos confirmando o potencial de produção. Dessa forma, é nessa época que se estabelece a produtividade.

Além disso, respostas positivas à adubação com Zn, principalmente foliar, ocorre em condições em que o solo apresenta níveis baixos do micronutriente (ROSOLEM; FRANCO, 2000; DRISSI et al., 2015). Apesar do teor de Zn da área experimental ser classificada como baixa, de acordo com o manual do cerrado, durante a condução do experimento não se observou sintomas de deficiência, adicionalmente a produtividade de todos os tratamentos foram semelhantes e superiores à média nacional (4,9 t ha⁻¹) (CONTINI et al., 2019), sugerindo suficiência do micronutriente na planta.

Vale ressaltar que o teor de Zn encontrado no solo estava no limite superior da classe baixa podendo ser suficiente para o híbrido de milho utilizado. Salienta-se que o manual do cerrado não é próprio para a região amazônica e inconsistências com relação a classificação de teores de P já foram relatados (HEMKEMEYER, 2016; MARIA, 2019). Podendo a classificação do teor de Zn não ser a ideal para a região.

A aplicação foliar, apesar de necessário em situações particulares, é utilizada como um complemento à adubação tradicional, sendo recomendado quando o teor no solo se apresenta baixo. Segundo Fernández e Brown (2013), quando a cultura está nutrida de forma adequada, a prática apresenta poucos resultados.

Com relação ao teor de Zn, a não diferença estatística pode estar ligada à baixa mobilidade do nutriente na seiva do floema e a baixa capacidade de penetração foliar, de 2 a 5% (RIOS, 2019), limitando a chegada aos grãos. O valor encontrado, no entanto, está de acordo com o trabalho conduzido por HINESLY et al. (1978) que, avaliando 20 linhagens de milho, encontraram valores entre 33,8 a 70 mg kg⁻¹, demonstrando que o teor na planta estava adequado mesmo quando o micronutriente não foi aplicado.

Trabalhos a campo, utilizando estas mesmas fontes, reportam aumento no teor nos grãos quando a aplicação foi realizada de forma parcelada ao longo dos estágios fenológicos do milho, a cultura acumulou mais Zn quando a fonte nanométrica foi aplicada em relação ao sulfato. Subbaiah et al. (2016), por exemplo, realizaram a aplicação no pendoamento (R1) e no estágio grão leitoso (R2). Já Tiwari (2017) 30 e 45 dias após a emergência da plântula. Dessa forma, devido à baixa eficiência da adubação foliar de Zn, mais de uma aplicação é desejado quando se visa o aumento na qualidade do grão.

CONCLUSÃO

A aplicação foliar de doses e fontes de Zn não promove diferença em nenhum parâmetro avaliado. A falta de sintomas de deficiência durante nos estágios iniciais de crescimento aliado a produtividade semelhante em todas os tratamentos culturais sugere a suficiência do micronutriente. Com relação ao teor de Zn nos grãos, duas ou mais aplicações foliares durante os estágios fenológicos do milho pode ser benéfico quando se visa produzir um grão de maior qualidade.

REFERÊNCIAS

- ALLOWAY, B. J. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*. Reading, v. 31, n. 5, p. 537–548, 2009.
- BROADLEY, M. R. et al. Zinc in plants. *New Phytologist*, Nottinghamshire, v. 173, n. 4, p. 677–702, 2007.
- DELFANI, M. et al. Some Physiological Responses of Black-Eyed Pea to Iron and Magnesium Nanofertilizers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Shahrood, v. 45, n. 4, p. 530–540, 2014.
- DU, W. et al. Comparison study of zinc nanoparticles and zinc sulphate on wheat growth: From toxicity and zinc biofortification. *Chemosphere*, Shaanxi, v. 227, p. 109 – 116, 2019.
- FERNÁNDEZ, V.; BROWN, P. H. From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients. *Frontiers in Plant Science*. Madrid, v. 4, n. 298, p. 1-5, 2013.
- FIESP. Safra Mundial de Milho 2018/19 - 10º levantamento do USDA. Federação das indústrias do estado de São Paulo. Obtido em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20190208195749-boletimilhofevereiro2019/>. Acesso em: 27, fev. 2019.
- KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. IPNI. Colchester, n. 118, p. 1 - 24, 2007.
- HINESLY, T. D.; ALEXANDER, D. E.; ZIEGLER, E. L. Zinc and Cd accumulation by corn inbreds grown on sludge amended soil. *Agronomy Journal*, Madison, v. 70, n. 3, p. 425-428, 1978.
- LIU, R.; LAL, R. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Science of The Total Environment*, Columbus, v. 514, n. 1, p. 131–139, 2015.
- LOURINI, S. H. Classes de disponibilidade de fósforo em solos do norte do Estado de Mato Grosso cultivados com capim mombaça. 2018, p. 1-69. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) - Faculdade de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Mato Grosso.
- MARIA, L. S. Interpretação da disponibilidade de fósforo em solos cultivados com *Panicum maximum* CV BRS ZURI e *Urochloa decumbens* na amazônia eridional. 2018, 1-87. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) - Faculdade de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Mato Grosso.

MORENO-LORA, A.; DELGADO, A. Factors determining Zn availability and uptake by plants in soils developed under Mediterranean climate. *Geoderma*, Sevilla, v. 376, p. 1-9, 2020.

MORTVEDT, J. J., GILKES R, J. Zinc Fertilizers. In: ROBSON, A. D. Zinc in Soil and Plants. Austrália Ocidental, v. 55, p. 36 - 40, 1993.

PALMER, C. M., GUERINOT, M. L. Facing the challenges of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Nature Chemical Biology*. Hannover, v. 5, p. 333-340, 2005.

POWER, K. W. et al. Research Strategies for Safety Evaluation of Nanomaterials. Part VI. Characterization of Nanoscale Particles for Toxicological Evaluation. *Toxicological Sciences*. Florida, v. 90, n. 2, p. 296–303, 2006.

ROUF S., T.; PRASAD, K.; KUMAR, P. Maize - A potential source of human nutrition and health: A review. *Cogent Food & Agriculture*, Sangrur, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2016.

SADEGHZADEH, B. A review of zinc nutrition and plant breeding. *Journal of soil science and plant nutrition*, Maragheh, v13, n. 4, p. 1-17, 2013.

SINGH, B. et al. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*. New Delhi, v. 88, n. 1, p. 36-44, 2005.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: Correção do Solo e Adubação. 2.ed. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília (DF), Embrapa-CPA, 2004. p. 290-292.

YAN, L. et al. Physiological and metabolic responses of maize (*Zea mays*) plants to Fe₃O₄ nanoparticles. *Science of The Total Environment*. Harbin, v. 718, p. 1 - 36, 2020.

ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DO MILHO DE SEGUNDA SAFRA ATRAVÉS DO ALGORITMO SEBAL

Gabriel Vergilio Barboza¹, Vitor Alfeu Guedes Moreira Vieira¹, Rafael Cesar Tieppo¹, Rivanildo Dallacort¹, Alexander Webber Perlandim Ramos²

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. gabriel.vergilio.barboza@unemat.br

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) tem grande importância socioeconômica mundial, sendo o Mato Grosso o maior produtor nacional. As estimativas de produtividade desta cultura têm diversos proveitos, sendo importantes para tomada de decisão quanto ao transporte, armazenamento e comercialização da safra. Uma das formas possíveis de estimativa da produtividade do milho é através da utilização de dados radiométricos, associando o algoritmo SEBAL ao modelo de Monteith. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estimar a produtividade do milho em uma propriedade em Campo Novo do Parecis-MT, através de um modelo que associasse o modelo de biomassa de Monteith com dados do algoritmo SEBAL. Para isso utilizou-se imagens do satélite Landsat 8 e variáveis meteorológicas obtidas do INMET para execução do algoritmo SEBAL. Os produtos do algoritmo SEBAL foram utilizados no cálculo da biomassa diária através do modelo de Monteith. Posteriormente, calculou-se a produtividade potencial seguida da produtividade estimada através da penalização pelo NDVI. Como resultado, constatou-se que não foi possível estimar a produtividade com confiabilidade devido à alta ocorrência de nuvens nas imagens de satélite disponíveis. Apesar disso, notou-se potencial de utilização do modelo para a identificação de anomalias presentes em campo.

Palavras-chave: Biomassa; sensoriamento remoto; *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido e consumido no mundo, sendo o principal insumo na pecuária, na produção de alimentos e de biocombustíveis (MIRANDA et al., 2018). No Brasil, o Mato Grosso se destaca como maior produtor nacional de milho, no qual, segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) da safra 19/20, foi responsável por aproximadamente 34% da produção brasileira, equivalente a 34.234,4 t de grãos, produzidos em uma área de 5.445,6 mil hectares (CONAB, 2020).

Devido a importância do milho no agronegócio brasileiro, as estimativas de produtividade dessa cultura se fazem necessárias para que o suprimento da demanda nacional e a capacidade de transporte e armazenamento deste produto agrícola não sejam comprometidos. Essas estimativas podem ainda auxiliar na comercialização da safra antes mesmo da colheita (BERTOLIN et al., 2017).

Entre os métodos de estimativa de produtividade destaca-se o modelo proposto por Monteith (1972). Este modelo tem como base o acúmulo de biomassa, que é calculado através do somatório da radiação fotossinteticamente ativa absorvida multiplicado por um fator de eficiência de conversão de radiação em biomassa. Este fator por sua vez pode ser obtido através de um outro modelo, desta vez proposto por Field em 1995 (ARAUJO, 2016).

De acordo com o mesmo autor, o modelo de Field é dependente de um fator relacionado a umidade do solo, que pode ser substituído pela fração evaporativa, a qual representa a partição do saldo de radiação em fluxo de calor latente. Conforme explica Leite et al. (2019), a fração evaporativa é dependente do saldo de radiação, do fluxo de calor no solo e fluxo de calor latente.

Essas variáveis podem ser obtidas através do algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land). O SEBAL foi proposto por Bastiaanssen et al. (1998), e segundo Silva et al. (2018) é um dos mais completos modelos para estudos de fluxo de calor na superfície, utilizando concomitantemente imagens de satélite e dados meteorológicos. Devido às suas características, o SEBAL pode ser aplicado em dados radiométricos de qualquer sensor remoto orbital que efetue medidas de radiação no espectro do visível, infravermelho próximo e infravermelho termal (ABRISHAMKAR; AHMADI, 2016), podendo, portanto, ser utilizado no satélite Landsat 8, conforme trabalho de Silva et al. (2018).

Sendo assim, objetivou-se neste trabalho estimar a produtividade do milho de segunda safra utilizando-se dos dados provenientes do algoritmo SEBAL, associando-os ao modelo de biomassa de Monteith.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreendeu uma fazenda pertencente ao município de Campo Novo do Parecis – MT, localizada nas coordenadas 13°53'13,98S e 57°41'30,45''O. (Figura 1). O município tem altitude média de 529m e clima Aw segundo a classificação de Koppen, sendo definido como tropical húmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno (BARRANQUEIRO; DALCHIAVON, 2017).

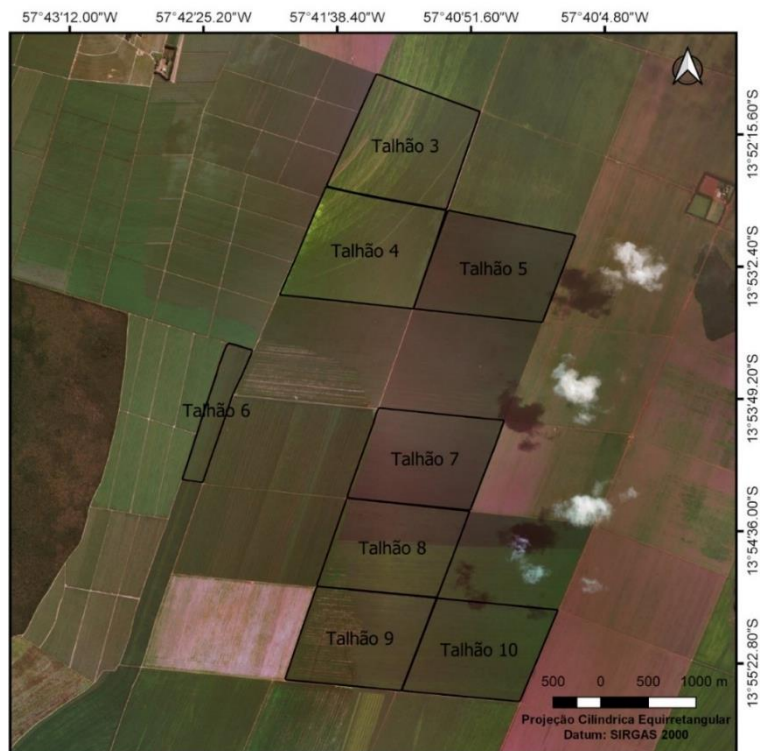


Figura 1 - Talhões da fazenda em Campo Novo do Parecis, utilizados no trabalho como área de estudo. (Fonte: Bing imagens).

O estudo foi realizado em sete talhões do qual foram obtidos dados da produtividade média do milho no talhão (kg ha^{-1}), duração do ciclo de desenvolvimento, área e as datas de semeadura e colheita das safras 17/18 e 18/19 (tabelas 1 e 2 respectivamente).

Tabela 1 - Área, datas de plantio e colheita, duração do ciclo de desenvolvimento e produtividade média do milho nos talhões utilizados na safra 17/18

Talhão	Área	Plantio	Colheita	Duração do ciclo	Produtividade média
Talhão 5	143,89 ha	05/02/2018	09/07/2018	155 dias	7727,9 kg ha^{-1}
Talhão 6	36,52 ha	25/02/2018	07/07/2018	133 dias	7814,03 kg ha^{-1}
Talhão 7	132,84 ha	30/01/2018	26/06/2018	148 dias	8372,64 kg ha^{-1}
Talhão 8	125,65 ha	06/02/2018	04/07/2018	149 dias	8337,25 kg ha^{-1}
Talhão 9	129,96 ha	06/02/2018	07/07/2018	152 dias	8087,99 kg ha^{-1}

Fonte: O autor

Tabela 2 - Área, datas de plantio e colheita, duração do ciclo de desenvolvimento e produtividade média do milho nos talhões utilizados na safra 18/19

Talhão	Área	Plantio	Colheita	Duração do ciclo	Produtividade média
Talhão 3	42,51 ha	07/02/2019	10/07/2019	154 dias	7885,88 kg ha ⁻¹
Talhão 4	56 ha	07/02/2019	10/07/2019	154 dias	7683,53 kg ha ⁻¹
Talhão 8	125,65 ha	07/02/2019	10/07/2019	154 dias	7511,92 kg ha ⁻¹
Talhão 9	129,96 ha	07/02/2019	10/07/2019	154 dias	7448,97 kg ha ⁻¹
Talhão 10	127,59 ha	07/02/2019	10/07/2019	154 dias	7721,87 kg ha ⁻¹

Fonte: O autor

Devido a problemas de tombamento do milho que acometeram alguns talhões da safra 17/18, utilizou-se neste ano agrícola apenas os talhões 5 a 9. Já durante a safra 18/19, em alguns talhões houve presença de nuvens em todas as imagens disponíveis, comprometendo assim sua utilização. Logo, para o referido ano agrícola utilizou-se apenas os talhões 3, 4, 8, 9 e 10. Os dados de produtividade obtidos dos talhões 3 e 4 da safra 18/19 contemplavam apenas a parte oeste destes talhões, logo o estudo nestes talhões ficou restrito a esta área.

Para estimar a produtividade do milho utilizou-se um modelo elaborado por Araujo (2016). Inicialmente foi criado um banco de imagens do satélite Landsat, adquiridas no site EarthExplorer. Apenas foram obtidas cenas cujas datas de imageamento estavam nos intervalos de semeadura e colheita. Foram excluídas as imagens que apresentavam oclusão ou sombreamento por nuvens. As imagens restantes foram editadas no programa QGIS para delimitação da área de estudo.

A segunda etapa correspondeu a criação do banco de dados meteorológicos de superfície, que compreendiam as variáveis meteorológicas da velocidade do vento do momento da passagem do satélite e dados diários das temperaturas máxima e mínimas do ar. Esses dados foram obtidos da estação 86662 (Campo Novo do Parecis - MT) do INMET através de solicitação ao instituto.

A terceira etapa foi a aquisição de imagens dos modelos digitais de terreno (MDT) da região. Para isso foi feito o download do MDT das quadriculas 13S585ZN e 14S585ZN no site TOPODATA. Posteriormente, fez-se uma mesclagem desses *rasters* no programa QGIS seguido de um recorte da área de estudo.

A quarta etapa foi a execução do algoritmo SEBAL para cada imagem disponível. Para isso foram utilizadas as imagens provenientes do banco de imagens de satélite, os dados da velocidade do vento do banco de dados meteorológico e o MDT recortado. O algoritmo SEBAL foi utilizado em forma de um *script* escrito por Wolff (2020) em linguagem de programação *Python*, sendo executado no programa GRASS.

Para cada imagem processada pelo algoritmo SEBAL obteve-se um mapa do fluxo de calor latente (LE) e um do fluxo de calor sensível (H), que foram então utilizados na quinta etapa para o cálculo do mapa da fração evaporativa (λ), que representa a quantidade de energia disponível na superfície da terra que é particionada no fluxo de calor latente (ESWAR; SEKHAR; BHATTACHARYA, 2013).

Utilizou-se para este cálculo e para os demais adiante a ferramenta “Calculadora Raster” do programa QGIS. A fórmula utilizada para calcular a fração evaporativa foi a descrita por Oliveira et al. (2016) (Equação 1).

$$\lambda = \frac{LE}{LE + H} \quad 1)$$

Na sexta etapa, foram utilizados os mapas da fração evaporativa para o cálculo dos mapas da eficiência do uso da radiação (ϵ) para cada imagem. Segundo Araujo (2016) a eficiência do uso da radiação pode ser calculada através do produto da eficiência máxima do uso da radiação pela cultura (ϵ_{max}), cujo valor no milho pode ser considerado de 3,5g MJ⁻¹, pela fração evaporativa, que integra a fórmula como um fator da umidade do solo (Equação 2).

$$\epsilon = \epsilon_{max} \cdot \lambda \quad 2)$$

A sétima etapa correspondeu a uma série de cálculos até o cálculo da biomassa pelo modelo de Monteith. Primeiramente, calculou-se a radiação fotossinteticamente ativa (PAR), que corresponde a faixa do espectro visível que pode ser usada na ativação da fotossíntese (TARDIVO, 2017).

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) pode ser calculada em função da radiação solar global diária integrada a um período de 24 horas ($K_{diário}$), dada em W m² (ARAUJO, 2016). Para obtenção dessa variável utilizou-se o método descrito no documento FAO 56 (ALLEN et al., 1998) utilizando-se os dados das temperaturas máximas

e mínimas do ar do banco de dados meteorológico além dos valores correspondentes a distância relativa terra-sol obtidos nos metadados das imagens (Equação 3).

$$PAR = 0,48 \cdot K_{diário} \quad 3)$$

Posteriormente, foi calculada a fração da radiação “PAR” que é absorvida pelo dossel das plantas (FPAR). Esse dado é dependente do “NDVI”, que também foi um dos produtos obtidos através do algoritmo SEBAL (ARAUJO, 2016) (Equação 4).

$$FPAR = -0,161 + 1,257 \cdot PAR \quad 4)$$

Em seguida, foi calculado a radiação absorvida pela cultura (APAR), através do produto do FPAR pelo PAR (ANDRADE et al., 2009) (Equação 5).

$$APAR = FPAR \cdot PAR \quad 5)$$

Com os dados obtidos anteriormente calculou-se para cada imagem a biomassa total acumulada (Bio) através do modelo de Monteith. A biomassa total acumulada é dada em kg ha⁻¹ dia de matéria seca (Equação 6), sendo função da “ε” e do “APAR” de cada imagem em um dado tempo (t) (ARAUJO, 2016). Este tempo correspondeu ao intervalo de passagem do satélite, que no caso do Landsat 8 é de 16 dias. No caso das imagens faltantes foi utilizado dados das imagens adjacentes para suprir a ausência de dados.

$$Bio = \varepsilon \cdot [APAR(t)] \cdot 0.864 \quad 6)$$

Adiante, foi calculada a “Bio_{total}” acumulada para a safra, que corresponde ao somatório de todas as biomassas de todas as imagens da safra (Equação 7).

$$Bio_{total} = \sum_{i=1}^n (Bio) \quad 7)$$

Na oitava etapa foi estimado a produtividade potencial do milho para a safra, conforme a equação abaixo. No qual: “Yc” é a produtividade potencial da cultura (kg ha⁻¹), “Ic” é o índice de colheita, no qual foi considerado 0,45 conforme utilizado por Araujo (2016) e “Uc” é a umidade no ponto de colheita, no qual foi considerado 21% (Equação 8).

$$Yc = \frac{IC \cdot Bio_{total}}{1 - Uc} \quad 8)$$

Na nona e última etapa, foi estimado a produtividade do milho a partir do produto da produtividade potencial do milho pela média do NDVI das imagens viáveis da safra (Equação 9).

$$Produtividade_{estimada} = Yc \cdot NDVI \quad 9)$$

O NDVI integrou a fórmula como um índice de penalização, que é um coeficiente multiplicativo utilizado para a conversão dos valores de produtividade potencial em produtividade estimada (ARAUJO, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de produtividade estimada das safras 17/18 e 18/19 é mostrado na Figura 2. É possível observar que na safra 17/18 houve grandes discrepâncias na produtividade obtida entre os talhões, sendo maior no talhão 5 e menor nos talhões 6, 7 e 8. Observa-se ainda no talhão 8, maiores produtividades na porção superior frente ao resto do talhão. Tal separação pode indicar a presença de anomalias que acometeram os talhões, como ataque de pragas ou adoção de diferentes práticas culturais, que resultaram na diminuição da produção.

Já na safra 18/19 obteve-se maiores valores de produtividade estimada nos talhões 8, 4 e 3. Nota-se também algumas anomalias em forma de faixa no talhão 8 e acometendo as porções inferiores dos talhões 9 e 10, no qual a produtividade foi inferior ao restante do talhão, o que pode ser um indicativo de diferenças no manejo entre os talhões.

Em um comparativo da produtividade real com a produtividade estimada pelo modelo, na safra 17/18, dos cinco talhões estudados o talhão 5 teve a maior superestimativa (2,17 t ha⁻¹), por sua vez o talhão 9 teve a maior subestimativa, sendo de 3 t ha⁻¹. A menor variação foi encontrada no talhão 7 no qual houve subestimativa de 0,48 t ha⁻¹ (Figura 3). Já na safra 18/19, houve menor variação entre a produtividade real e a estimada.

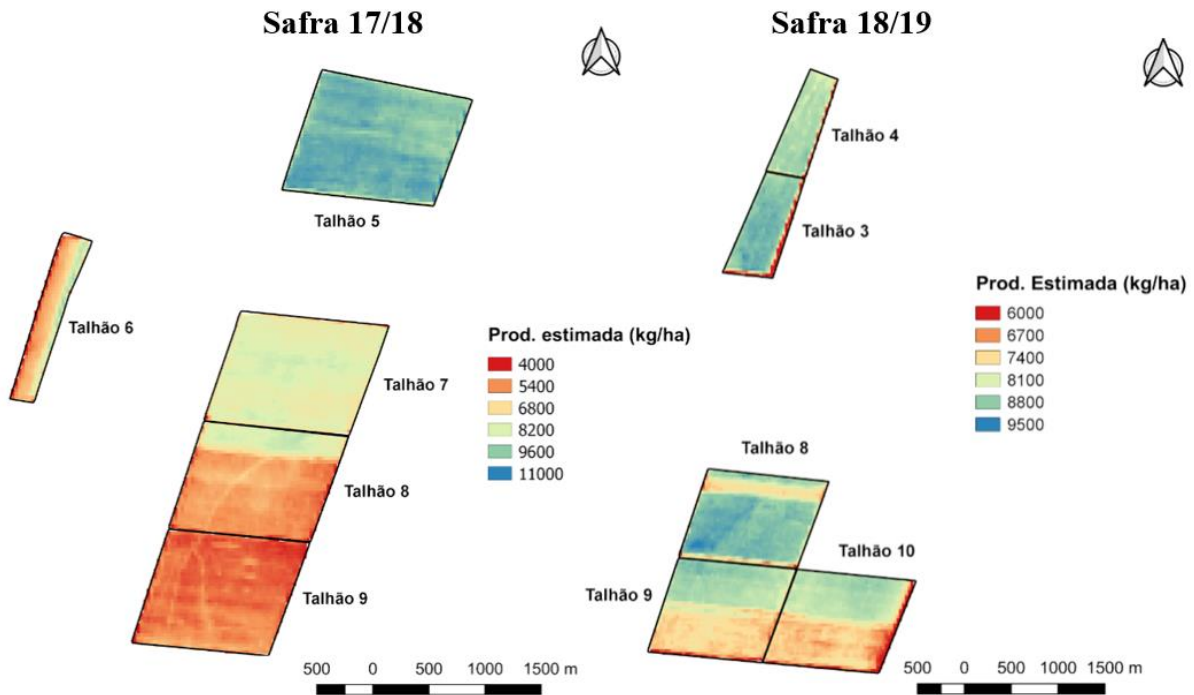


Figura 2 – Produtividade estimada do milho através do modelo de Araujo (2016) para as safras 17/18 e 18/19. (Fonte: O autor).

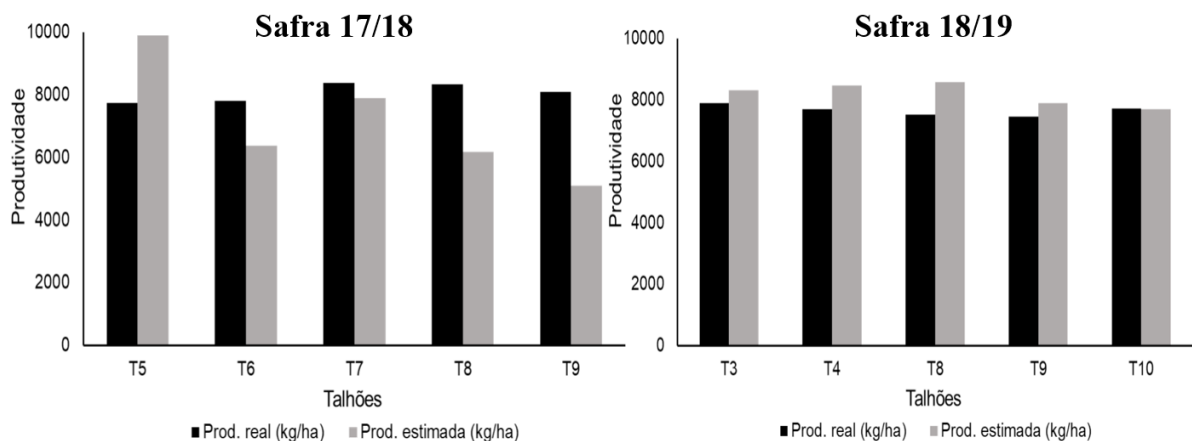


Figura 3 – Relação entre a produtividade estimada e a produtividade real para as safras 17/18 e 18/19. (Fonte: O autor).

Na safra 18/19 a única subestimativa foi de $0,0035 \text{ t ha}^{-1}$ no talhão 10, sendo esta também a menor variação encontrada. A maior superestimativa para a referida safra foi de $1,07 \text{ t ha}^{-1}$ no talhão 8. Observa-se que em ambas as safras houve considerável discrepância entre os valores estimados e os valores reais de produtividade. Atribui-se esta variação ao fato de que utilizou-se um número diminuto de imagens para estimar a produtividade, isso por que a maioria das imagens de satélite disponíveis para download apresentavam nuvens, o que inviabilizou o seu uso, restringindo assim o número de cenas viáveis a duas por safra.

Araujo (2016) explica que este modelo é altamente dependente do número de imagens utilizadas para as estimativas, sendo que em locais com alta incidência de nuvens o modelo poderia apresentar discrepâncias em relação aos valores reais de produtividade a campo. O autor também estudou a análise da sensibilidade do modelo quanto a presença de núvens observando que quando se utilizou apenas duas imagens as variações entre a produtividade real e a estimada superavam 5 mil kg ha^{-1} .

CONCLUSÃO

Através dos resultados da aplicação do modelo de estimativa de produtividade do milho de Araujo (2016) observou-se que não foi possível estimar a produtividade do milho com confiabilidade, visto que houve discrepância entre os valores estimados e os valores reais de produtividade devido a oclusão de nuvens nas cenas disponíveis.

Sendo assim, são necessários estudos posteriores para avaliar a acurácia do modelo em regiões em que a interferência de nuvens nos sensores radiométricos não seja um problema relevante. Foi possível observar também que os resultados do modelo permitem uma análise espacial da ocorrência de anomalias na lavoura o que pode auxiliar os produtores no monitoramento do campo.

REFERÊNCIAS

ABRISHAMKAR, M.; AHMADI, A. Evapotranspiration Estimation Using Remote Sensing Technology Based on SEBAL Algorithm. *Iranian Journal of Science and Technology*, Xiraz, v. 41, n. 1, p. 65-76, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/34852881/Evapotranspiration_Estimation_Using_Remote_Sensing_Technology_Based_on_SEBAL_Algorithm. Acesso em: 08 jan. 2020.

ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 327p. (Paper, 56). Disponível em: http://www.fao.org/tempref/SD/Reserved/Agromet/PET/FAO_Irrigation_Drainage_Paper_56.pdf. Acesso em: 15 ago. 2020.

ANDRADE, R. G. et al. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto na estimativa da biomassa vegetal de pastagem no Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16, 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFV, 2009.

ARAUJO, G. L. Estimativa da evapotranspiração e produtividade do milho irrigado utilizando um modelo multiespectral e imagens de satélite Landsat 8. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

ARAUJO, G. L. Estimativa da produção em áreas irrigadas sob cultivo de cana-de-açúcar utilizando um modelo multiespectral. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BARRANQUEIRO, H. R.; DALCHIAVON, F. C. Aplicação de azoto na cultura da soja. *Revista de Ciências Agrárias*, Recife, v. 40, n. 1, p. 196-204, 2017. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0871-018X2017000100022&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 20 jul. 2020.

BASTIAANSSEN, W. G. M. et al. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. *Journal of Hydrology*, v. 212, n. 1, p. 198–212, 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/245099273_A_remote_sensing_surface_energy_balance_algorithm_for_land_SEBAL. Acesso em: 01 ago. 2020

BERTOLIN, N. O. et al. Predição da produtividade de milho irrigado com auxílio de imagens de satélite. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 11, n. 4, p. 1627-1638, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Filgueiras/publication/318668514_PREDICAO_DA_PRODUTIVIDADE_DE_MILHO_IRRIGADO_COM_AUXILIO_DE_IMAGENS_DE_SATELITE/links/59791a830f7e9b27772a2607/PREDICAO-DA-PRODUTIVIDADE-DE-MILHO-IRRIGADO-COM-AUXILIO-DE-IMAGENS-DE-SATELITE.pdf. Acesso em: 08 jan. 2020.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: CONAB, 2020. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/30094_97ee6563d2f02589cb669d5117314d3c. Acesso em: 9 jan. 2020.

ESWAR, R.; SEKHAR, M.; BHATTACHARYA, B. K. A simple model for spatial disaggregation of evaporative fraction: Comparative study with thermal sharpened land surface temperature data over India. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, Columbia, v. 118, n. 21, p. 29-44, 2013. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2013JD020813>. Acesso em: 02 mar. 2020.

LEITE, M. E. et al. Quantificação da perda de água por evapotranspiração em diferentes usos da terra da Bacia do Rio Vieira. *Caderno de Geografia*, Belo Horizonte, v. 29, n. 58, p. 2318-2962, 2019. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19720/15063>. Acesso em: 08 jan. 2020.

MIRANDA, P. S. et al. Aplicação de silício na cultura do milho. *Revista de Ciências Agroambientais*, Cáceres, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1853/2525>. Acesso em: 08 jan. 2020.

OLIVEIRA, L. A. M. et al. Estimativa de produção em áreas irrigadas sob cultivo da cultura do milho utilizando imagens de satélite. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 400-409, 2016. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/02eac69c7e5adeb46d42b74f574af527/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2033446>. Acesso em: 08 jan. 2020.

SILVA, B. B. et al. Satellite-based ET estimation using Landsat 8 images and SEBAL model. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 49, n. 2, p. 221-227, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rca/v49n2/1806-6690-rca-49-02-0221.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2020.

TARDIVO, L. A radiação fotossinteticamente ativa no manejo florestal otimiza o crescimento de vegetação sob plantios de eucalipto. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

WOLFF, W. SEBAL_GRASS. Versão 1.1.0. [S. l.]: WOLFF, W., 2016. Disponível em: https://github.com/wwolff7/SEBAL_GRASS. Acesso em: 15 ago. 2020.

INFLUÊNCIA DA SATURAÇÃO POR BASES NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PAU-PRETINHO

Rayssa Gomes Vasconcelos¹, Antonio Carlos Costa Linhares², Israel Silva Júnior², Silfran Rogério Marialva Alves²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil. rayssa.gomesvasc@gmail.com.

² Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, Amazonas, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da saturação por bases sobre o crescimento inicial de mudas de *Cenostigma tocantinum*. Para tal, foi conduzido um experimento em sacos de polietileno com Latossolo Amarelo álico, em casa de vegetação, no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Amazonas. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, seis níveis de saturação por bases como tratamentos (V% - 13,91; 21,20; 30,52; 42,43; 52,54 e 66,86%), e duas mudas por parcela experimental. Aos 180 dias após o transplante foram avaliadas as características biométricas e suas relações: altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, radicular e total, relação da massa seca da parte aérea e de raiz; relação da altura da parte aérea e diâmetro do coleto e Índice de Qualidade de Dickson. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foram ajustadas equações de regressão adotando o nível de 5% de probabilidade. A elevação da saturação por bases influenciou negativamente as mudas de *Cenostigma tocantinum*, sendo para esta espécie uma prática dispensável nas condições em que o presente trabalho foi realizado.

Palavras-chave: Biodiversidade; Calagem; Arborização; Produção de mudas.

INTRODUÇÃO

Popularmente conhecida como pau-pretinho, a espécie *Cenostigma tocantinum* Ducke se destaca no contexto da biodiversidade amazônica, em virtude da sua versatilidade. A árvore pode atingir de 4-10 m de altura e apresenta folhas compostas e alternas, flores amarelas, fruto lenhoso e deiscente (legume), sementes oblongas a circular. O potencial paisagístico e ornamental da espécie é o mais explorado. Contudo, o pau-pretinho pode ainda ser utilizado para fins madeireiros, extração de corantes, reflorestamento e em sistemas silvipastoris (GARCIA; MORAES; LIMA, 2008; LIMA JUNIOR; MENDES; ARRUDA, 2017).

Apesar de todas as potencialidades atribuídas a esta espécie, estudos sobre os aspectos silviculturais, relacionados às exigências nutricionais nas fases de produção de mudas, estabelecimento e desenvolvimento no campo, são escassos ou incipientes. Geralmente, espécies florestais pioneiras, como o pau-pretinho, e secundárias iniciais, por possuírem maiores taxas de crescimento, apresentam maior demanda por nutrientes, bem como maior capacidade de absorção e acúmulo destes nos tecidos vegetais, devendo, então, receber fertilização mais criteriosa, por vezes mais elevada do que a das demais classes (GONÇALVES; SANTARELLI; MORAES NETO, 2000). Em virtude das baixas concentrações e reservas de Cálcio (Ca) na maioria dos solos usados para fins de reflorestamentos, as fertilizações devem prever a aplicação de consideráveis quantidades deste elemento, em geral por meio de calagem (BEHLING, 2009).

A influência da calagem já foi avaliada para algumas espécies florestais tais como ipê-roxo (CRUZ et al., 2004), sumaúma (SILVA et al., 2008) e eucalipto (SILVA; RANGEL; BELIZÁRIO, 2007). Vale et al. (1996) ressaltam que a resposta das plantas à prática da calagem pode ou não ocorrer, dependendo das características da espécie que se pretende produzir, principalmente no que se refere à tolerância à acidez. As respostas das plantas em relação aos efeitos da acidez no solo, não permitem generalizações e dificultam o estabelecimento de faixas de pH adequadas para as diversas culturas (RAIJ, 1991). Investigações envolvendo a influência da calagem e nutrição no crescimento e desenvolvimento das plantas são necessárias para que a qualidade e o sucesso de sua implantação no campo sejam efetivos. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da saturação por bases do substrato sobre o crescimento inicial e a qualidade de mudas de *C. tocantinum* Ducke.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro florestal da Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Como substrato foi utilizado um Latossolo Amarelo álico, coletado da camada a 20-40 cm da superfície. O solo foi seco em ambiente coberto e posteriormente passado em peneira com malha de 4 mm, onde então foi retirada uma amostra composta para as análises química e textural (Tabela 1).

Tabela 2 - Atributos do solo antes da aplicação dos tratamentos

pH (CaCl ₂)	MO dag kg ⁻¹	P ---mg dm ⁻³ ---	K ⁺	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	t	T	V	Areia	Silte	Argila
					-----cmol. dm ⁻³ -----						%	-----g kg ⁻¹ -----		
3,88	1,0	0,12	16,0	5,8	0,40	0,35	5,88	0,79	1,64	6,67	11,84	94	42	864

Em que: pH (CaCl₂) – Relação 1:2,5; MO – Oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N; P e K⁺ – Mehlich 1; S-SO₄²⁻ – fosfato monocálcico em ácido acético; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ – KCl 1 mol L⁻¹; H⁺+Al³⁺ – SMP; SB = Soma de bases trocáveis; CTC (t) – capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) – capacidade de troca catiônica a pH 7,00; e, V = saturação por base.

Amostras de 2 kg de solo foram pesadas, homogeneizadas com as doses do corretivo correspondentes aos tratamentos e acondicionadas em sacos de polietileno. O corretivo utilizado foi o calcário com 12% de MgO e 50% de CaO (PRNT 91%) de forma a elevar a V% para 20, 40, 60, 80 e 100%, segundo o método proposto por Alvarez e Ribeiro (1999):

$$NC (t \text{ ha}^{-1}) = \frac{(V_e - V_a)}{\text{PRNT}} * T$$

Em que: NC= necessidade de calagem em toneladas por hectare; V_e= Saturação por base desejada, em %; V_a= Saturação por base atual do solo, conforme análise, em %; T= capacidade de troca catiônica a pH 7,0 e PRNT= Poder relativo de neutralização total do corretivo informado pelo fabricante.

O solo permaneceu incubado por um período de 30 dias. Aos 20 dias, recebeu adubação básica em solução, nas seguintes doses: 80 mg dm⁻³ de N; 300 mg dm⁻³ de P; 100 mg dm⁻³ de K; 50 mg dm⁻³ de S; 0,5 mg dm⁻³ de B; 1,5 mg dm⁻³ de Cu; 5,0 mg dm⁻³ de Zn (MALAVOLTA, 1980). Após o período de incubação, as mudas que foram previamente produzidas em tubetes, foram transplantadas para os sacos de polietileno (2 Kg). Aos 0, 30 e 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o transplante, foram quantificadas as variáveis altura (H), com régua de precisão de 0,1 cm, e diâmetro do coleto (DC), com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Ao final do período experimental, as plantas foram separadas em raiz e parte aérea e acondicionadas em estufa com circulação de ar forçada, a 65 °C, durante 72 h. Para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR), foi utilizada uma balança analítica com precisão de 0,01 g. O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi determinado segundo Dickson et al. (1960). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, constituído por quatro blocos, seis tratamentos e duas mudas por parcela experimental. Os resultados foram submetidos a Análise de Variância ao nível de 5% de probabilidade e as equações de regressão foram ajustadas em função dos níveis de V%, com auxílio do software SigmaPlot 11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elevação da V% influenciou negativamente o crescimento em altura das mudas de *C. tocontinum*. Apesar de não terem sido identificadas diferenças estatísticas (Tabela 2), houve uma redução desta variável com o aumento da saturação (Figura 1a). Comportamento semelhante foi observado para a variável diâmetro do colo, em que os maiores valores foram obtidos na V% natural do substrato (Figura 1b).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as mudas de *C. tocontinum* aos 180 dias após o transplante

Fontes de variação	GL	H (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	Quadrado Médio				
					MST (g)	H/DC	H/MSPA	MSPA/MSR	IQD
Saturação	5	42,20 ^{ns}	2,42 *	16,45	7,71	64,74	0,86 *	0,07 *	2,41 *
Bloco	3	36,69	0,88	4,22	16,65	12,03	0,81	0,01	0,65
Resíduo	15	25,07	0,35	2,45	0,78	7,37	0,33	0,02	0,63
CV (%)		18,63	10,47	15,66	7,57	10,96	31,89	13,77	23,01

Quanto a relação H/DC (p>0,05), que exprime o equilíbrio de crescimento das mudas (GOMES, 2002), e a MSR (p< 0,05), os resultados mais satisfatórios também foram registrados no tratamento em que não foi realizada a adição de calcário, sugerindo que tal prática não favoreceu o crescimento das plantas nestes parâmetros. Resultados distintos foram relatados por Cruz et al. (2004) que verificaram a máxima produção de massa seca das raízes de *Tabebuia impetiginosa* quando houve elevação da saturação por bases para 45,9%.

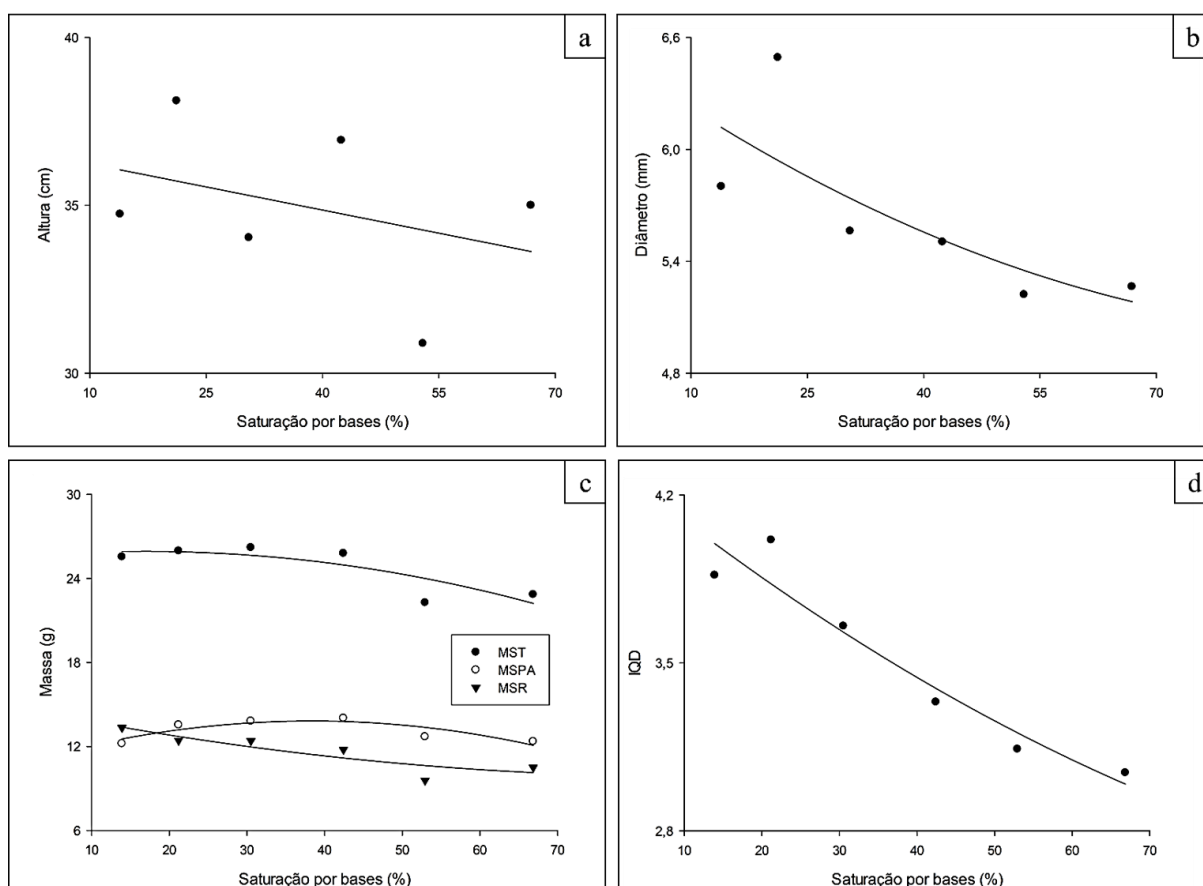


Figura 1 – Comportamento das variáveis analisadas aos 180 dias: a) Altura; b) Diâmetro do coleto; c) Massa seca da parte aérea (MSPA), radicular (MSR) e total (MST); d) Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

Ademais, o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) também foi estatisticamente superior na V% natural (Figura 1d). Para o cálculo do IQD, que é apontado como um dos melhores indicadores da qualidade das mudas, são considerados a robustez e o equilíbrio da biomassa na planta, ponderando os resultados de várias características importantes, tais como MST, H/DC, MSPA e MSR (FONSECA et al., 2002). No caso de *C. tocontinum*, os pontos de máxima produção de MSPA (Figura 1c) foram obtidos com a saturação em torno de 40 a 50%, apresentando resposta quadrática negativa (Tabela 3). Estes resultados são similares aos relatados por Bernardino et al. (2005), que também observaram o ponto de máxima produção de massa seca da parte aérea de *Anadenanthera macrocarpa* quando a saturação por bases foi elevada para 47,0%.

Tabela 3 - Equações de regressão para as variáveis de *C. tocontinum* em função dos valores de V%

Variável	Equação	R ²
H (cm)	$\hat{Y} = 36,6970 - 0,0459 * x$	0,1344
DC (mm)	$\hat{Y} = 6,4966 - 0,0293 * x - 0,0001 * x^2$	0,5813
MSPA	$\hat{Y} = 10,6700 + 0,1641 * x - 0,0021 * x^2$	0,7306
MSR	$\hat{Y} = 14,8298 - 0,0135 * x + 0,0006 * x^2$	0,8049
MST	$\hat{Y} = 25,4998 + 0,0506 * x - 0,0015 * x^2$	0,6991
H/DC	$\hat{Y} = 6,0315 + 0,0032 * x + 0,0001 * x^2$	0,3433
H/MSPA	$\hat{Y} = 3,7991 - 0,0613 * x + 0,0008 * x^2$	0,6705
MSPA/MSR	$\hat{Y} = 0,6236 + 0,0257 * x - 0,0003 * x^2$	0,8636
IQD	$\hat{Y} = 4,3466 - 0,0263 * x + 0,000091263 * x^2$	0,9213

H: altura; DC: diâmetro do coleto; MSPA: massa seca da parte aérea; MSR: massa seca de raiz; MST: massa seca total; H/DC: relação altura/diâmetro do colo; H/MSPA: altura/massa seca da parte aérea; MSPA/MSR: massa seca da parte aérea/massa seca de raiz; IQD: Índice de Qualidade de Dickson

Vale et al. (1996) ao estudarem o crescimento radicular de 15 espécies florestais em um solo altamente ácido, com alto teor de Al trocável, e Ca e Mg deficientes, constataram que a *Acacia mangium*, *Eucalyptus grandis* e *Peltophorum dubium* tiveram o crescimento radicular menos afetado em condições de solo ácido. Valeri et al.

(1985) também observaram resposta negativa da aplicação de Ca na forma de carbonato de cálcio sobre o crescimento em altura, diâmetro das plantas e teor de K nas folhas de *Eucalyptus grandis*.

Resposta contrária foi encontrada por Tucci et al. (2010) em que a calagem favoreceu a produção de mudas de qualidade de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.), o que evidencia a forma diferenciada com que as espécies florestais respondem a aplicação da calagem. Cuenca et al. (1990) destacaram que a aparente tolerância ao Al observada em árvores de uma floresta tropical em solo muito ácido se deve a quelação do Al, tornando-o inócuo ou depositando-o em compartimentos tais como vasos do xilema, vacúolos ou paredes celulares, onde o elemento não pode danificar o citoplasma ou interferir na atividade metabólica.

Além das estratégias de adaptação a solos ácidos desenvolvidas pelas espécies, a resposta à calagem também sofre influência do tipo de substrato utilizado para a produção das mudas, evidenciado em estudos de Bernardino et al. (2005), Souza et al. (2010) e Souza et al. (2008). Os autores não observaram efeito significativo da elevação da V% sobre as características morfológicas e suas relações na produção de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), fedegoso (*Senna macranthera*) e bico-de-pato (*Machaerium nictitans*), respectivamente, quando utilizaram um Argissolo. No entanto, ao utilizarem como substrato um Latossolo distrófico e álico, resposta significativa destas espécies foi observada.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo é possível concluir que a espécie *C. tocantinum* demonstra ser tolerante à acidez do solo, sendo que os atributos morfológicos, bem como as relações entre os mesmos, alcançaram os melhores valores com a manutenção do nível de saturação natural do substrato.

De modo geral, a calagem afetou negativamente o crescimento das mudas, sendo uma prática dispensável nas condições em que o presente trabalho foi realizado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a toda equipe do Viveiro Florestal (UFAM), pelo suporte técnico e logístico. Bem como a professora Narrubia Almeida, pela orientação e apoio durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V.H.V.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, A. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. (Org.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 43–61.
- BEHLING, M. Nutrição, partição de biomassa e crescimento de povoamentos de teca em Tangará da Serra-MT. 2009. 176 f. Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2009.
- BERNARDINO, D.C.S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. Revista *Árvore*, v. 29 (6), n. 6, p. 863–870, dez. 2005.
- CRUZ, C.A.F.E. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis*, v. 66, p. 100–107, 2004.
- CUENCA, G.; HERRERA, R.; MEDINA, A. Aluminium tolerance in trees of a tropical cloud forest. *Plant and Soil*, v. 125, p. 169–175, 1990.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurserie. *Forestry Chronicle*, v. 36, p. 10–13, 1960.
- FONSECA, É.P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Revista *Árvore*, v. 26 (4), p. 515–523, 2002.
- GARCIA, L. C.; MORAES, R. P.; LIMA, R. M. B. Determinação do grau crítico de umidade em sementes de *Cenostigma tocantinum* Ducke. Revista Brasileira de Sementes, v. 30 (3), n. 3, p. 172–176, 2008.
- GOMES, K. C. O. Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento de mudas de angico-branco e garapa. 2002. 68 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2002.
- GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETI, V. (Org.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309–350.

LIMA JUNIOR, M.J.V.; MENDES, A.M.S.; ARRUDA, Y.M.B.C. Pau-pretinho: *Cenostigma tocantinum*. ABRATES: Nota Técnica. [S.l: s.n.], 2017

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 1980.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Ceres/Potafos, 1991.

SILVA, A.R.M. et al. Efeitos de doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn). Floresta, v. 38 (2), n. 2, p. 295–302, 30 jun. 2008.

SILVA, C.A.; RANGEL, O.J.P.; BELIZÁRIO, M.H. Interação calagem-adubação fosfatada e sua influência nos níveis críticos de P e crescimento do eucalipto. Scientia Forestalis, v. 73, p. 63–72, 2007.

SOUZA, P. H. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (Collad.)irwin et barn. em resposta à calagem. Revista Árvore, v. 34 (2), n. 2, p. 233–240, 2010.

SOUZA, P. H. et al. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth. Revista Árvore, v. 32 (2), n. 2, p. 193–201, 2008.

TUCCI, C. A. F. et al. Efeitos de doses crescentes de calcário em solo Latossolo Amarelo na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw., bombacaceae). Acta Amazonica, v. 40 (3), n. 3, p. 543–548, set. 2010.

VALE, F. R. et al. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 31 (9), p. 609–616, 1996.

VALERI, S. V. et al. Efeito do fósforo e cálcio no desenvolvimento e na composição química foliar de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em casa de vegetação. IPEF, v. 29, p. 47–54, 1985.

INFLUÊNCIA DO pH NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton Rose

Mariane Kaori Sasaya¹, Roseline da Silva Melo², Antonio Gomes do Nascimento Júnior²,
Leonardo Vieira Militão², Fabrício Waith Barros de Carvalho², Juliana Garlet²

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. MarianeKaori@gmail.com.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

A espécie *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton Rose possui alto potencial para utilização em programas de recuperação de área degradadas, porém é pouco estudada em relação ao efeito de pH sob a germinação, sendo que a acidez do solo é um dos fatores que comprometem o crescimento das plantas no campo. Desse modo objetivou-se neste estudo avaliar a influência de vários níveis de pHs na germinação de *S. polyphylla*. O teste de germinação foi realizado seguindo as orientações da Regra Brasileira de Sementes e Análise de sementes florestais, onde as sementes foram semeadas em rolo de papel e umedecidas com soluções aquosas com valores de pH determinados para cada tratamento (2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,00 e 11,0) e mantidos em temperatura constante de 25°C na câmara de germinação com fotoperíodo de 12 horas. Por meio de contagem diária de plântulas emergidas onde adotou-se como critério de germinação a emergência das radículas, obteve-se a porcentagem de germinação final (GF) e o índice de velocidade de germinação (IVG). A espécie *S. polyphylla* apresentou alta tolerância à acidez, tendo diminuição de porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação em pHs mais extremos. Assim, concluiu-se que a espécie pode s A espécie *S. polyphylla* apresenta alta tolerância a acidez, onde recomenda-se realizar germinação desta espécie em laboratório no intervalo de pH entre 3 a 9.

Palavras-chave: Acidez de solo; Monjoleiro; Semente Florestal; Teste de germinação.

INTRODUÇÃO

A utilização abusiva dos recursos naturais tem resultado na degradação dos ecossistemas florestais, diante disso, atualmente tem aumentado a exigência de criação de vários programas visando à recuperação desses ambientes, e consequentemente aumentando a necessidade de desenvolver técnicas de maior eficácia e reduzir ao máximo os custos com a implantação de espécies florestais nativas com intuito de recuperação. Dentre as técnicas de implantação de florestas, destaca-se a semeadura direta com espécies nativas devido seu baixo custo na implantação (SANTOS et al., 2012). Porém, estes tipos de plantios frequentemente têm sido realizados em solos sem correção nutricional e a acidez do solo é um dos fatores limitantes do crescimento das plantas em solos tropicais, sendo que cada espécie apresenta limites de tolerância ao pH distintos. Assim, torna-se crucial realizar a escolha de espécies tolerantes para cada nível de pH que se encontra no campo. No entanto existem poucos estudos sobre o efeito de pH sob a germinação de espécies arbóreas, especialmente para espécies nativas de regiões tropicais (SOUZA FILHO et al., 1997).

A espécie *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton Rose, popularmente conhecida como monjoleiro é uma espécie pioneira nativa muito indicada para projetos de recuperação de áreas degradadas, devido seu rápido desenvolvimento e capacidade de adaptação em áreas abertas, bem como apresenta alto potencial de incorporação de fitomassa e fixação biológica de nitrogênio por pertencer à família Fabaceae. Contudo, Apesar do seu importante papel na recuperação de áreas degradadas, há poucos estudos em relação ao efeito de pH na germinação desta espécie (Maia-Silva et al., 2012; Reche et al., 2015). Desse modo objetivou-se neste estudo avaliar a influência de níveis de pHs na germinação de *S. polyphylla*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de acordo com a recomendações da Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e Análise de sementes florestais (BRASIL, 2013) que é complementada por Instrução Normativa de a 4 de 23 de dezembro de 2010 as quais padronizam as metodologias a serem utilizadas no teste de germinação. Desse modo, as sementes foram primeiramente submetidas no processo de assepsia, mantendo essas sob solução de detergente (concentração de cinco gotas de detergente em 100 mL de água) durante cinco minutos, e posteriormente estas sementes foram enxaguadas em água para a remoção do detergente. Após a assepsia, as sementes foram distribuídas com espaçamento uniforme sobre duas folhas de papel substrato tipo Germitest© onde cobriu-se com uma terceira, em cada tratamento foram umedecidas aplicando soluções aquosas com valores de pH determinados:

2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,00 e 11,0 na quantidade equivalente a três vezes o peso do papel seco com intuito de observar a influência do pH sobre a germinação das sementes.

Posteriormente estas foram embaladas em forma de rolo e inseridas em sacos plásticos transparentes de 0,04 mm de espessura com intuito de evitar a perda de água por evaporação. Os tratamentos foram levados e mantidos em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand chamber (BOD), em temperatura constante de 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes. Após montagem do teste de germinação, durante sete dias foram realizadas contagens diárias de plântulas normais, adotando-se como critério de germinação, a emergência das radículas para obtenção de porcentagem de germinação final (GF) e o índice de velocidade de germinação (IVG) determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Porcentagem de germinação final (GF)

$$GF = \frac{(\sum n^{\circ} \text{ sementes germinadas} * 100)}{n^{\circ} \text{ sementes por repetição}}$$

Índice de velocidade de germinação

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \frac{G3}{N3} \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Sendo: G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

O umedecimento dos tratamentos após montagem do teste, foi efetuado de acordo com a necessidade utilizando soluções com pH regulados para cada tratamento para proporcionar umidade suficiente assim garantindo condições necessárias para sua germinação (BRASIL, 2009). A preparação das soluções com os níveis de pHs referidos, foram efetuados por meio de hidróxido de sódio (NaOH) para aumento do pH da solução de água destilada, e ácido clorídrico (HCl) para acidificar à mesma, em quantidade suficiente para elevar ou baixar o pH que foi aferido com auxílio de um pHmetro de bancada para alcançar os níveis desejados.

O teste de germinação foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 25 sementes, assim totalizando 100 sementes para cada tratamento. As médias do teste de germinação foram comparadas pelo teste de Duncan aos 5% de probabilidade por meio do software R versão 3.4.4 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as médias dos parâmetros avaliados: porcentagem de germinação final e o índice de velocidade de germinação, observados no teste de germinação com os diferentes valores de pH analisados.

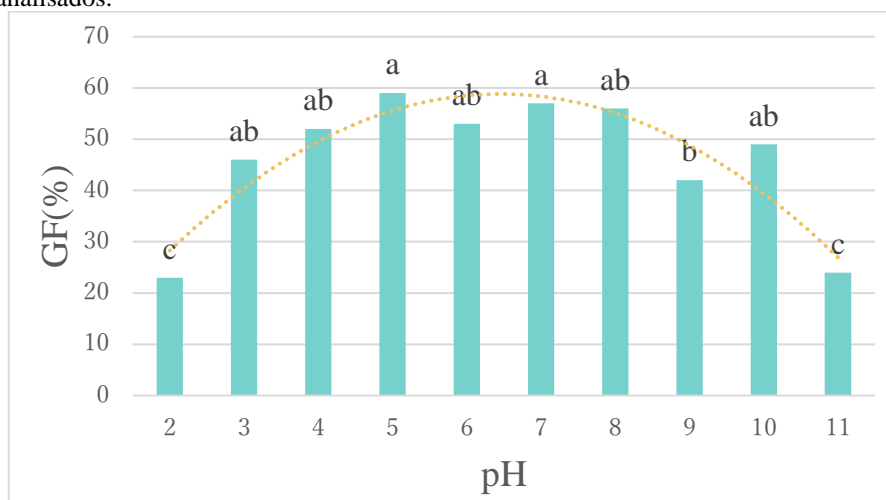


Figura 1 - Média de germinação final para sementes de *S. polyphylla* em diferentes valores de pH. (Fonte: O autor).

As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. GF = germinação final.

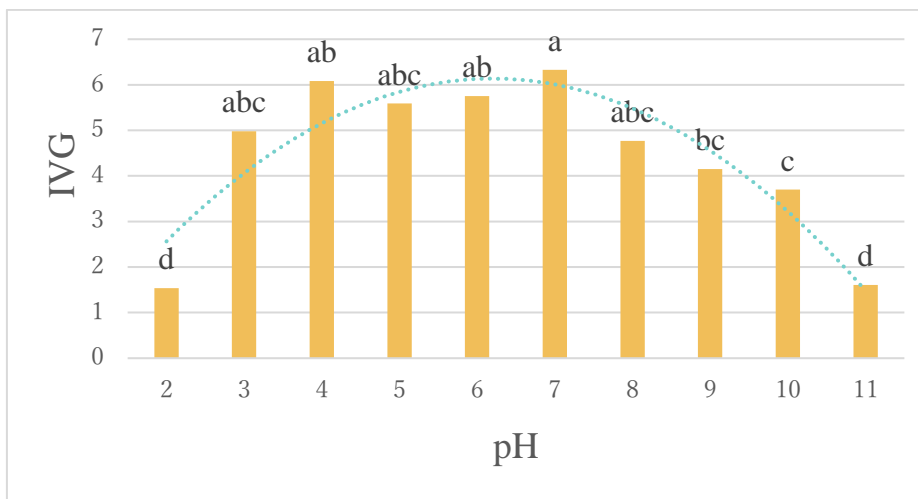


Figura 2 - Médias do índice de velocidade de germinação para de sementes de *S. polyphylla*. em diferentes valores de pH.

As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. IVG = Índice de velocidade de germinação.

Fonte: O autor.

Nas Figuras 1 e 2, observa-se que os valores de germinação final e o índice de velocidade de germinação tendem a ser mais elevados nos pHs neutros, onde os pHs 5 e 7 apresentaram os maiores valores embora que não tenham apresentado diferença estatística. E para aqueles pHs mais extremos esses índices tenderam a ser inferiores, sendo que os menores valores foram atribuídos ao pH 2, e 11. Essa queda da taxa de germinação pode ser explicada pelo fato que os valores de pH mais extremos, menores que 3,0 e superiores a 8,0 podem causar efeitos inibidores no processo germinativo. Embora, nem sempre essas faixas de pH sejam prejudiciais à planta, devido ao fato que cada espécie possui faixas de limites de tolerância distintos em relação ao pH, para condições que o pH esteja fora desse intervalo, altas concentrações de H⁺ e OH⁻ podem ser diretamente tóxicos às plantas. (JANSEN; CRONIN, 1953).

Apesar de não haver diferença estatística, ainda observando o gráfico da Figura 2, nota-se que nos pHs mais ácidos 3, 4 e 5 os valores de índice de velocidade de germinação foram maiores que os pHs alcalinos como os pHs 8, 9 e 10, o qual pode indicar que esta espécie apresenta maior tolerância à acidez que o alcalino. Isso se deve ao fato que as espécies pioneiras tendem a apresentar tolerância aos solos ácidos e inférteis. Neto et al. (1999) verificaram que espécies pioneiras como *Peltophorum dubium* e *Senna multijuga* apresentaram tolerância moderada a acidez do solo.

CONCLUSÃO

A espécie *S. polyphylla* apresenta alta tolerância a acidez, onde recomenda-se realizar germinação desta espécie em laboratório no intervalo de pH entre 3 a 9.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

BRASIL, Instrução Normativa nº 44 de 23 de dez. de 2010. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 24 de dezembro de 2010. Seção 1. p. 2.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Inibição da germinação e alongamento da radícula de invasoras de pastagens pelos extratos aquosos de gramíneas forrageiras tropicais. Pasturas tropicales, v. 19, n.1, p.45-50, 1997.

JANSEN, L. L.; CRONIN, E.H. Halogeton on trial. Farm and Home Science, v.14, p. 38-39, 1953.

MAIA-SILVA, C. Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga 1. Ed. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, p.191, 2012.

NETO et al. Efeitos da calagem no crescimento de espécies lenhosas nativas da savana brasileira. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.34, n.5, p.829-837, 1999.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.R-project.org>> Acessado em: 7 nov. 2019.

RECH, C.C.C. Avaliação da Restauração Florestal de uma APP Degradada em Santa Catarina. Floresta Ambiente. v.22, n.2, p. 194-203, 2015.

SANTOS, P. L. et al. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. Revista Árvore. v.36, n.2, p.237-245, 2012.

PRODUÇÃO DE MASSA SECA E VERDE DE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA NO NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO

Dener Tesk¹, Marco Antonio Camilo de Carvalho¹, Oscar Mitsuo Yamashita¹, Lucas Eduardo Batista da Cruz¹, Edmar Santos Moreira¹, Samiele Camargo de Oliveira¹

¹. Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil, denertesk@hotmail.com.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Estratégias que busquem aumentar a produção de palha pelas plantas de cobertura devem ser aprimoradas, adaptadas, inseridas e aplicadas na região da Amazônia, trazendo pontos positivos aos sistemas de cultivo. Neste sentido, a presente pesquisa buscou avaliar a eficiência das plantas de cobertura *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca* no cultivo solteiro e consorciado, em comparação a área de vegetação espontânea, avaliando-se: produtividade de massa verde e matéria seca das mesmas. O experimento foi conduzido em campo, nas dependências da UNEMAT, no município de Alta Floresta, MT, no ano de 2020, em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 2). Os tratamentos foram compostos pela combinação de plantas de cobertura: *Urochloa ruziziensis*; *Crotalaria ochroleuca*; *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria ochroleuca* e vegetação espontânea, com e sem a aplicação de nitrogênio. O consórcio entre *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria ochroleuca* proporcionou maior massa verde e seca. Não ocorreu influência do nitrogênio na produção de massa seca ou verde das plantas de cobertura.

Palavras-chave: *Urochloa ruziziensis*, *Crotalaria ochroleuca* e Plantas de cobertura.

INTRODUÇÃO

Para a implantação de plantas de cobertura pelos agricultores, se tem que entender o princípio da manutenção de cobertura vegetal e os resíduos que essa prática deixa sobre o solo. A prática de produção de biomassa tem se mostrada eficiente para garantir a sustentabilidade da agricultura nas regiões tropicais e subtropicais (CAIRES et al., 2006).

A qualidade da eficiência do plantio direto está completamente ligada, a dois principais fatores, que é a quantidade e a qualidade da biomassa que é produzida pelas plantas de cobertura, pois se faz necessário que tenhamos alta produção de palha e que essa palha tenha uma degradação mais lenta, no entanto, forneça a maior quantidade de nutrientes possível (TORRES, 2003).

Uma grande quantidade de nutrientes requeridos pelas plantas para suprir suas necessidades nutricionais, é encontrada em seus próprios tecidos vegetais, sendo elas na forma estrutural ou como também podem ser reservas, então é interessante se pensar em plantas que carreguem o máximo possível de nutrientes e que os liberem de maneira gradativa, pois isso para culturas subsequentes é muito importante, para a elevação da produtividade dessas (SOUZA; MELO, 2000), sendo que o uso de doses de nitrogênio nas plantas de cobertura pode melhorar a produção de palha dessas e assim também contribuir para a produtividade das culturas subsequentes.

Quando temos grandes quantidades de biomassa gerada pelas plantas de cobertura na entressafra, nota-se que nas primeiras semanas de inserção das culturas de interesse econômico, o solo ficara protegido contra a irradiação solar, onde essa palhada diminui as variações de temperatura do solo e diminui a evaporação da água, isso traz e garante que a planta não perca água nos momentos de déficit hídrico. Levando em consideração, o quesito da intensidade das chuvas, que acarreta no deslocamento do solo para outros lugares, essa presença de palha ganha importância maior ainda (SODRÉ FILHO et al., 2004).

Somos, ainda, muito carentes de informações no assunto plantas de cobertura em nossa região, principalmente de técnicas práticas comprovadas que sejam sustentáveis, ou seja, temos muitas alternativas para outras regiões, mas essas têm que se adaptar a região de cultivo. Estamos aperfeiçoando o conhecimento, para conseguirmos explicar para um produtor o porquê de investirem em pesquisa e desenvolvimento em cultivos e manejos de plantas de cobertura. Desta forma, não tendo respostas que comprovem economicamente, aos olhos do produtor em nossa região amazônica, ou seja, no norte de Mato Grosso. Isso ocorre principalmente, por existirem poucos investimentos no cultivo de plantas de cobertura, para recuperar as características química, física e microbiológica de um solo. Portanto, esse é um assunto que está em constante desenvolvimento e também muito carente de informações para os produtores rurais da região.

Esse trabalho tem por objetivo em avaliar a produção de matéria seca e verde *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca* cultivados solteiros e em consórcio em comparação com a vegetação espontânea na região norte do Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade do Estado do Mato Grosso, Campus II, município de Alta Floresta – MT, em um LVAD (LATOSSOLO VERMELHOAMARELO Distrófico), (SIBCS, 2014), situado a 9°54'44" S e 56°04'04" W, durante o período de março a junho do ano de 2020.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2 com 5 repetições cada tratamento. Os tratamentos foram compostos pela combinação das plantas de cobertura (*Urochloa ruziziensis* no espaçamento de 0,5 m entre linhas; *Crotalaria ochroleuca* no espaçamento de 0,5 m; *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria ochroleuca* consorciadas em mesma parcela, e, por último, a vegetação espontânea (controle) com ou sem a aplicação de nitrogênio na dose de 50 kg/ha⁻¹, tendo como fonte a ureia (45% de N), em cobertura e após 30 dias da emergência das plantas.

As parcelas tiveram a dimensão 3,5 metros de largura por 5 metros de comprimento, totalizando 17,5 m² de cada. Antes da semeadura das plantas de cobertura foi realizado a dessecação da área experimental. A molécula de herbicida que foi utilizada é a de Glifosato 480g/L, na dose 3 L/ha. Foi utilizado um pulverizador costal manual Jacto PJH20(20 litros), com capacidade máxima de pressão 6,8 bar, e bico leque plano padrão JSF – Vermelho (11004) com ângulo de 110° de cobertura, 1,89 litros por minuto. O pulverizador trabalhando nessas condições apresentou uma vazão de 350 l/ha. A erva daninha com maior incidência na área é o Capim Pé de Galinha (*Eleusine indica*). Na dessecação foi utilizado somente água e o glifosato. Foi observado que nesse momento da aplicação do herbicida pós-emergente, a temperatura estava entre 20°C a 30°C, já a umidade relativa do ar estava entre 70 a 75%. A semeadura foi realizada com o apoio de uma semeadora KNAPIK de 4 linhas com espaçamento de 0,5 m entre linha, sendo esta utilizada apenas para abertura de sulco com a botinha que a semeadora possui, e depois a semeadura foi conduzida de forma manual. A profundidade de semeadura de ambas plantas de cobertura foi de 3 centímetros. A pesquisa foi conduzida em sistema de irrigação por aspersão, utilizando o aspersor Super 10 (vazão de 0,820m³/h e 15 metros no alcance de raio), onde foi aplicada uma lâmina de 10 mm diário, quando não havia precipitação diária. Então fazendo a somatória das lâminas diárias fornecidas, deram 650 mm de água fornecidos em 75 dias que durou a parte vegetativa da cultura.

Após a semeadura e com a emergência das plantas de cobertura e com a garantia do stand, foi seguido com alguns tratos culturais, com a capina aos 30 DAE que foi essencial para que as plantas de cobertura não tivessem competição de sobrevivência com as plantas daninhas. Também foi realizado uma aplicação de CIPERMETRINA NORTOX 250 EC (Cipermetrina, 250,00 g/L) no 30º dia, para o controle da *Diabrotica speciosa* com a dose de 50ml de produto e 100 litros de calda por ha.

Próximo ao final do ciclo das plantas de cobertura, por ocasião do pleno florescimento da crotalária, foi realizada a análise de produção de matéria verde e seca. Para avaliação de ambas foi realizado o corte de um metro linear da linda de cada parcela, em seguida levado para o Laboratório de Tecnologia de Sementes e de Matologia para a pesagem de cada coleta de matéria verde. Para avaliação da matéria seca, foi colocado as amostras de matéria verde na estufa de secagem, até atingir massa constante, após isso, foi realizado a pesagem da matéria seca das respectivas coletas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados o resumo da análise estatística e os valores médios de produção de massa verde e massa seca das plantas de cobertura em função das espécies cultivadas e da aplicação ou não de nitrogênio em cobertura. Nota-se que ocorreu diferença significativa entre as plantas de cobertura para massa verde e massa seca, mas para nitrogênio não ocorreu diferença entre a aplicação ou não, para as duas variáveis.

Tabela 1- Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios para massa verde e massa seca em função de diferentes plantas de cobertura do solo, com e sem adubação nitrogenada. Alta Floresta -MT (2020)

Plantas de Cobertura (P)	Massa Verde	Massa Seca
	-----(kg/ha ⁻¹)-----	
<i>Crotalaria Ochroleuca</i> (C)	24.106 a	5.122 b
<i>Urochloa ruziziensis</i> (U)	24.165 a	4.938 b
Consortio C x U	31.378 a	6.580 a
Vegetação espontânea	10.038 b	3.447 c
Valor de F	12,47**	6,37**
Nitrogênio (N) (50 ha ⁻¹)		
Com	23.843 a	5.357 a
Sem	21.001 a	4.686 a
Valor de F	1,26 ns	1,75 ns
Interação P x N		
Valor de F	1,39 ns	0,31 ns
CV (%)	35,67	31,96

Obs. ** e ns correspondem respectivamente a significativo a 1% e não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott Kontt. (Fonte: Autor).

Para ambas as massas, a maior média foi obtida com o consorcio entre *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca*, (BETTIOL et al., 2015) também verificaram maior produção de massa verde e seca para o consorcio de *Urochloa ruziziensis* com crotalária, onde foram produzidas respectivamente 89.900 e 12.689 kg/ha⁻¹ de massa verde e seca, sendo que nesta pesquisa foi utilizada a *Crotalaria juncea*. Esses autores comentam que a maior produção de massa pelo consorcio se deve ao fato de a crotalária apresentar em sua estrutura morfológica a presença de caule lenhoso que colabora para o aumento da massa e também pela crotalária como uma leguminosa realizar a fixação biológica de nitrogênio e assim colaborar para o desenvolvimento da *Urochloa*.

Destaca-se que a quantidade de matéria vegetal fornecida pelas plantas de cobertura apresentou valores superiores aos que têm sido apontados como quantidade mínima ideal de adição de matéria em um sistema de rotação de culturas apenas para o consorcio, de maneira que a cobertura do solo se mantenha adequada, com valor de 6000 kg/ha⁻¹ ano⁻¹ de palhada, conforme citado por (ALVARENGA et al., 2001).

A não resposta para o nitrogênio aplicado pode estar no fato de no presente trabalho se ter a *Crotalaria ochroleuca*, que é uma leguminosa e por fazer a fixação simbiótica de N não responde normalmente a aplicado desse nutriente.

CONCLUSÃO

O consorcio entre *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca* produziu as maiores médias de massa verde e massa seca e a adubação nitrogenada aplicada em cobertura sobre as plantas não foi eficiente no aumento da produção.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus pela vida, e pela proteção espiritual de Nossa Senhora Aparecida, também a minha mãe de sempre me apoiar e incentivar no estudo de minha graduação, Professor Orientador, Marco Anthonio Camilo de Carvalho, Coorientador Adriano Maltezo da Rocha, aos meus amigos que me ajudaram na condução do meu delineamento experimental a campo (Tiago, Edimar, Rodrigo, Lucas, Derik, Bruno, Gustavo, Timotio, aos guardas de segurança da faculdade).

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, v.22, p.25-36, 2001.
- ALVARENGA, R.C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, v.22, p.25-36, 2001.
- CAIRES, E.F. et al. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n. 1, p. 87-98, 2006.
- TORRES, J. L. R. Estudo das plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no Cerrado, na região de Uberaba. MG 2003.108 f. Tese (Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista. UNESP. Jaboticabal. 2003.
- SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sobre diferentes sistemas de produção de milho. R. Bras. Ci. Solo, v. 24, p.885-896, 2000.
- Sodré Filho, J. et al. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.327- 334, 2004.
- SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith.

Amanda Yukari Sasaya¹, Leonardo Vieira Militão², Mariane Kaori Sasaya³, Juliana Garlet⁴

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. sasaya.amanda@gmail.com.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith. popularmente conhecido como ipê-branco, é frequentemente utilizado na silvicultura urbana ou para fins moveleiros, porém poucos trabalhos são realizados em relação a testes de vigor de sementes desta espécie, incluindo o teste de condutividade. Assim objetivou-se avaliar os efeitos das combinações de fatores para análise de vigor por meio de teste de condutividade elétrica adaptando protocolos para sementes de *T. roseoalba*. No teste de condutividade elétrica utilizou-se três lotes de sementes de *T. roseoalba* com períodos de envelhecimento acelerado distintos (lote I=não envelhecido, lote II=envelhecido durante 72h, III=envelhecido durante 96 horas), e foram testadas diferentes combinações entre volumes de água (40 e 80 mL), e tempo de embebição de sementes (24, 48 e 72 horas). O teste de germinação foi realizado com o objetivo de validar as observações dos resultados do teste de condutividade onde avaliou-se os parâmetros: germinação final e índice de velocidade de germinação. Todas as combinações permitiram observar as diferenças de vigor nos lotes avaliados. Assim, recomenda-se utilizar 20 sementes em um volume de 40 mL durante 72 horas de embebição sob temperatura de 35 °C pois utiliza menor quantidade de água tendo resultado satisfatório.

Palavras-chave: Sementes Florestal; Teste de vigor; ipê-branco.

INTRODUÇÃO

O mercado vem se tornando cada vez mais concorrido e exigente ao longo dos anos e para acompanhar este ritmo acelerado, metodologias rápidas e precisas como a avaliação da germinação e do vigor das sementes são de extrema relevância para tomadas de decisões nas variadas etapas do processo de produção (FESSEL et al., 2010). Pois o desenvolvimento da semente está diretamente relacionado aos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários e qualquer alteração em um desses atributos, afeta a qualidade da semente (AIMI et al., 2016). Diante disso, paulatinamente o teste de vigor vem se tornando uma alternativa para avaliação da semente pelo seu êxito em identificar de forma ágil as diferenças associadas ao desempenho de lotes durante o seu armazenamento e também em identificar lotes que têm capacidade para se estabelecer em variadas condições do ambiente (MARCOS FILHO, KIKUTI, LIMA, 2009).

Entre os diferentes testes de vigor, destaca-se o teste de condutividade elétrica pela sua extrema facilidade e rapidez. Esta avaliação pode ser realizada através do teste de envelhecimento acelerado em que as sementes são expostas a níveis adversos de temperatura e umidade com a finalidade de deteriorá-la, pois no teste leva-se em consideração a quantidade de lixiviado no exsudato, já que quanto maior a perda da integridade das membranas celulares das sementes sujeitado a embebição, maior é a condutividade elétrica e, conseqüentemente, o vigor destas é menor (BINOTTI et al., 2008). No entanto, este tipo de estudo voltado para espécies nativas ainda é pouco realizado, incluindo para *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith.

Popularmente conhecido como ipê-branco, é uma árvore decídua que pode atingir até 16 m de altura e 40 cm de diâmetro à altura do peito, medido a 1,30m do solo (DAP). Apresenta uma madeira de difícil trabalhabilidade e com uma coloração escura. As espécies do gênero *Tabebuia* têm importância na silvicultura urbana ou então para movelaria, sendo também utilizada suas flores para alimentação, como uma planta PANC (LORENZI, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das combinações de diferentes volumes de água e quantidade de tempo de embebição para análise do vigor de sementes de *T. roseoalba* pelo teste de condutividade elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no CEPTAM (Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), localizado no campus II, no município de Alta Floresta -MT. Realizou-se o envelhecimento acelerado em sementes de *T. roseoalba* com intuito de promover processo de degradação artificialmente em sementes, para após poder avaliar os efeitos das combinações de fatores do teste de condutividade elétrica. Para o teste de envelhecimento acelerado utilizou-se o procedimento proposto e descrito por

Marcos Filho (1999), onde distribuiu-se, de forma uniforme, 100 sementes sobre uma tela de plástico, fixadas em caixas plásticas, sendo do tipo gerbox, contendo 100 mL de água destilada e posteriormente foram fechadas e mantidas em estufa à 45°C (100% UR) durante 72 horas (lote II) e 92 horas (lote III), sendo que a testemunha (lote I) não foi submetida as condições propostas pelo teste. Por fim, foi instalado também o teste de germinação de cada lote, com propósito de utilizar como parâmetro de comparação com o teste de condutividade. Após o processo de envelhecimento acelerado, uma parte destas sementes foram utilizadas para o teste de germinação e as demais para o teste de condutividade elétrica.

Na análise de condutividade elétrica, foram testadas diferentes combinações entre volume de água: 40 e 80 mL, e tempo de embebição de sementes: 24, 48 e 72 horas, para diferentes lotes (lote I, II e III) com intuito de avaliar a melhor combinação na diferenciação dos lotes de sementes de *T. roseoalba*.

Primeiramente as sementes foram previamente pesadas (20 sementes de cada lote) em balança eletrônica com precisão de 0,001g, e após, as mesmas foram inseridas em recipientes plásticos com quantidades de água destiladas pré-estabelecidas. Em seguida foram levadas para Biochemical Oxygen Demand chamber (BOD) regulada em uma temperatura constante de 35 °C com intuito de realizar o processo de embebição durante os espaços de tempo referidos acima. Após isso, a mensuração da condutividade elétrica da solução de embebição foi realizada por meio de condutivímetro portátil.

Para a montagem do teste de germinação, as sementes foram primeiramente desinfetadas com hipoclorito de sódio em concentração de 1% em 100 mL de água, durante cinco minutos, e posteriormente lavadas em água corrente. Segundo recomendações da Regra Brasileira de Sementes (BRASIL, 2009), após a desinfestação, as sementes foram distribuídas com espaçamento uniforme e suficiente para minimizar a competição e contaminação entre as sementes e plântulas em desenvolvimento sobre duas folhas de papel tipo Germitest® previamente umedecidas com água e cobriu-se com uma terceira, e assim umedecendo novamente até que a quantidade água destilada utilizada fosse equivalente a três vezes o peso do papel seco. E posteriormente estas foram embaladas em forma de rolo e inseridas em sacos plásticos transparentes para evitar a perda de água por evaporação. Em seguida, os tratamentos foram levados e mantidos em câmara de germinação tipo BOD, em temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes. Durante todo o tempo do experimento, realizou-se o umedecimento do substrato, para que fiquem suficientemente úmidos a fim de proporcionar às sementes a quantidade de água necessária para sua germinação (BRASIL, 2009).

A determinação da porcentagem de sementes germinadas (germinação final) e do índice de velocidade de germinação, realizou-se por meio da contagem diária dos números de plântulas normais da espécie em análise, conforme a Regra Brasileira de Sementes (BRASIL, 2009). No presente experimento, os valores percentuais de germinação final (GF) foram obtidos por meio da Equação 1.

Equação 1:

$$GF = \frac{(\sum n^{\circ} \text{sementes germinadas} * 100)}{n^{\circ} \text{sementes por repetição}}$$

E o índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, desse modo computou-se o número de sementes germinadas por dia, onde divide-se esse número pelo número de dias transcorridos da data de semeadura.

A seguir o índice de velocidade de germinação foi calculado por meio da Equação 2:

Equação 2:

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + G3/N3 + \dots + Gn/Nn$$

Sendo: G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Os dados foram analisados utilizando o software R versão 3.4.4 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018), por meio de análise de variância utilizando o teste de Tukey (p<0,05) para a análise estatística para o teste de condutividade elétrica analisando-se a interação entre os fatores avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir na Tabela 1, apresenta-se os valores médios de condutividade elétrica, a porcentagem de germinação final e índice de velocidade de germinação para combinações entre volumes de água (40 e 80 mL), e tempo de embebição de sementes (24, 48 e 72 horas) para três lotes de sementes de *T. roseoalba*.

Tabela 1- Média de condutividade elétrica ($\mu\text{cm/g}$), germinação e índice de germinação final para diferentes parâmetros avaliados sob 35 °C de sementes de *T. roseoalba*

Lotes	40 mL			80 mL			Teste de germinação	
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	GF (%)	IVG
1	58,93 aA	121,54 a	147,32 a	29,46 a	51,56 a	98,21 a	82 a	19,76 a
2	68,28 aA	128,03 a	273,13 b	34,14 a	59,74 a	113,80 b	75 ab	17,80 ab
3	84,53 aA	137,36 a	295,85 b	42,26 a	73,96 a	211,32 b	63 b	15,46 b

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Lotes: I = (não foi submetida ao o processo de envelhecimento acelerado), II (submetida ao processo de envelhecimento acelerado por 72 horas), III (submetida ao processo de envelhecimento acelerado por 96 horas); GF (%):germinação final; IVG = Índice de velocidade de germinação. (Fonte: o autor).

De acordo com a Tabela 1, foi possível observar a diferença estatística da porcentagem de germinação final e do índice de velocidade de germinação do lote 1 ao 3, sendo que os maiores valores foram encontrados no lote 1, o que indica que este possui maior vigor germinativo. Por outro lado, encontrou-se taxas de condutividade maiores para os tratamentos do lote 3 ao 1, pois quanto maior for a taxa de condutividade indica-se maior o deterioramento da semente, desse modo a taxa de condutividade elétrica é inversamente proporcional à taxa de germinação final e do índice de velocidade de germinação. Este comportamento de dados ocorreram devido ao lote 3 ter sido submetido ao processo de envelhecimento acelerado diferentemente do lote 1 que não passou pelo mesmo tratamento. Segundo Borba-Filho (2009) e Perez também verificaram elevados valores de condutividade elétrica para os lotes de sementes de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos mais deterioradas e consequente perda da capacidade germinativa.

Quando observado o volume de água, 40 mL obteve-se um maior valor de condutividade elétrica quando comparado ao de 80 mL, em razão da maior concentração de solutos presentes na água, indicando que resultados mais precisos são obtidos com o uso de uma menor quantidade de água. Esse comportamento também foi verificado por Dalanhol et al. (2014) e Ataide et al. (2012) que observaram diminuição dos valores de condutividade elétrica com o aumento do volume de água para as espécies *Bowdichia virgilioides* Kunth e *Pterogyne nitens* Tull respectivamente.

Desse modo, os tratamentos que ficaram submersos em 40 e 80 mL de água destilada por 72 horas, apresentaram comportamento semelhante ao do teste de germinação, logo, isso denota que o tratamento nestas condições pode ser utilizado em teste de condutividade elétrica para a espécie *T. Roseoalba*. Sendo, possível recomendar para avaliação de teste de condutividade para esta espécie a utilização de 20 sementes em um volume de 40 mL durante 72 horas de embebição sob temperatura de 35 °C

CONCLUSÃO

Foi possível diferenciar o potencial de vigor das sementes de *T. roseoalba* nos diferentes lotes avaliados. Sendo que, quanto maior a deterioração dos lotes, maior é o valor de condutividade elétrica. Assim para o teste de condutividade elétrica da espécie de *T. roseoalba* recomenda-se utilizar 20 sementes em um volume de 40 mL durante 72 horas de embebição sob temperatura de 35 °C.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato Grosso por disponibilizar a infra-estrutura necessária e a todos os integrantes do laboratório de sementes e entomologia florestal que de algum modo contribuíram de maneira positiva para a conclusão deste trabalho.

À Fapemat pela concessão da bolsa iniciação científica do primeiro autor e ao CNPq pela concessão da bolsa de inovação e desenvolvimento do terceiro autor.

REFERÊNCIAS

- AIMI, S. C. et al. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. *Ciência Florestal*, v.26, n.4, p.1361-1370, 2016.
- ATAIDE, G. M. et al. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, n. 4, p. 635-640, 2012.
- BINOTTI, F. F. S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.30, n.2, p.247-254, 2008.
- BORBA-FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. P. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Brasileira de sementes*, v.31, n.1, 2009.
- BRASIL. Regras para análise de sementes, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, p.395, 2009.
- DALANHOL, S. J. et al. Teste de Condutividade Elétrica em Sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 1, p.69-77, 2014.
- FESSEL, S. A. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. *Bragantia*, v.69, n.1, p.207- 214, 2010.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1, e o número de página?
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, v.12, 2005. 495p
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 1-21.
- R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2018.

TRATAMENTO DE SEMENTES COM DOSES E FONTES DE Zn NANOMÉTRICO NA CULTURA DO MILHO

Willian Tsuyoshi Kume¹, Adriano Maltezo da Rocha¹, Edmar Santos Moreira¹, Samiele Camargo de Oliveira¹, Luana Marques Campos¹, Gustavo Caione¹

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Alta Floresta, MT, Brasil.
williankume@hotmail.com

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Sabe-se que em solos brasileiros há uma grande deficiência de micronutrientes, principalmente de Zn, gerando prejuízos em culturas como o milho que apresenta grande sensibilidade. Devido à baixa necessidade de Zn pelas culturas uma forma de aplicação eficiente é via tratamento de sementes. Dessa forma, objetivou com o presente trabalho avaliar o efeito do tratamento de sementes com doses de Zn na forma de sulfato e na forma de nanopartículas sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Câmpus 2, Alta Floresta - MT. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2 sendo doses de Zn (0, 20, 40 e 80 g kg⁻¹ de semente) e fontes (ZnSO₄ e ZnO 60 nm) com quatro repetições. Vinte e cinco sementes foram enroladas em papel germitest e condicionadas em BOD, sendo realizadas as avaliações após 7 dias. Foram avaliados germinação, plântulas normais, comprimento da parte aérea e radicular, massa verde e seca, diâmetro do colmo, volume de raiz e IVG. As variáveis IVG e massa verde e seca de raiz foram maiores para a fonte óxido 60 mn. Este fato pode ser atribuído a liberação controlada promovida por essa fonte devido sua menor solubilidade.

Palavras-chave: Sulfato de Zn; Óxido de Zn; Nanopartículas; *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que em solos brasileiros há uma grande deficiência de micronutrientes, principalmente Zn e B. Isso decorre principalmente pela deficiência natural do solo, mas também é agravado por fatores como: aumento na demanda de micronutrientes por cultivares mais exigentes, manejo intensivo e maior uso de fertilizantes concentrados com menor quantidade de micronutrientes. Diminuindo, dessa forma, a capacidade produtiva das culturas (YAMADA, 2004).

Sabe-se que a cultura do milho tem uma alta sensibilidade a Zn, de forma que quando deficiente ocorre clorose internerval, manchas marrom avermelhadas em pontos nas folhas podendo se tornar necróticas, diminuição no comprimento do internódio, folhas menores e mal formadas (SINGH, 2005; ALLOWAY, 2008; SADEGHZADEH, 2013; DRISSI et al., 2017; STURIKOVA et al., 2018). Dessa forma, o manejo adequado é de essencial principalmente quando se objetiva maiores produtividades e grãos de melhor qualidade (SINGH et al., 2005).

De forma geral a fertilização com o micronutriente pode ser realizada de três formas: aplicação via solo, foliar ou nas sementes. E apesar de todos os métodos apresentarem resultados positivos quando aplicados de forma correta, a escolha do procedimento dependerá da cultura, das condições climáticas e do solo (MORTVEDT, 1993).

Embora a aplicação via solo seja o método mais difundido, estudos mostram que o seu aproveitamento é limitado, apenas de 5 a 10 % da cultura apresenta uma resposta positiva a adubação (MORTVEDT, 1994). Isso se deve principalmente pela má distribuição dos micronutrientes na cultura devido à baixa quantidade aplicada e a restrita mobilidade de compostos catiônicos no solo prejudicando a absorção pelas raízes, dessa forma os outros métodos tem ganhado destaque (STURIKOVA et al., 2018).

O tratamento de sementes consiste em aplicar um material externo sua à superfície visando benefícios nos estágios iniciais do desenvolvimento da cultura entregando substâncias de interesse de forma a aumentar a taxa a germinação e crescimento da plântula (FAROOQ; WAHID; SIDDIQUE, 2012). A deficiência de Zn durante a germinação está associada com o baixo vigor das plântulas e retardo no crescimento (HANSCH; MENDEL, 2009).

A prática possibilita a aplicação de fertilizantes de forma uniforme, em quantidades ideais, evitando desperdícios de forma a alterar apenas o microambiente de cada semente. Dessa forma, os custos operacionais são diminuídos por utilizar menos insumos e mão de obra quando comparado com a aplicação via solo (SCOTT, 1989; SLATON et al., 2001).

A aplicação de micronutrientes ocorre de forma direta do produto de interesse, o que mantém os elementos desejáveis próximos as raízes após a germinação. É comumente utilizado para suprir a deficiência no solo (ADAK et al., 2016).

Apesar de vários trabalhos reforçarem efeitos positivos com relação à aplicação de micronutrientes em sementes (FAROOQ; WAHID; SIDDIQUE, 2012), a fonte e a dose a ser utilizado nesse tipo de prática devem ser escolhidos com cautela, pois efeitos fitotóxicos podem se manifestar.

Fontes nanométricas têm apresentado resultados positivos quando aplicadas às sementes. Estes compostos possuem medidas na ordem de 1 a 100 nm e o grande interesse na aplicação como fertilizantes está ligado às propriedades das partículas ao atingirem a escala nanométrica. Nessas dimensões efeitos da interação dos átomos com a superfície e átomo-átomo se tornam uma variável determinante alterando as propriedades físicas como temperatura de fusão, coloração e solubilidade em relação ao material no tamanho convencional (DUBCHAK et al., 2010).

Apesar de não ser totalmente claro a interação semente-nanopartícula o resultado está associado a uma maior taxa de germinação, crescimento e produção de matéria seca (PRADO, 2007; YAGI, 2006; FAROOQ; WAHID; SIDDIQUE, 2012)

Diante do exposto, objetivou com o presente trabalho avaliar o efeito do tratamento de sementes com doses de Zn na forma de sulfato e na forma de nanopartículas sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Câmpus 2, Alta Floresta - MT.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2 sendo doses de Zn (0, 20, 40 e 80 g kg⁻¹ semente) e fontes (ZnSO₄ e ZnO 60 nm) com quatro repetições. O híbrido de milho utilizado foi a MG-618 da Morgan Sementes.

Inicialmente as sementes foram submetidas à teste de germinação apresentando um índice de 96%, logo em seguida o realizou-se o experimento. As fontes de Zn foram diluídas em 15 mL de água destilada e aplicadas nas sementes de modo que ficasse em contato durante 5 min em saco plástico (VOLKWEISS, 1991).

Posteriormente, 25 sementes por tratamento foram colocadas em papel germitest previamente umidificadas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o seu peso. Foram enroladas, presas com elásticos nas pontas, identificadas e condicionados em BOD (Biochemical Oxygen Demand), regulada para fotoperíodo de 12 horas de luz e temperatura de 25 °C constante, em grupos de 4. As avaliações foram realizadas após 7 dias.

Foram escolhidas dez plantas de forma aleatória de cada repetição e feitas as avaliações. As variáveis analisadas no experimento estão descritas abaixo (considerou-se germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de profusão radicular).

Contagem de germinação: contagem diárias das sementes germinadas.

Ao fim do experimento:

Germinação fisiológica: contagem das sementes germinadas.

Quantidade de plântulas normais: contagem de plântulas normais e anormais.

Comprimento da plântula: o comprimento da parte radicular e parte aéreas aferidos com auxílio de régua.

Massa verde: a massa verde da parte radicular e parte aérea mensurados com balança analítica de precisão.

Diâmetro de colo: com um paquímetro foi mensurado o diâmetro de colo.

Volume de raiz: medido através do volume de água deslocado em uma proveta de 250 mL com água destilada após a sua submersão.

Massa seca: após a secagem até atingir massa constante (72 h) a parte radicular e a parte aérea foram pesadas em balança analítica de precisão.

Índice de velocidade de germinação (IVG): calculado utilizando a fórmula abaixo.

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \frac{Gn}{Nn}$$

Sendo,

G1: número de sementes que germinaram no dia 1; G2: número de sementes que germinaram no dia 2; Gn: número de sementes que germinaram no dia n

N: o dia em que foi realizado a contagem (1, 2, 3, 7).

Todos os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F, sendo que para fontes as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para doses foi realizado o estudo de regressão polinomial, com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis relacionadas ao vigor de sementes sob os tratamentos estão dispostas na Tabela 1. Percebe-se que a contagem de germinação ao 4º dia e a germinação fisiológica apresenta valores altos (acima de 96%) e similares demonstrado a qualidade da semente e também a ausência de fitotoxicidade providas das doses e fontes de Zn aplicados. Este fato é reforçado pela quantidade de plântulas normais, todos os grupos acima de 90%.

Houve diferença para a variável índice de velocidade de germinação quando se comparou as fontes de Zn. A fonte óxido de zinco apresentou um maior valor demonstrando que as sementes sob esse tratamento germinaram mais cedo em comparação à outra fonte. Apesar da significância do teste F na dose, na análise de regressão os dados não se ajustaram apresentando baixo coeficiente de determinação.

Isso está de acordo com experimento conduzido por Itroutwar et al. (2020) em que a fonte óxido nanométrico na dose de 100 mg L⁻¹ promoveu melhora nas variáveis analisadas, inclusive na velocidade de germinação. O autor destaca, no entanto que a interação nanopartículas/sementes ainda não está claro na literatura e o mecanismo associado a melhora dos parâmetros produtivos quando esse tipo de fonte é utilizado é incerto. Uma hipótese levantada é que as NP entram nos poros da semente permitindo entrada de água iniciando, dessa forma, os processos metabólicos relacionado a germinação precocemente.

Tabela 1 - Contagem de germinação (4º dia), germinação fisiológica, quantidade de plântulas normais e índice de velocidade de germinação em função da aplicação de fontes e doses de Zn em sementes de milho. Alta Floresta – MT, 2020

Doses de Zn (g kg ⁻¹)	Contagem de germinação (4º dia) (%)	Germinação fisiológica (%)	Quantidade de plântulas normais (%)	Índice de velocidade de germinação
0	96,0	97,0	91,0	10,25
20	98,0	98,0	91,0	11,44
40	97,0	97,0	90,0	10,90
80	99,5	99,5	91,0	11,02
Fonte de Zn				
ZnSO ₄	97,2	97,5	89,2	10,60 a
ZnO 60 nm	98,0	98,2	92,5	11,20 b
Teste F				
Dose	2,052 ^{ns}	1,206 ^{ns}	0,069 ^{ns}	7,988**
Fonte	0,518 ^{ns}	0,486 ^{ns}	1,851 ^{ns}	11,426**
Dose x Fonte	0,211 ^{ns}	0,198 ^{ns}	2,085 ^{ns}	1,75 ^{ns}
CV (%)	3,02	3,11	7,43	4,54

** e ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

A aplicação de Zn na forma de sulfato e óxido não promoveu diferenças nos parâmetros de crescimento da plântula, como pode ser observado na Tabela 2. Apesar disso, houve diferença na massa verde e seca quando a fonte ZnO 60 nm foi aplicada, Tabela 3.

Tabela 2 - Comprimento da parte aérea, comprimento da parte radicular, volume de raiz e diâmetro do colmo em função da aplicação de fontes e doses de Zn em sementes de milho. Alta Floresta – MT, 2020

Doses de Zn (g kg ⁻¹)	Comprimento da parte aérea (cm)	Comprimento da parte radicular (cm)	Volume de raiz (mL)	Diâmetro do colmo (mm)
0	10,95	12,18	4,12	2,93
20	9,77	12,09	4,19	3,09
40	9,74	11,44	3,81	3,11
80	9,56	11,04	4,06	3,00
Fonte de Zn				
ZnSO ₄	9,75	11,46	3,97	3,00
ZnO 60 nm	10,26	11,91	4,12	3,06
Teste F				
Dose	2,662 ^{ns}	1,014 ^{ns}	2,208 ^{ns}	1,771 ^{ns}
Fonte	1,626 ^{ns}	0,671 ^{ns}	0,188 ^{ns}	0,689 ^{ns}
Dose x Fonte	0,420 ^{ns}	2,515 ^{ns}	0,530 ^{ns}	1,227 ^{ns}
CV (%)	11,10	13,11	25,17	5,97

^{ns}: não significativo respectivamente pelo teste F.

O Zn atua no metabolismo triptofano, um precursor do ácido indolacético (AIA), um hormônio de crescimento que promove o alongamento celular, dessa forma o fornecimento do micronutrientes nos estágios iniciais do desenvolvimento da planta é essencial para um desenvolvimento adequado. Embora todos os parâmetros de crescimento tenham sido maiores para a fonte óxido não foi verificado diferença estatística. Experimentos

similares com a mesma cultura demonstram a melhora no crescimento do milho quando aplicadas fontes de Zn, no entanto o tempo de condução foram maiores quando comparado com o presente trabalho.

López-Moreno et al. (2017), realizaram o experimento por 15 dias e verificaram aumento de até 27% no crescimento da raiz com fonte ZnO nanoparticulado em relação ao controle. Adicionalmente Nciizah et al. (2017) tratando as sementes com a fonte sulfato por 10 dias obtiveram uma maior taxa de germinação. Posteriormente quando as sementes tratadas foram transplantadas para casa de vegetação houve um aumento na massa fresca e comprimento da parte aérea ao final de 30 dias.

Tabela 3 - Massa verde da parte aérea, massa verde da parte radicular, massa seca da parte aérea e massa seca da parte radicular em função da aplicação de fontes e doses de Zn em sementes de milho. Alta Floresta – MT, 2020

Doses de Zn (g kg ⁻¹)	Massa verde da parte aérea (g)	Massa verde da parte radicular (g)	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca da parte radicular (g)
0	3,36	2,89	0,29	0,30
20	3,41	3,15	0,29	0,29
40	3,19	3,00	0,28	0,28
80	3,28	3,13	0,27	0,29
Fonte de Zn				
ZnSO ₄	3,22	2,91 b	0,28	0,28 b
ZnO 60 nm	3,40	3,18 a	0,29	0,31 a
Teste F				
Dose	0,601 ^{ns}	1,669 ^{ns}	2,33 ^{ns}	0,524 ^{ns}
Fonte	1,885 ^{ns}	7,916*	4,17 ^{ns}	5,53*
Dose x Fonte	0,757 ^{ns}	3,120 ^{ns}	0,47 ^{ns}	2,72 ^{ns}
CV (%)	10,91	8,87	7,54	9,13

* e ^{ns}: significativo a 5% e não significativo, respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Com relação a massa verde e seca foi verificada diferença significativa avaliando o fator fonte. A massa verde e seca de raiz foram superiores para a fonte ZnO 60 nm quando comparado com a sulfato sugerindo um maior desenvolvimento radicular. Observou-se anteriormente que as sementes submetidas a esse tratamento germinaram precocemente (maior IVG) possibilitando um maior crescimento da plântula.

Estudos demonstram que o aumento da massa radicular em aplicações localizadas de Zn ocorre devido à formação ou crescimento de raízes laterais no início do desenvolvimento da plântula. As raízes laterais, por sua vez, são importantes pois maximiza a habilidade das plantas em absorver nutrientes e água. Uma vez que essa zona está em constante crescimento o AIA tem um papel fundamental apresentando uma maior concentração nas pontas das raízes diminuindo conforme se aproxima do caule (BHALERAO et al., 2002; SMET et al., 2007).

Isso está de acordo com resultados encontrados por Adhikari et al. (2016); Prado et al. (2007); e Santos et al. (2017). Nos trabalhos citados a fonte óxido apresentou melhor resultados para as mesmas variáveis. Apesar de não ter se evidenciado neste experimento, ressalta-se que os dois últimos autores encontraram, ainda, fitotoxicidade provinda da fonte sulfato ausentes no óxido na mesma dose.

Este fato está ligado com a solubilidade das fontes, o óxido por ser um composto molecular tem menor solubilidade promovendo uma liberação mais lenta, em relação ao sulfato, iônico. Compostos com menor solubilidade em água tendem a ser menos fitotóxicas (SCOTT; BLAIR, 1988) e dependendo do tamanho das partículas usadas para este fim, pode-se considerá-las como sendo de liberação controlada (MORTVEDT, 1994). Dessa forma, os compostos menos solúveis tendem a ficar em contato por maior tempo com a planta melhorando a absorção do composto.

CONCLUSÃO

A aplicação via sementes de doses de ZnO 60 nm promoveu maior IVG, massa fresca e seca de raiz para a fonte óxido 60 nm quando comparado com a sulfato de zinco. A melhora desses parâmetros está relacionada a menor solubilidade da fonte óxido. O composto molecular promove uma liberação mais lenta possibilitando maior tempo de contato e conseqüentemente melhor absorção pelas sementes/plântulas.

REFERÊNCIAS

ADAK, T. et al. Role of nano-range amphiphilic polymers in seed quality enhancement of soybean and imidacloprid retention capacity on seed coatings: Soybean seed quality enhancement by amphiphilic nano-polymers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Cuttack, v. 96, n. 13, p. 4351-4357, 2016.

ADHIKARI, T.; KUNDU, S.; RAO, A. Zinc delivery to plants through seed coating with nano-zinc oxide particles. *Journal of Plant Nutrition, Oxfordshire*, v. 39, n. 1, p. 136-146, 2016.

ALLOWAY, B. J. *Zinc in Soils and Crop Nutrition*. 2 ed. Paris: IZA and IFA Brussels, 2008.

BHALERAO, R. P. et al. Shoot-derived auxin is essential for early lateral root emergence in *Arabidopsis* seedlings. *The plant journal, New Jersey*, v. 29, n. 3, p. 325-332, 2002.

DRISSI, S. et al. Response of corn silage (*Zea mays* L.) to zinc fertilization on a sandy soil under field and outdoor container conditions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, Rabat*, v. 16, n. 2, p. 145-153, 2015.

DUBCHAK, S.; OGAR, A.; MIETELSKI, J.W. Influence of silver and titanium nanoparticles on arbuscular mycorrhiza colonization and accumulation of radiocaesium in *Helianthus annuus*. *Spanish Journal of Agricultural Research, Gronostajowa*, v.8, n. 1, p. 103-108, 2010.

FAROOQ, M. et al. Micronutrient application through seed treatments - a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, Santiago*, v. 12, n. 1, p. 125-142, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

HANSCH, R.; MENDEL, R.R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology, Braunschweig* v. 12, n. 3 p. 259-266, 2009.

ITROUTWAR P. D. et al. Effects of biogenic zinc oxide nanoparticles on seed germination and seedling vigor of maize (*Zea mays*). *Biocatalysis and agricultural biotechnology, Amsterdam*, v. 29, p. 1-5, 2020.

LÓPEZ-MORENO, M. L. et al. Effect of ZnO nanoparticles on corn seedlings at different temperatures; X-ray absorption spectroscopy and ICP/OES studies. *Microchemical Journal, El Paso*, v. 134, p. 54-61, 2017.

MORTVEDT, J. J. Needs for controlled-availability micronutrient fertilizers. *Fertilizer Research, Berlin*, n. 38, p. 213-221, 1994.

MORTVEDT, J. J., GILKES R, J. Zinc Fertilizers. In: Robson A. D. *Zinc in Soil and Plants, Austrália Ocidental*, v. 55, p. 36-40, 1993.

NCIIZAH, A. D. et al. Micronutrient seed priming improves maize (*Zea mays*) early seedling growth in a micronutrient deficient soil. *Heliyon, Pretoria*, v. 6, p. 1-10, 2020.

PRADO, R. M.; NATALE, W.; MOURO, M. C. Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho cv. *Frontiers in Bioscience, Uberlândia*, v. 23, n. 2, p. 16-24, 2007.

SADEGHZADEH, B. A review of zinc nutrition and plant breeding. *Journal of soil science and plant nutrition, Maragheh*, v. 13, n. 4, p. 1-17, 2013.

SANTOS, A. F. et al. Relation of Toxicity in Corn Seeds Treated with Zinc and Salicylic Acid. *Communications in soil science and plant analysis, Oxfordshire*, v. 48, n. 10, p. 1123-1131, 2017.

SCOTT, J. M. *Seed Coatings and Treatments and Their Effects on Plant Establishment*. *Advances in Agronomy, Massachusetts*, v. 42, p. 43-83, 1989.

SINGH, B. et al. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science, New Delhi*, v. 88, n. 1, p. 36-44, 2005.

SLATON, N. A. et al. Evaluation of zinc seed treatments for rice. *Agronomy Journal, Chichester*, v. 93, n. 1, p. 152-157, 2001.

SMET, I. et al. Auxin-dependent regulation of lateral root positioning in the basal meristem of *Arabidopsis*. *Development, Cambridge*, v. 134, p. 681-690, 2007.

STURIKOVA, H. et al. Zinc, zinc nanoparticles and plants. *Journal of Hazardous Materials*, República Tcheca, v. 349, p. 101-110, 2018.

VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (eds.). *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, 1991, p.391-412.

YAGI, R. et al. Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.4, p.655-660, abr. 2006.

YAMADA, T. O sucesso da experiência brasileira. *Potafos*, Piracicaba, v.1, p. 1-12, 2004.

SCOTT, J. M.; BLAIR, G. J. Phosphorus Seed Coatings for Pasture Species. I Effect of Source and Rate of Phosphorus on Emergence and Early Growth of *Phalaris* (*Phalaris aquatica* L.) and Lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, Armidale, v. 38, p. 437-445, 1988.

VARIABILIDADE DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NO MUNICÍPIO DE APIACÁS-MT

Loriene Gomes da Rocha¹, Carine Hemkemeier¹, Grazielle Cieslinski Gonçalves¹, Ben Hur Marimon Junior², William Fenner³, Rivanildo Dallacort³

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Alta Floresta Mato Grosso, Brasil. E-mail: loriene.rocha@unemat.br

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Nova Xavantina Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade do Estado do Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Tangará Mato Grosso, Brasil

Área: Agroecossistemas Amazônicos.

RESUMO

A atmosfera é composta por propriedades e condições físicas, como temperatura, umidade, pressão, direção e velocidade de deslocamento do ar, grau de nebulosidade e quantidade de precipitação. Os fenômenos meteorológicos ocasionados por diversas escalas temporais e espaciais, resultam em chuvas e, também na falta delas, sendo característicos a ocorrência de diversas irregularidades climáticas que afetam os padrões climáticos de cada região e, consequentemente, as atividades ali desenvolvidas. Deste modo, os estudos sobre os elementos climáticos da região de Apiacás-MT, tem como objetivo entender a variabilidade temporal dos dados mensais, em séries de umidade relativa, temperaturas máxima, mínima e média do ar, no período de 2015-2019. Os resultados obtidos apresentaram médias de umidade relativa do ar baixas em todos os anos entre os meses de julho e agosto, variando entre 59 e 60%, apresentando diminuição nos últimos anos (2018 e 2019) com médias de 47 a 59% para os mesmos meses. E apresentou temperaturas elevadas entre os meses de maio e outubro, com média de 26 e 30°C.

Palavras-chave: Fenômenos meteorológicos; clima; norte de Mato Grosso.

INTRODUÇÃO

A atmosfera é composta por propriedades e condições físicas, como temperatura, umidade, pressão, direção e velocidade de deslocamento do ar, grau de nebulosidade e quantidade de precipitação (SILVA et al., 2007). Desta forma estudos relacionados a climatologia de um local ou região que tratam de caracterizar o estado médio da atmosfera em um determinado espaço de tempo é tão importante (RIBEIRO et al., 2014), pois ter conhecimento quanto ao comportamento da distribuição espacial das variáveis climatológicas, é indispensável para definir estratégias que serão utilizadas para o planejamento territorial, zoneamento agrícola entre outros (PERIN et al., 2015).

Os fenômenos meteorológicos pertencentes as diversas escalas temporais e espaciais, vão desde a escala global (El Niño e La Niña) a condições locais (chuvas localizadas) e estes estão relacionados com as chuvas intensas e, também na falta delas (RIBEIRO et al., 2014). E com isso pode-se observar que diversas irregularidades climáticas não são somente a falta ou o excesso de algum elemento meteorológico, mas também na distribuição temporal, onde as perturbações termodinâmicas ocorridas na atmosfera afetam os padrões climáticos de cada região e, consequentemente, as atividades ali desenvolvidas (FERREIRA, 2002).

O clima de uma região irá determinar o tipo de vegetação e o solo da mesma, o que influenciará nas diversas atividades praticadas pelo homem, sendo a agricultura uma das mais afetadas (RAMOS et al., 2017). Já a temperatura do ar está entre os elementos climáticos que mais interfere na fisiologia de plantas e animais, portanto a sua interferência ocorre de forma direta sobre estes seres (BEGON et al., 2007). Desta maneira, o conhecimento prévio sobre a variável temperatura, é essencial para o planejamento agrícola e estudos de aptidão de cultivos e cultivares para diferentes regiões.

De acordo com informações publicadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (ETEC, 1997), a taxa de umidade relativa (% UR) representa a quantidade de vapor d' água no ar, e esta é medida com o auxílio de um higrômetro, sendo que abaixo de 45%, o ar é considerado muito seco; acima de 60% UR, o ar está muito úmido causando muitos males; e é por isso que podemos sentir desconforto em um ambiente de muita umidade e temperatura acima de 25°; não se tratando de calor e sim umidade relativa do ar alta.

Além disso, outros problemas são citados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e apontam para um aumento na temperatura média do ar projetado até o final do século XXI bem acima de 4°C ocasionados pelo desmatamento (MARENGO; SOUZA JR, 2018) o que poderá causar uma redução das chuvas na Bacia Amazônica que podem chegar até 50% em algumas localidades de Mato Grosso (BONINI et al., 2014).

O aumento da devastação das florestas ocasionará uma diminuição na umidade relativa do ar, uma vez que a transpiração das folhas é um dos fatores fundamentais de regulação da umidade do ar e da temperatura nos

ambientes, e consequentemente, com a derrubada das matas, o ar ficará mais seco e a temperatura se elevará, se tornando instável (SILVA; LOPES, 2016).

Deste modo, os estudos sobre os elementos climáticos da região de Apicás-MT, tem como objetivo entender a variabilidade temporal dos dados mensais, em séries de umidade relativa, temperaturas máxima, mínima e média do ar no período de 2015-2019.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado dados diários de umidade relativa, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média do ar da estação meteorológica A910 do município de Apicás do estado de Mato Grosso (Figura 1) com latitude, longitude e altitude: 08°52'S, 57°07'W e 212 m, respectivamente (RAMOS et al., 2017).

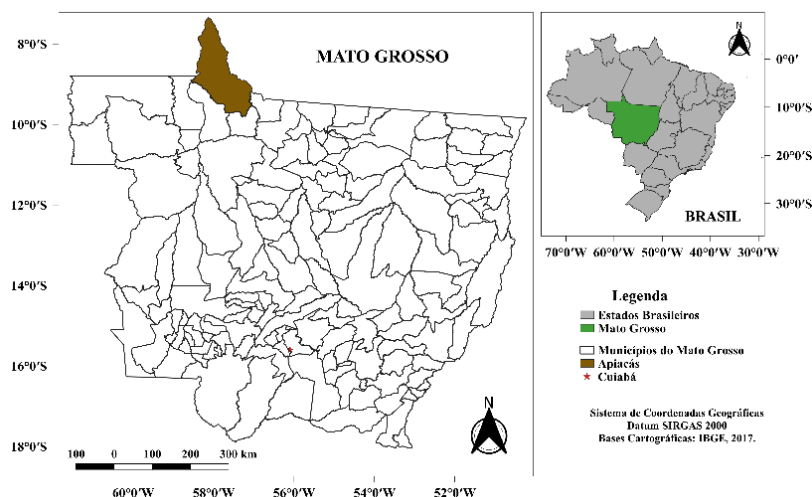


Figura 1: Localização do município de Apicás MT. (Fonte: Daniel, F., 2020).

De acordo com a Prefeitura Municipal de Apicás, o município possui um clima Equatorial quente e úmido, com 2 meses de seca, de junho a julho. Precipitação anual de 2.750 mm, com intensidade máxima em janeiro, fevereiro e março. Temperatura média anual: 24°C. Maior máxima 40°C, menor mínima 4°C. Cobrindo uma área de 20.493,065 km² (IBGE, 2017).

As informações obtidas para este estudo foram fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em um período de 5 anos de observação, entre os anos de 2015 a 2019. A partir dos dados meteorológicos foram calculadas as médias mensais para cada variável mencionada anteriormente, a fim de obter seu comportamento ao longo do ano. Os dados foram compilados no Excel e a partir deste foi gerado os gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos entre o período de cinco anos, resultaram em 42.384 dados, sendo que destes, 9.444 não apresentaram informações (em variados dias e meses) sobre temperatura (Tmax e Tmin) e 89 deles não constaram informações sobre a umidade relativa do ar. Todos os dados foram reunidos em uma planilha de excel onde calculou-se a temp. média e gerou os gráficos.

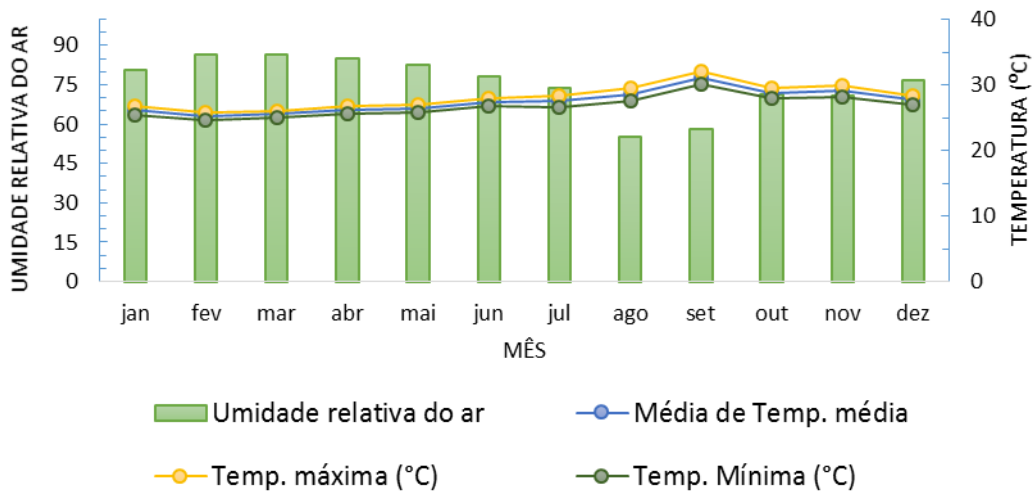


Figura 2: Análise da umidade relativa e da temperatura do ar do ano de 2015 no município de Apicás-MT estação A910. (Fonte: Os autores).

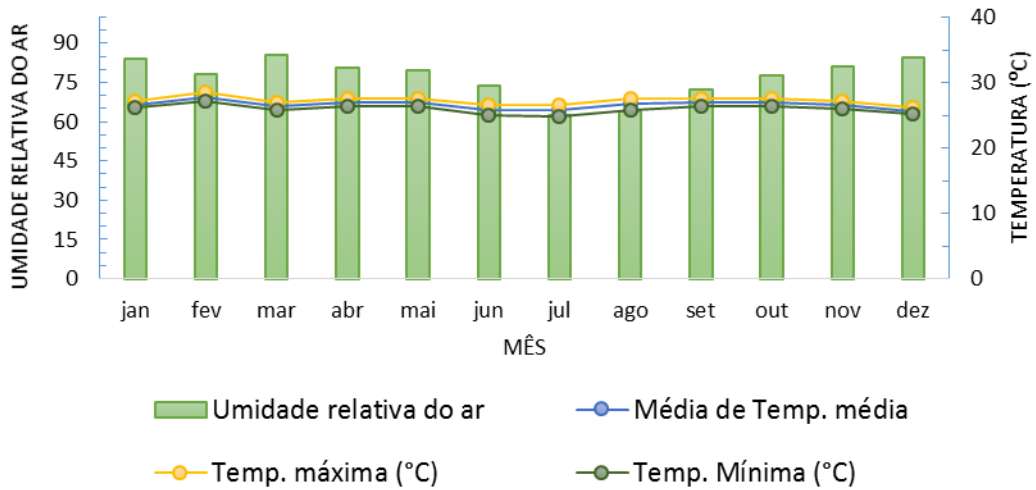


Figura 3: Análise da umidade relativa e da temperatura do ar do ano de 2016 no município de Apicás-MT estação A910. (Fonte: Os autores).

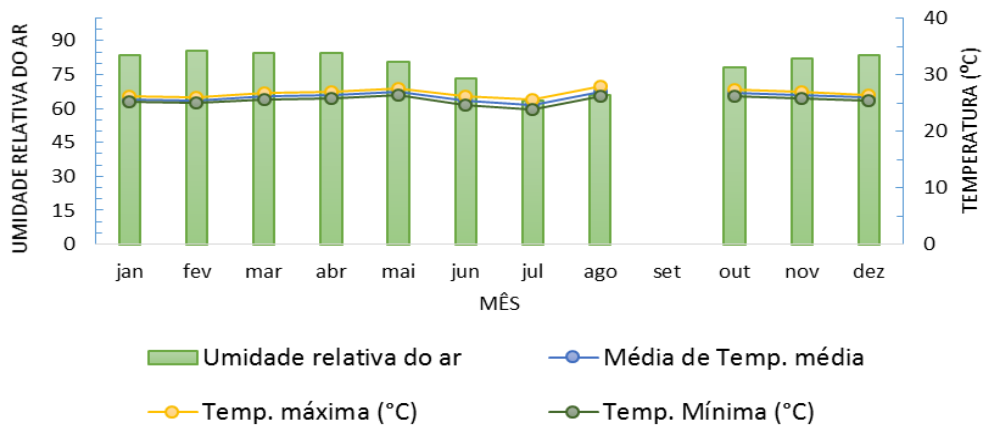


Figura 4: Análise da umidade relativa e da temperatura do ar do ano de 2017 no município de Apicás-MT estação A910. (Fonte: Os autores).

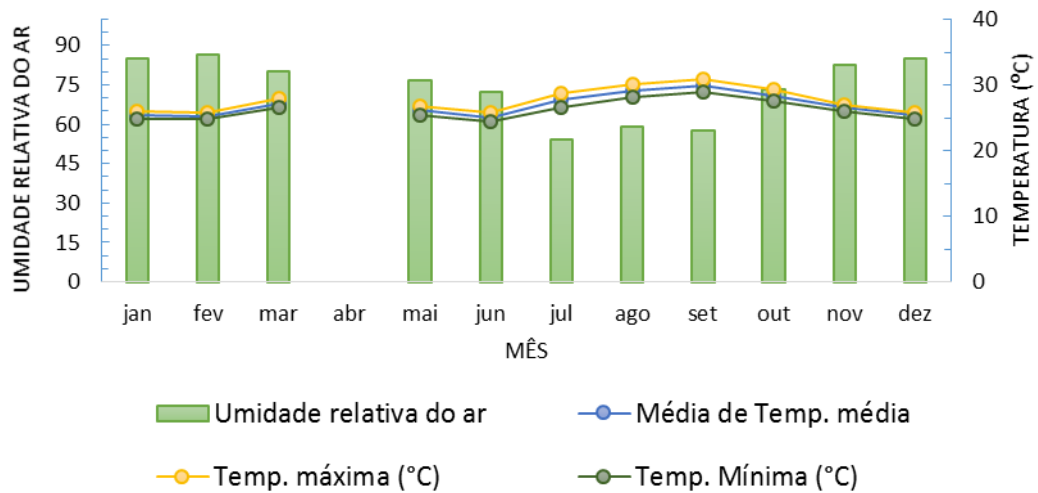


Figura 5: Análise da umidade relativa e da temperatura do ar do ano de 2018 no município de Apicás-MT estação A910. (Fonte: Os autores).

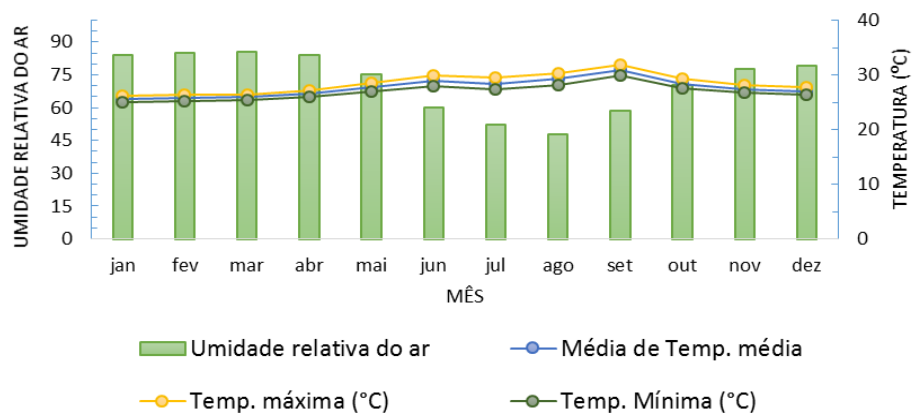


Figura 6: Análise da umidade relativa e da temperatura do ar do ano de 2019 no município de Apicás-MT estação A910. (Fonte: Os autores).

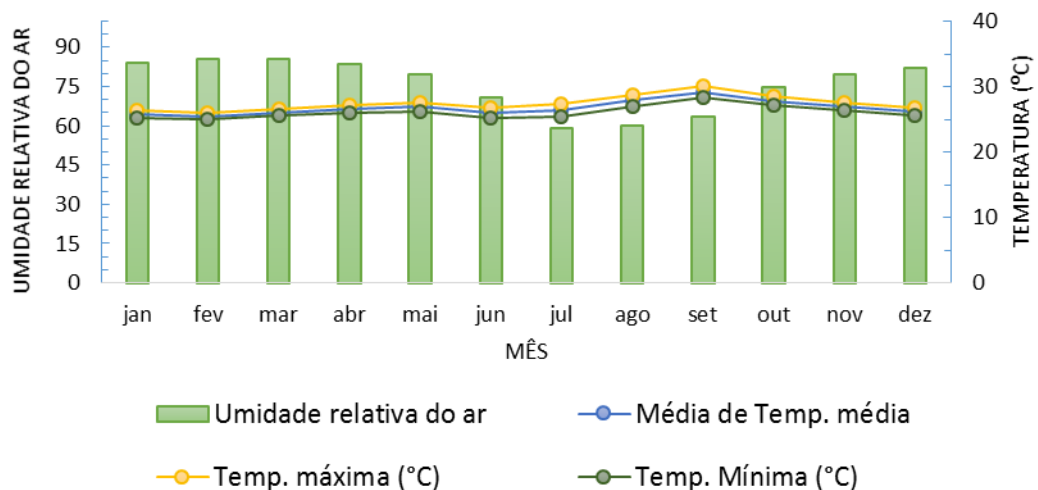


Figura 7: Análise da umidade relativa e da temperatura do ar entre os anos de 2015 a 2019 no município de Apicás-MT estação A910. (Fonte: Os autores).

Foi possível observar que no ano de 2017 (Figura 4) não houve dados de umidade relativa e temperatura máxima e mínima do ar no mês de setembro, o mesmo aconteceu no ano de 2018 (Figura 5) para o mês de abril. E isso pode ser devido à falta de padronização de dados disponibilizados nas plataformas de climatologia e

meteorologia e a falta de informação nos metadados que inviabiliza o seu uso (ALVARES et al., 2013; VIANNA et al., 2017)

Os anos de 2018 e 2019, entre julho e setembro, apresentaram as médias de Tmax mais elevadas, com pico em setembro chegando a 30°C. De acordo com as informações disponibilizadas no site da ETEC (2019) a Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos Estados Unidos, julho de 2019 foi o mês mais quente do planeta nos últimos 140 anos. A instituição americana informou que a média global das temperaturas foi 0,95°C superior à média de todo o século 20.

No período chuvoso as temperaturas máximas (Figura 7) variaram entre 25 e 30 °C, sendo que as maiores máximas foram observadas no mês de setembro. Quanto à temperatura mínima (Figura 7), houve variação entre 24 e 28 °C, apresentando os menores valores em fevereiro.

As temperaturas mais elevadas estão acompanhadas das menores umidades relativas, ou seja, a temperatura é inversamente proporcional à umidade relativa do ar corroborando com estudos de Strang (1972). E isso pode ocorrer pois o aumento da umidade relativa do ar diminui a transpiração das plantas (VALANDRO, 1999) que é fator fundamental de regulação da umidade do ar e da temperatura, sem a transpiração das plantas o ar fica mais seco e a temperatura se eleva e se torna instável (SILVA; LOPES, 2016).

Da análise dos dados de umidade relativa do ar foi possível observar que os dados demonstram que há contrastes mais pronunciados durante a estação seca, chegando a 55,08% UR registrada no ano de 2015 no mês agosto (Figura 2) e registros ainda menores no ano de 2019 no mesmo mês, com 47,91% UR (Figura 6).

CONCLUSÃO

Os dados climáticos apresentaram médias semelhante para umidade relativa do ar, se mantendo baixa em todos os anos entre os meses de julho e setembro, variando entre 59 e 60%, com exceção dos últimos anos (2018 e 2019) que houve uma diminuição nas médias, com registros de 47 a 59% para os mesmos meses. E apresentou temperaturas elevadas entre os meses de julho a setembro conforme média de 2015-2019, com média de 26 e 30°C, sendo setembro o mês mais quente. As informações e o conhecimento de distribuição temporal das variáveis climáticas são importantes tanto para o estudo e realização do zoneamento agroclimático, como também o dimensionamento do sistema de irrigação de culturas entre outros.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. et al. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 113, n. 3-4, p.407-427, 2013.
- ARAGÃO, L. E. Environmental science: The rainforest's water pump. *Nature*, v. 489, p 217-218, 2012.
- BEGON, C. et al. *Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas*. 4. Ed., Editora: Artmed p. 752, 2007.
- BONINI, I. et al. Rainfall and deforestation in the municipality of Colíder, southern Amazon. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 29, n. 4, p. 483-493, 2014.
- DUBREUIL, V. et al. Impact of land-cover change in the Southern Amazonia climate: a case study for the region of Alta Floresta, Mato Grosso, Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, v. 184, n. 2, p. 877-891, 2012.
- ETEC: Umidade relativa – *brasil* - periodicamente atualizada. 1997. Disponível em: <<http://www.etc.com.br/>>. Acesso em: 24 de out de 2020.
- FERREIRA, D.B. et al. Variação espacial da temperatura e precipitação e sua associação aos Eventos de El niño e La niña em Tucuruí-Pa. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7. Anais... Foz do Iguaçu. 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA; ESTATÍSTICA. COORDENAÇÃO DE TRABALHO (IBGE) – MUNICÍPIOS: Apicás-MT. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/apicás/panorama>>. Acesso em: 23 de out de 2020.
- MARENCO, J. A.; SOUZA J. R C. Mudanças Climáticas: impactos e cenários para a Amazônia. 2018. Disponível em:<https://www.conectas.org/wp/wp-content/uploads/2018/12/Relatorio_Mudancas_Climaticas-Amazonia>. Acesso em: 27 de set de 2020.
- PERIN, E. B. et al. INTERPOLAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO: REVISÃO DOS MÉTODOS MAIS EFICIENTES. *Geografia*, v. 40, n. 2, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE APIACÁS – Geografia. Disponível em:
<<https://www.apiacas.mt.gov.br/Apiacas/Geografia/>>. Acesso em: 23 de out de 2020.

RAMOS, H. C. et al. Precipitação e temperatura do ar para o estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 20, 2017.

RIBEIRO, R. E. P. et al. Análise da tendência climática nas séries temporais de temperatura e precipitação de Tucuruí-Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 5, p. 798-807, 2014.

SILVA, K. O. et al. Sistema automatizado para aquisição de dados de umidade relativa do ar. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. 3, p. 630-638, 2007.

SILVA, D. U. DA; LOPES, M. S. Geografia, história e meio ambiente: a degradação ambiental em Alta Floresta / MT. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. v.8. p. 144- 177, 2016.

STRANG, D. M. G. D. Análise climatológica das normais pluviométricas do Nordeste Brasileiro. Centro Técnico Aeroespacial, 1972.

VALANDRO, J. et al. Transpiração do tomateiro cultivado fora do solo em estufa plástica e sua relação com a radiação solar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. 1999.

VIANNA, L. F. N. et al. Bancos de Dados Meteorológicos: Análise dos Metadados das Estações Meteorológicas no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 1, p. 53-64, 2017.

VARIABILIDADE DAS CHUVAS E TEMPERATURA NO MUNICÍPIO DE CARLINDA - MT

Carine Hemkemeier¹, Marco Antonio Camillo de Carvalho², Rivanildo Dallacort³, William Fenner³, Grazielle Cieslinski Gonçalves⁴, Loriane Gomes da Rocha⁴.

¹ Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos da Universidade do Estado do Mato Grosso *Campus* de Alta Floresta, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. E-mail: carinehemk@hotmail.com.

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Departamento Agronomia, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil

³ Universidade do Estado do Mato Grosso, Departamento Agronomia, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil

⁴ Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos da Universidade do Estado do Mato Grosso *Campus* de Alta Floresta, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar a variabilidade anual e mensal das temperaturas e o da precipitação durante os períodos de 2015 a 2019 no município brasileiro de Carlinda/MT. O município de Carlinda localizado no extremo norte de Mato Grosso tem sua economia baseada na agricultura e pecuária, dessa forma é de extrema importância conhecer as características climáticas da região para o desenvolvimento das culturas e dos animais de criação. A precipitação é importante para o planejamento e a implementação de culturas agrícolas e produção de animais, assim como a temperatura, principalmente em regiões tropicais que tem características bem expressivas desses fatores climáticos. Os dados utilizados neste trabalho foram os da estação meteorológica de Carlinda registrada no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET com o código A926, na latitude 9° 97' S, longitude 55° 83' O e altitude 293,71 m. Nesse sentido, foram avaliados através de software, onde realizou-se cálculos de soma, média e o desvio padrão da precipitação, além da média de temperatura máxima, média e mínima. Notasse que o município estudado tem uma estação de seca e uma de chuva bem definida e que a sua precipitação anual é de aproximadamente 2000 mm, sendo que os meses secos são de junho a agosto, as temperaturas mais altas estão registradas basicamente nos meses de setembro e a mais baixa em fevereiro. Indicando forte relação com a quantidade de chuva, o ano de 2016 caracterizou temperatura mais elevada registrando menor índice pluviométrico, e o ano de 2018 se comportou de maneira oposta.

Palavras-chave: Precipitação; clima; variabilidade de temporal; média de temperatura.

INTRODUÇÃO

O clima influencia o tipo da vegetação, o solo e as atividades econômicas realizadas pelo homem. Em relação a agricultura esse componente é muito importante, pois vai determinar, época de plantio, colheita, tipo de manejo, tomada de decisão, entre outros (RAMOS et al., 2017). A precipitação é um dos fatores mais importantes para as regiões tropicais e que acaba sendo um dos fatores limitantes para o desenvolvimento da agropecuária (MOARES et al., 2005). Já a temperatura do ar é um dos elementos climáticos que resulta em maiores efeitos sobre os processos fisiológicos dos animais e das plantas, desta forma seu estudo é muito importante para o planejamento agrícola e para o estabelecimento da mesma (MEDEIROS et al., 2005). O conhecimento de ambos é essencial para a elaboração e condução das atividades desses sistemas econômicos.

A cidade de Carlinda está localizada ao norte do estado do Mato Grosso, cujo a principal fonte de renda é a agropecuária. Assim como em toda a região norte do estado a produção vem crescendo, devido à expansão comercial, principalmente da pecuária e das culturas de grãos. Mas este município também apresenta grande número de pequenos agricultores, que produzem hortaliças para as feiras e mercados locais (CAIONI et al., 2020; BONINI, PESSOA, SEABRA JÚNIOR, 2013).

Como o município de Carlinda – MT, tem como fonte principal de sua economia a agricultura e a pecuária, e como estas são muito influenciadas pela temperatura e precipitação, este trabalho teve como objetivo investigar a variabilidade anual e mensal das temperaturas e o da precipitação, durante os períodos de 2015 a 2019 no município brasileiro de Carlinda/MT.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de temperatura máxima, média e mínima e pluviométricos diários de cinco anos da estação meteorológica automática de Carlinda – MT, município que pela classificação de Köppen (1948), apresenta clima Tropical tipo AwI, chuvoso, estação seca definida e com temperaturas altas e precipitação média anual de 2.750 mm. A cidade está localizada no extremo norte do Estado de Mato Grosso, nas coordenadas geográficas de

55°30' a 57°00' longitude O e 9°00' a 11°00' latitude S, com área territorial de 2.417.212 km²a 750 km da capital Cuiabá (CAMARGO E PAULOSSO, 2009) (Figura 1).

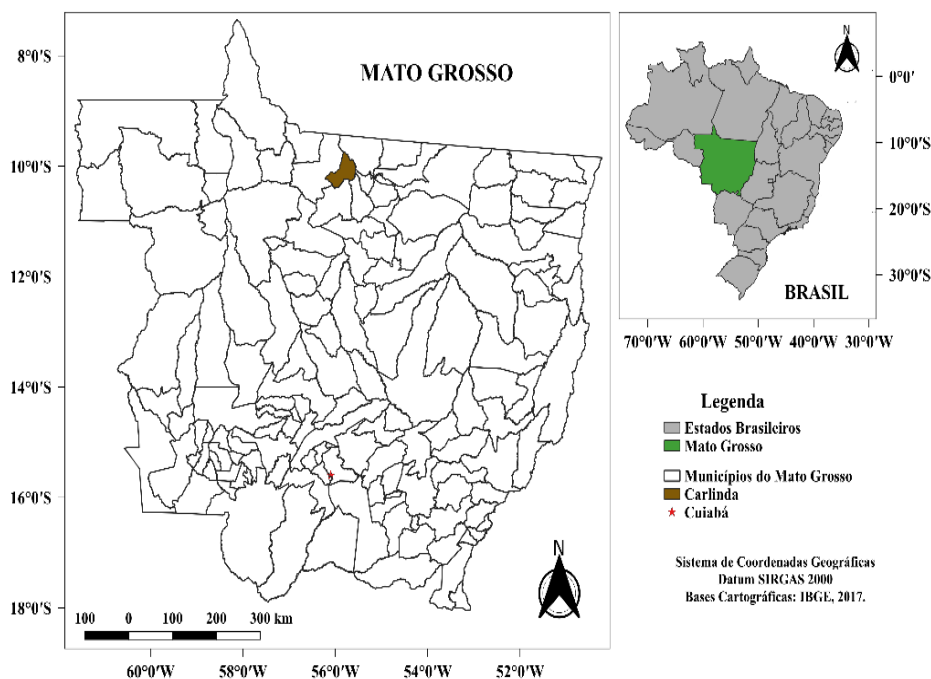


Figura 1 –Imagem da localização Geográfica do Município de Alta Floresta dentro do Estado de Mato Grosso, em destaque no mapa do Brasil. (Fonte: Os autores).

Os dados para a elaboração deste trabalho foram extraídos do banco de dados da estação meteorológica que está registrada no INMET, com o código A926, na latitude 9° 97' S, longitude 55° 83' O e altitude 293,7 m. Com essas informações realizou-se cálculos da média da precipitação e temperatura máxima, mínima e média, bem como, o desvio padrão amostral. A vista disso, foram gerados gráficos de ocorrências anuais, mensais e decêndio anual, com auxílio do software computacional sendo utilizado as seguintes expressões:

Média:
$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$
(Equação 1)

Desvio Padrão:
$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$
(Equação 2)

Para análise se considerou como dias secos quando a ocorrência de precipitação fosse igual ou inferior a 5 mm e chuvoso igual ou superior a 5,1 mm (SANS et al., 2001). Considerando a classificação climática de Köppen - Geiger, para o clima tropical Aw e Am, e o mês chuvoso com precipitação superior a 60 mm.

Foram analisados os anos de 2015 a 2019, onde os dados compreendiam do primeiro ao último dia do ano, realizando o ajuste de 4 horas. No ano de 2016 ocorreu uma falha de dados de precipitação nos meses de agosto a dezembro, e teve falhas nos dados de temperatura nos meses de novembro a dezembro, por este motivo estes foram desconsiderados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se avaliar a média de precipitação dos cinco anos estudados, podemos notar que se tem uma estação com períodos de chuva que ocorre entre os meses de setembro a maio. Os meses dezembro a março são os que registraram maiores quantidades de chuva, com precipitações entre 230 a 330 mm, já os meses de junho a agosto são os com menores registro pluviométrico (Figura 2). Segundo Camargo e Paulosso (2009), Carlinda apresenta duas estações climáticas: a chuvosa e a seca, como o mesmo período encontrado neste estudo. A média geral da precipitação destes cinco anos foi de aproximadamente 1800 mm, mesmo se desconsiderarmos o ano de 2016 devido sua inconsistência nos dados, esta média representou 2000 mm ficando abaixo do que se espera para a região que segundo Bennett, Almeida e Castilho (2002), é de aproximadamente 2750 mm.

A médias podem ser normalizadas pelo desvio padrão (ANDREOLI e KAYANO, 2007). Para este estudo o desvio padrão da precipitação foi em média de 12,3 mm, sendo que os meses que tiveram maior precipitação

também apresentaram maior desvio padrão, onde os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, demonstraram os seguintes resultados 14,6; 13,3; 15,6 e 18,5 mm respectivamente. Já em julho e agosto expressaram 4,7 e 4,5 mm, o mês de outubro expôs uma exceção, pois não teve uma quantidade de chuva tão elevada, mas apresentou alto valor de desvio padrão (16,6 mm) (Figura 2). Isso indica que as chuvas dos meses mais secos apresentam um comportamento mais uniforme. Dallacort et al. (2011), chegou a conclusões similares sobre o comportamento da precipitação em relação ao desvio padrão, de um estudo feito sobre a distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra - Mato Grosso.

As maiores temperaturas foram nos meses de agosto e setembro, com a temperatura mínima de aproximadamente 25,9 °C e 26,1°C a máxima de 27,7 °C e 27,6 °C, para cada mês respectivamente. A temperatura mais baixa é referente ao mês de janeiro com valor de 24,2 °C. A média da temperatura anual máxima foi de 25,6 °C, a mínima de 24,6 °C e a média de 25,3 °C (Figura 2). Em estudos realizados sobre a temperatura média do município de Carlinda-MT entre os anos de 2008 a 2014 foi verificado o resultado de 25,4 °C (CASAVECCHIA et al., 2016; SOUZA et al.,2016).

Em 2015 se teve a segunda maior média de temperatura dos cinco anos estudados, com os valores da máxima 26,0 °C, mínima 24,7 °C e média 25,4 °C. O mês com maior temperatura foi o de setembro (27,4 °C), e a menor foi em fevereiro (23,9 °C) (Figura 3). Essa variável é um fator crucial para as decisões nas atividades agrícolas e pecuárias, que está ligada ao conforto térmico dos animais e para a escolha do tipo de cultura a ser adotada (NEVES et al., 2011).

A precipitação deste ano (2015) também foi uma das mais baixas, com a somatória de 1807,2 mm. Neste ano o período de seca foi mais intensa nos meses de junho, julho, agosto e setembro, com os respectivos valores de precipitação mensal, 0,00 mm, 20,8 mm, 10,2 mm e 46,6 mm. Sendo que nos outros meses a precipitação foi entre 113,0 a 350,0 mm. O mês de fevereiro apresentou maior precipitação e o desvio padrão também foi maior (20,3 mm), e o mês de agosto apresentou o menor desvio padrão (3,7 mm). O desvio padrão fica menor conforme a quantidade de precipitação diminui (Figura 3). Os autores Pereira, Santos e Neves (2020), em um trabalho realizado sobre a variabilidade estatística das chuvas no Mato Grosso, no período de 1998 a 2017, relataram que o ano de 2015, foi o com menor precipitação em todo o estado e que os meses mais secos foram os de maio a agosto.

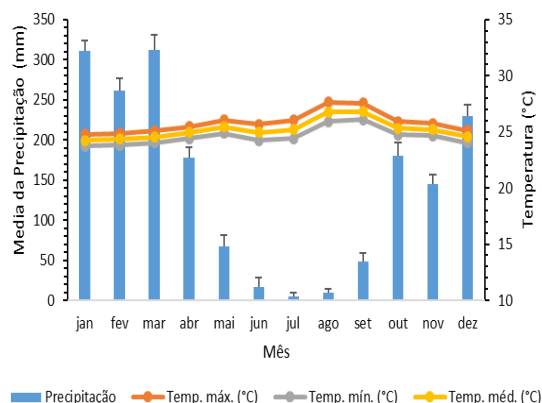


Figura 2 – Médias de precipitação e de temperatura (Máxima, Média e Mínima) e Desvio padrão da precipitação dos anos de 2015 a 2019, segundo os dados da estação meteorologia de Carlinda-MT (A926) cadastrada no INMET. (Fonte: Os autores).

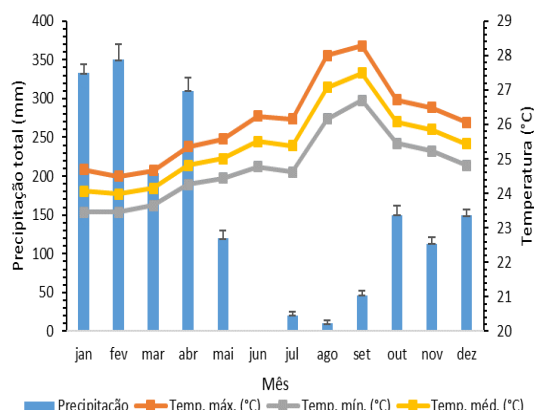


Figura 3 - Médias de precipitação e de temperatura (Máxima, Média e Mínima) e Desvio padrão da precipitação do ano de 2015, segundo os dados da estação meteorologia de Carlinda-MT (A926) cadastrada no INMET. (Fonte: Os autores).

Em 2016, a soma da precipitação foi a menor (744,0 mm) (Figura 4), o que pode ter sido influenciado pela ausência de dados. A inconsistência de dados pode ocorrer em estações meteorológicas automáticas proveniente a problemas técnicos, e neste caso os dados podem ser coletados manualmente, porém em algumas vezes isso não acontece (VENTURA, 2012). Nos meses de fevereiro, abril, maio e junho, ocorreu precipitação incomum sendo estes respectivos valores 56,2 mm, 37,4 mm, 28,0 mm e 38,6 mm. A temperatura foi maior nos meses que a precipitação foi mais baixa, registrando a temperatura mais baixa no mês de janeiro (24,1 °C) e a mais alta no em agosto (27,4 °C). O ano de 2016 foi o que apresentou a maior média de temperatura anual quando comparado com os anos estudados (25,5 °C). O desvio padrão se comportou da mesma forma que no ano anterior (Figura 4).

A redução na quantidade de precipitação e o aumento da temperatura em 2015/2016 está ligado a ocorrência do evento climático chamado El Nino, que foi um dos mais intenso registrados na história. Este fenômeno faz com que ocorra um aumento na temperatura e uma redução da precipitação na região (JIMÉNEZ-MUÑOZ et al, 2016). E com o fim do El Nino em 2016 o ano de 2017, já apresentou uma normalidade nas precipitações e na temperatura.

O desvio padrão em relação a precipitação no ano de 2017, foi maior nos meses com mais chuvas, sendo que dezembro o valor apresentado foi de 18 mm e agosto 2,3 mm. O mês com maior quantidade de chuva foi o mês de dezembro com 356,6 mm e julho foi o mês mais seco, pois o registro de chuva foi igual a 0 e por este mesmo motivo não apresentou desvio padrão. A precipitação total deste ano foi de 1899,8 mm, onde os meses secos foram de maio a agosto, e os meses com maiores precipitações foram janeiro, fevereiro, março e dezembro (324,60 mm, 331,00mm, 349,20mm e 356,60 mm respectivamente) (Figura 5). Como a precipitação exerce influência sobre os outros elementos climáticos ela é a que mais causa efeito sobre o ambiente (SORIANO e GALDINO, 2002). Nesse sentido, podendo afetar o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, determinando a produtividade agrícola e o grau de aptidão de uma região (SOUSA et al, 2011).

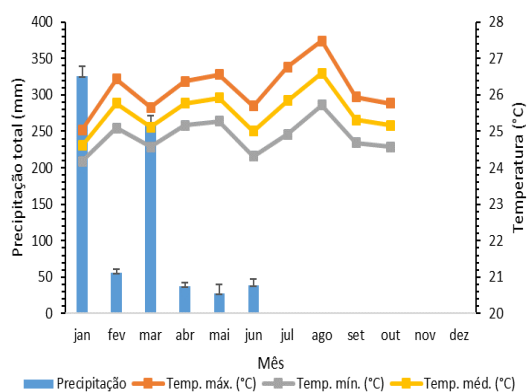


Figura 4 - Médias de precipitação e de temperatura (Máxima, Média e Mínima) e Desvio padrão da precipitação do ano de 2016, segundo os dados da estação meteorologia de Carlinda-MT (A926) cadastrada no INMET. (Fonte: Os autores).

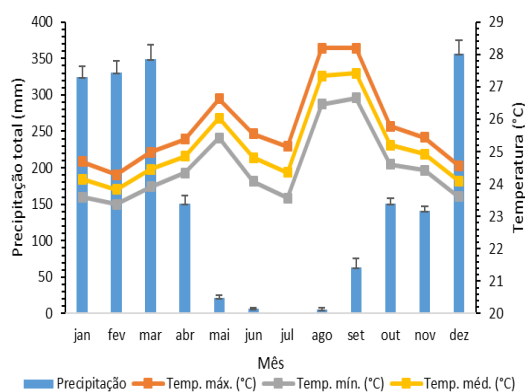


Figura 5 - Médias de precipitação e de temperatura (Máxima, Média e Mínima) e Desvio padrão da precipitação do ano de 2017, segundo os dados da estação meteorologia de Carlinda-MT (A926) cadastrada no INMET. (Fonte: Os autores).

A média de temperatura de 2017 foi de 25,1 °C, o que apresentou a maior temperatura foi o mês de agosto com 28,2 °C e o menor foi em fevereiro 23,3 °C. Já os meses de agosto e setembro apresentam maiores médias comparadas com os demais (27,3 °C e 27,4 °C) (Figura 5). Em setembro de 2018 foi registrada a maior temperatura do ano 27,0 °C e a menor em fevereiro 23,2 °C, sendo que a média do ano foi de 24,7 °C este ano foi o que apresentou temperatura média menor quando comparado com os demais (Figura 6). O mês de setembro de 2019 apresentou a maior temperatura registrada nos últimos 5 anos, sendo está de 28,4 °C, e a média deste ano foi de 25,3 °C, já a temperatura mais baixa foi registrada no mês de janeiro 23,7 °C (Figura 7). Assim como em todos os anos deste estudo, os meses de estiagem apresentaram temperatura mais elevadas, da mesma forma Ramos et al. (2017), descreveu que os meses mais secos também apresentam maiores temperatura, e este comportamento é uma característica dos municípios do norte do estado, isso possivelmente por conta do efeito da latitude.

Dos anos estudados, 2018 foi o ano que teve maior somatória de precipitação 2361,8 mm, sendo que o mês de março atingiu o maior índice pluviométrico de 489,4 mm e julho foi o mês mais seco do ano, onde não houve registro de precipitação, os meses de maio e setembro, foram os meses de início e fim de chuva (Figura 6). O desvio padrão dos meses de março, maio, outubro foram os mais altos (26,2mm, 21,5 mm e 21,6 mm), isso pode ter ocorrido porque nestes meses a chuva foi maior, sendo registrados os seguintes valores 489,40 mm, 146,60 mm e 322,40 mm, e a média de todos os anos foram 312,5 mm, 67,4 mm e 180,0 mm (Figura 6). Conforme Teixeira et al. (2019), ao avaliar o total precipitado entre os anos de 1995 a 2018, de uma sub-bacias do rio Coreaú no Ceará, a quantidade de chuva em 2018 foi maior que nos anos de 2015 a 2017.

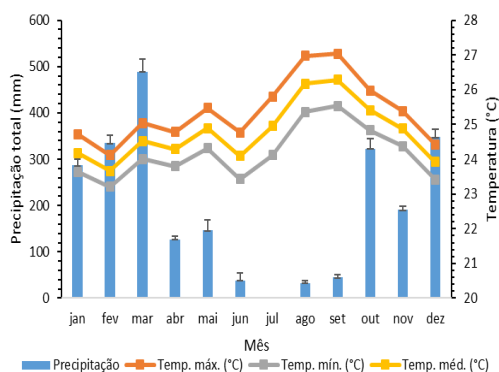


Figura 6 - Médias de precipitação e de temperatura (Máxima, Média e Mínima) e desvio padrão da precipitação do ano de 2018, segundo os dados da estação meteorologia de Carlinda-MT (A926) cadastrada no INMET. (Fonte: Os autores).

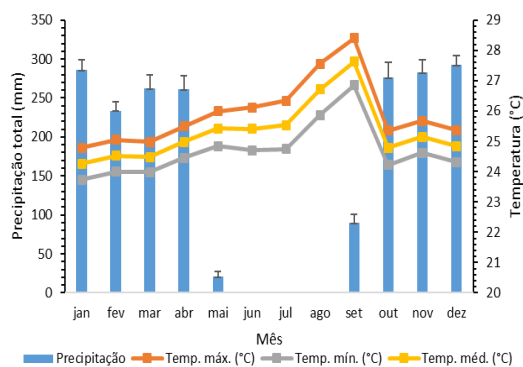


Figura 7 - Médias de precipitação e de temperatura (Máxima, Média e Mínima) e Desvio padrão da precipitação do ano de 2019, segundo os dados da estação meteorologia de Carlinda-MT (A926) cadastrada no INMET. (Fonte: Os autores).

No último ano estudado a estação chuvosa foi bem definida, onde o mês de maio foi registrado a última precipitação antes do período seco caracterizando 21,0 mm, já nos meses de junho a agosto não houve precipitação, somente em setembro ocorreu chuva (90,2 mm), nos demais meses, a média ficou acima 230 mm. O desvio padrão se comportou como na maioria dos anos (Figura 7).

CONCLUSÃO

Existe uma variabilidade na temperatura e precipitação no município de Carlinda - MT, onde isso acontece devido a fatores externos, já que na maioria dos anos esse comportamento ocorre de maneira similar. Dessa forma, os meses de julho a agosto representaram a estação seca e com temperaturas mais elevadas, já os meses de janeiro a maio apresentaram regularmente menores temperaturas e maiores precipitações, onde a soma deste período com os demais meses caracterizou a estação chuvosa.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelo fornecimento dos dados e ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 22, n. 1, p. 63-74, 2007.
- BENETT, C. et al. Gestão dos recursos naturais: Sítio São Brás, Município de Carlinda MT. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 2, n. 1, 2002.
- BONINI, I.; PESSOA, M. J. G.; SEABRA JÚNIOR, S. Faces da produção agrícola na Amazônia mato-grossense: tipos de exploração, origem dos agricultores e impactos na conservação ambiental no município de Alta Floresta (MT). *Novos Cadernos NAEA*, v. 16, n. 1, 2013.
- CAIONI, C. et al. Características dos agricultores e dos sistemas hortícolas de Carlinda, Mato Grosso. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 17, n. 1, 2020.
- CAMARGO, M. F.; PAULOSSO, L. V. Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no município de Carlinda-MT. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 30, n. 1, p. 77-82, 2009.
- CASAVECCHIA, B. H. et al. Potencial ataque de fungos à madeira no estado de Mato Grosso, Brasil. *Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais*, v. 4, n. 3, pág. 156-161, 2016.
- DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.
- JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C. et al. Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. *Scientific reports*, v. 6, p. 33130, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep33130>, Acessado em: 27 de outubro de 2020.

- MEDEIROS, S. S. et al. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 2, p. 247-255, 2005.
- MORAES, B. C. et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta amazônica*, v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.
- NEVES, S. et al. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. *Boletim goiano de geografia*, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.
- KÖPPEN, W. *Climatología: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.
- PEREIRA, T.D.; SANTOS, B. C.; NEVES, G. Z. F. Variabilidade Pluviométrica Do Estado Do Mato Grosso Na Série Temporal De 1998 A 2017. *Revista Geonorte*, v. 11, n. 37, p. 39-56, 2020.
- RAMOS, H. C. et al. Precipitação e temperatura do ar para o estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 20, p.211-233, 2017.
- SANS L. M. A. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 527-535, 2001.
- SORIANO, B. M. A.; GALDINO, S. Análise da distribuição da frequência mensal de precipitação para a Subregião da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, v.34, p.1-23, 2002.
- SOUZA, A.P. et al. Sazonalidade da umidade de equilíbrio da madeira para o Estado de Mato Grosso. *Pesq. flor. bras., Colombo*, v. 36, n. 88, p. 423-433 out./dez. 2016
- SOUSA, V. F. et al. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília- DF, Embrapa Informação Tecnológica, p.721-736, 2011.
- TEIXEIRA, L. F. C. et al. Análise Do Total Precipitado Com Base Na Série Histórica De 27 Estações Pluviométricas Compreendida Entre 1995 E 2018 Em Uma Sub-Bacia Do Rio Coreaú, Ceará. In: X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Fortaleza-CE,2019.
- VENTURA, T. M. Preenchimento de falhas de dados micrometeorológicos utilizando técnicas de inteligência artificial. 2012. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, Cuiabá-MT, 2012

VARIABILIDADE TEMPORAL DA UMIDADE RELATIVA E TEMPERATURA DO AR EM GUARANTÃ DO NORTE-MT, BRASIL

Walingson da Silva da Costa¹, Rivanildo Dallacort², William Fenner³, Diego Fernando Daniel⁴, Grazielle Cieslinski Gonçalves⁵

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. E-mail: walingson.costa@unemat.br

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

⁵ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO

Conhecer a variabilidade temporal de variáveis meteorológicas é fundamental no que tange ao planejamento agrícola, otimização de recursos naturais e a elaboração de políticas públicas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a distribuição de umidade relativa do ar e temperatura no município de Guarantã do Norte MT. Foi utilizado dados de estação meteorológica automática de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 2014 a 2019. O comportamento da umidade relativa do ar (UR) em Guarantã possui variações ao longo do ano e dos meses, de modo que, os períodos de junho a setembro possuem os menores índices de UR e uma amplitude térmica elevada. Com os meses de junho a agosto com as menores temperaturas variando em média 14,5 °C e agosto e setembro com os maiores registros com média de 38,3 °C. Tais condições, são alvo de atenção, já que possui implicações negativas na saúde da população e nos agroecossistemas da região.

Palavras-chave: Meteorologia; Clima; Amazônia; Variáveis Meteorológicas.

INTRODUÇÃO

Localizado no bioma Amazônico o município de Guarantã do Norte possui atividade econômica voltada a pecuária, sendo uma importante bacia leiteira na região, apresentando também alguns cultivos agrícolas, tendo o arroz a cultura mais relevante em 2007 (IBGE, 2019), desta forma, é bastante dependente das condições climáticas, em especial a umidade e temperatura.

O estudo sobre observações de dados meteorológicos de superfície é de fundamental importância para eficiência e efetividade nas tomadas de decisões, sobretudo, em agro ecossistemas. Haja vista que, os sistemas agrícolas são os mais dependentes das condições meteorológicas, em todos os aspectos, desde a o manejo do cultivo ao armazenamento e transporte (FIORIN; ROSS, 2015). Além disso, a temperatura e a umidade variam nos diferentes biomas presentes no estado de Mato Grosso (Amazônia, Cerrado e Pantanal). Na Amazônia por exemplo há altas temperaturas combinada com alta pluviosidade (RAMOS et al., 2017). De modo que, em um único dia pode haver variações com amplitude térmica superior a 10 °C, dependendo da época do ano e do tipo de cobertura do solo. Deste modo, os agros ecossistemas são profundamente afetados por tais condições.

Sabe-se as variáveis climáticas são cíclicas, devido aos movimentos de rotação da Terra. De modo que, compreender o regime destas variantes, reflete diretamente na relação homem e ambiente, possibilitando o melhor gerenciamento e minimizando os impactos ambientais. No que tange a agropecuária, o clima também possui fortes influências, de modo que, variáveis meteorológicas podem implicar em baixo desempenho produtivo e favorecimento de doenças e pragas. A umidade relativa do ar (UR) combinada com a temperatura por exemplo, afetam a atividade de voo de abelhas e outros artrópodes (SILVA; RAMALHO; ROSA, 2011), influenciando diretamente na polinização e no desenvolvimento de insetos pragas. Ainda sobre UR, a mesma influencia na reprodução de animais ovíparos, sendo um dos fatores que mais contribui na eclosão de ovos de galinhas (BARBOSA et al., 2015). Em suma as atividades agropecuárias possuem um forte vínculo com as variações meteorológicas e seus efeitos advindos de suas relações com o ambiente.

Em bovinos o estresse térmico aumenta à medida que a umidade e a temperatura ultrapassa a zona de conforto térmico, de modo a diminuir o sucesso produtivo (ALMEIDA et al., 2013). O mesmo acontece em granjas de perus e frangos (MENDES et al., 2010). Além disso, aliados a materiais particulados decorrentes de incêndios, contribui para maior probabilidade de doenças respiratórias humanas, principalmente em crianças e idosos (SILVA et al., 2013).

Diante disto, este trabalho tem por objetivo analisar a distribuição anual de umidade relativa do ar e temperatura no município de Guarantã do Norte a partir de série histórica de dados provida por estação meteorológica de superfície.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido utilizando base de dados meteorológico fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), cujos dados foram coletados no Município de Guarantã do Norte MT (Figura 1).

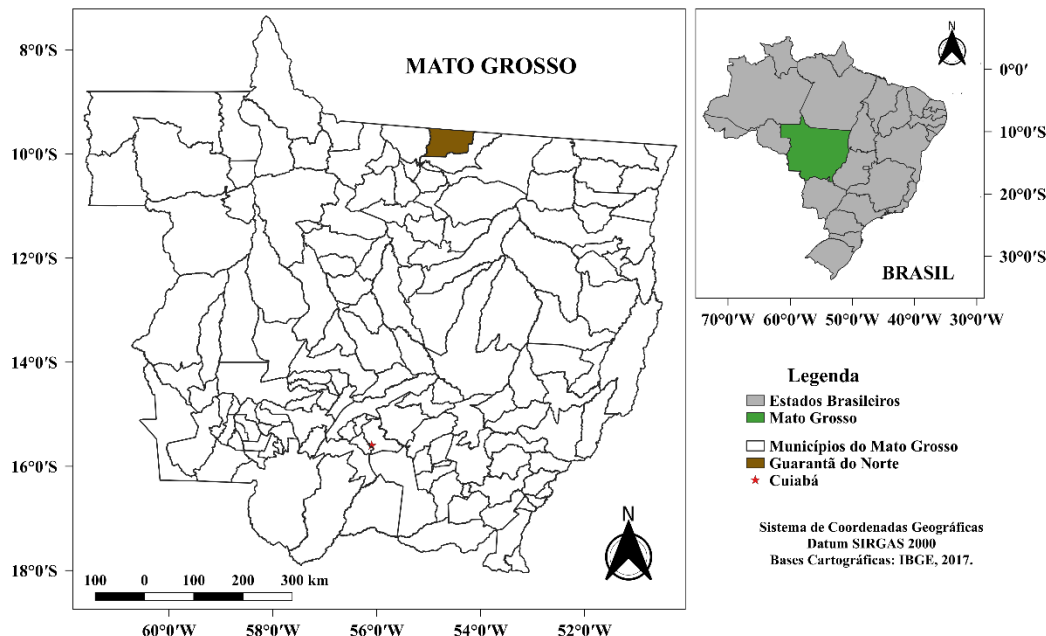


Figura 1 – Localização da área de estudo. Município de Guarantã do Norte MT. (Fonte: os autores).

O município está localizado na região Norte de Mato Grosso, fazendo limites com Matupá, Novo Mundo e o Sul do Pará. A região está contida no bioma Amazônico com uma área territorial de 4763,3 km², cujo relevo é o Planalto Residual Norte do Mato Grosso (IBGE, 2019).

Dados Meteorológicos

Foi utilizado dados de umidade relativa (UR) do ar e temperatura, coletados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na estação automática de superfície A906S na latitude 09° 57' S e longitude 54° 53' O, com altitude de 320 metros. Os dados estão inseridos em série histórica horária num período de 5 anos (2014 a 2019) com unidades de medidas em % para UR e °C para Temperaturas (Mínima, Média e Máxima).

Análise dos dados

Os dados foram submetidos a uma análise exploratória, visando a identificação de erros e valores ausentes, através da biblioteca Pandas na linguagem de programação Python, além do software Microsoft Excel. Na sequência, foi realizado as devidas correções na base e agrupamentos por mês e anos, por fim, avaliado as medidas de tendência central e amplitude das variáveis supracitadas.

No mês de julho de 2015 e 2016 houve lacunas na coleta dos dados, portanto este período não foi considerado para o estudo as variáveis de umidade relativa e de temperatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Guarantã do Norte a média diária de temperatura dos últimos 5 anos (2014 a 2019) é de 25,8 °C, sendo a máxima registrada de 40,1 °C e a mínima de 12,7 °C. Tais, extremos costumam ocorrer nos meses de setembro para temperatura máxima e nos meses de julho e agosto para temperatura mínima (Figura 2).

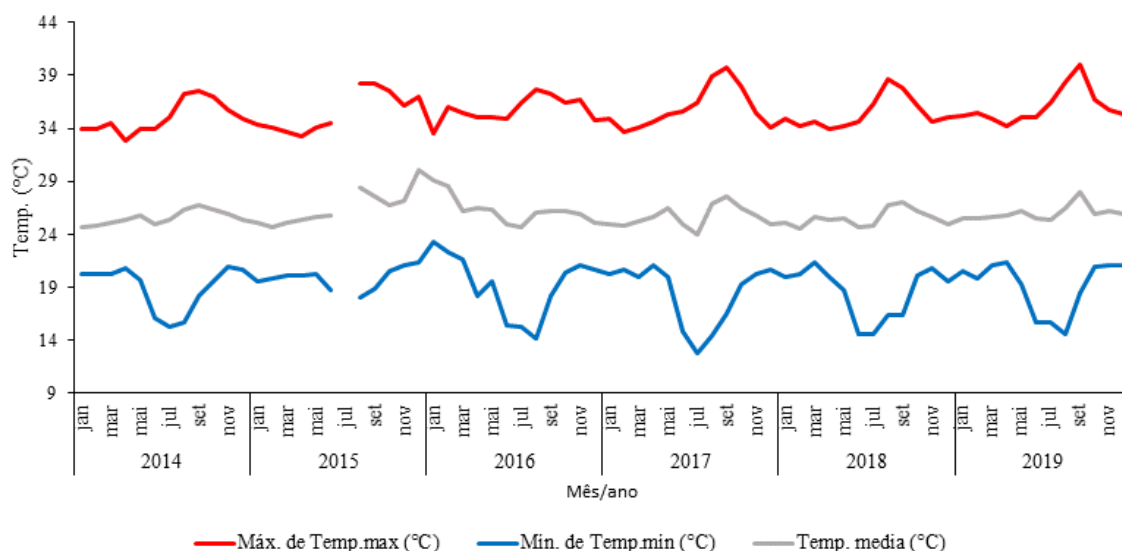
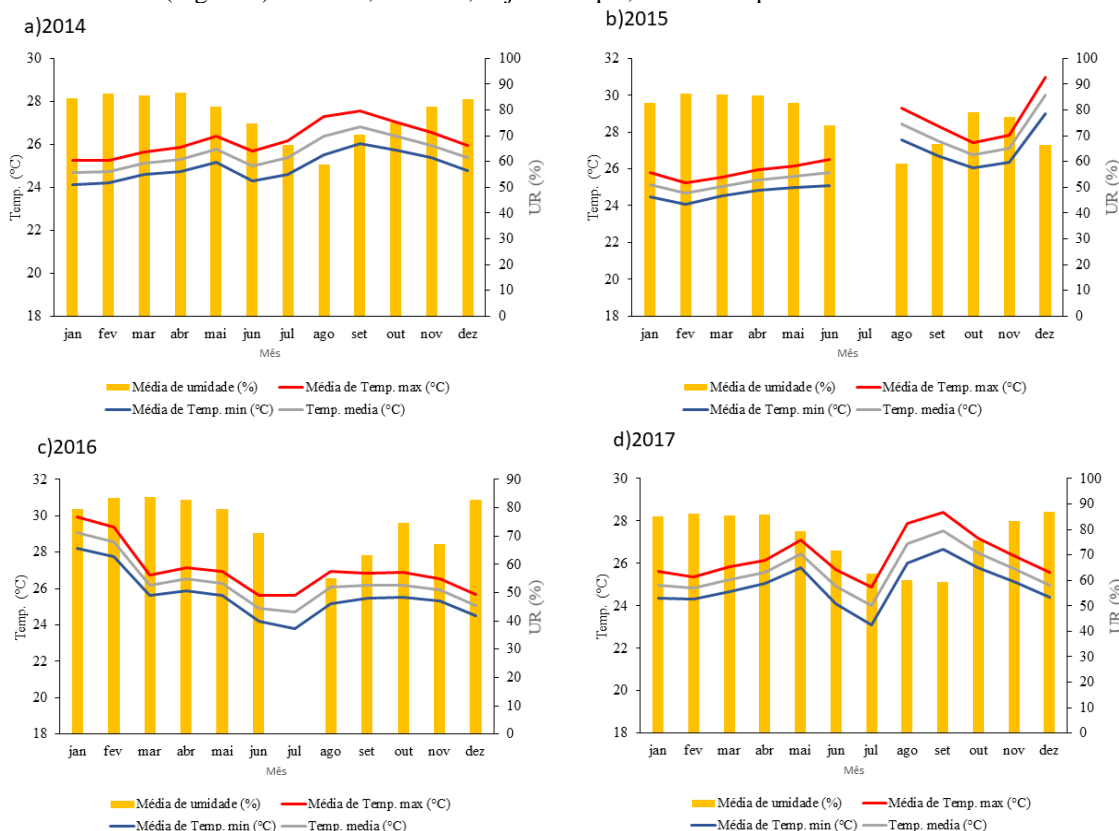


Figura 2 – Variabilidade da temperatura do ar máxima, mínima e média em Guarantã do Norte-MT. (Fonte: os autores).

A umidade relativa e a temperatura do ar foi distinta entre os anos analisados (Figura 3). No ano de 2017 houve a maior amplitude térmica (mês de agosto), já o ano com maiores médias de temperaturas foi dezembro de 2015 e janeiro e fevereiro de 2016. Em julho de 2015 e 2016 não houve registros de umidade para esta estação, no entanto, juntamente com os meses de agosto e setembro caracterizam-se por possuírem os menores índices nos anos. Nos meses de julho até meados de outubro é caracterizado por um período penoso envolvendo altas temperaturas e umidade relativa baixa (Figura 3). Tal fato, é crítico, haja vista que, aumenta a probabilidade de incêndios.



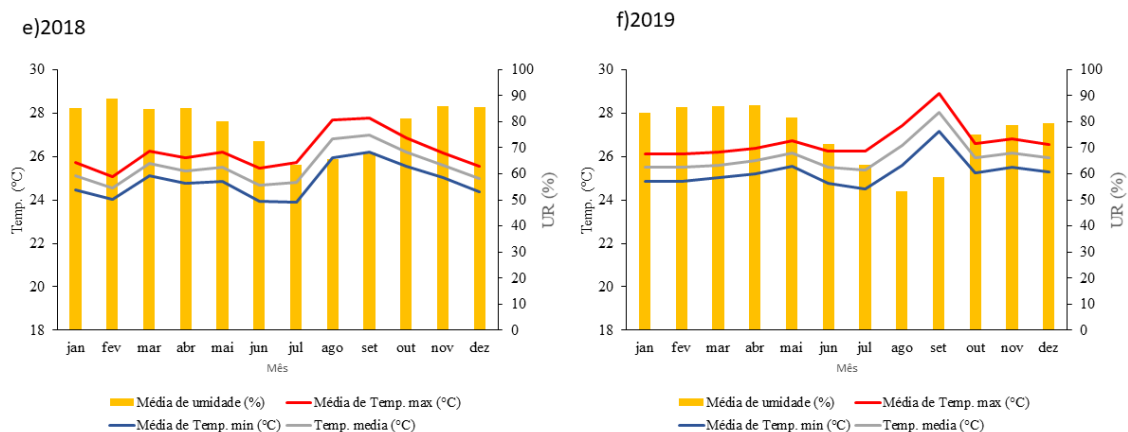


Figura 3 – Média de temperatura e umidade relativa do ar em Guarantã do Norte nos anos de 2014 (a), 2015 (b), 2016 (c), 2017 (d), 2018(e) e 2019 (f). (Fonte: os autores).

Na série histórica estudada, em 2017 houve a maior incidência de focos de incêndio em Guarantã do Norte com 229 registros (INPE, 2020). Outro sim, além da qualidade do ar fica comprometida, os incêndios são responsáveis por perdas econômicas diversas, tais como, morte de rebanho, destruição de pastagens e instalações, baixo rendimento nas atividades agropecuárias, doenças respiratórias além de estragos na biodiversidade.

Altas temperaturas implicam diretamente ao conforto térmico de animais, na pecuária leiteira por exemplo, afeta a produtividade, podendo haver reduções marcantes na produção de leite, em decorrência do estresse térmico (SILVA et al., 2010). O mesmo se aplica a pecuária de corte, a produtividade vai além do fator genético, onde o conforto térmico contribui diretamente para manejo e rendimento (FIORELLI et al., 2012). Portanto neste período, cabe aos pecuaristas avaliarem os níveis de conforto térmico de suas instalações, e ou investirem em sombreamento natural, haja vista que, afeta a dinâmica em nível de microclima. Em búfalos por exemplo, o sistema silvipastoril é indicado para melhorar o conforto térmico, a estrutura do solo, equilíbrio de microrganismos, entre outros (CASTRO et al., 2008).

Na Figura 4 pode-se observar a variabilidade na umidade relativa do ar mínima e temperatura máxima no município de Guarantã do Norte em 2017. No qual, os menores registros aconteceram nos meses de junho a outubro, com 9% de UR em setembro e um pico de temperatura com 39,7°C neste período.

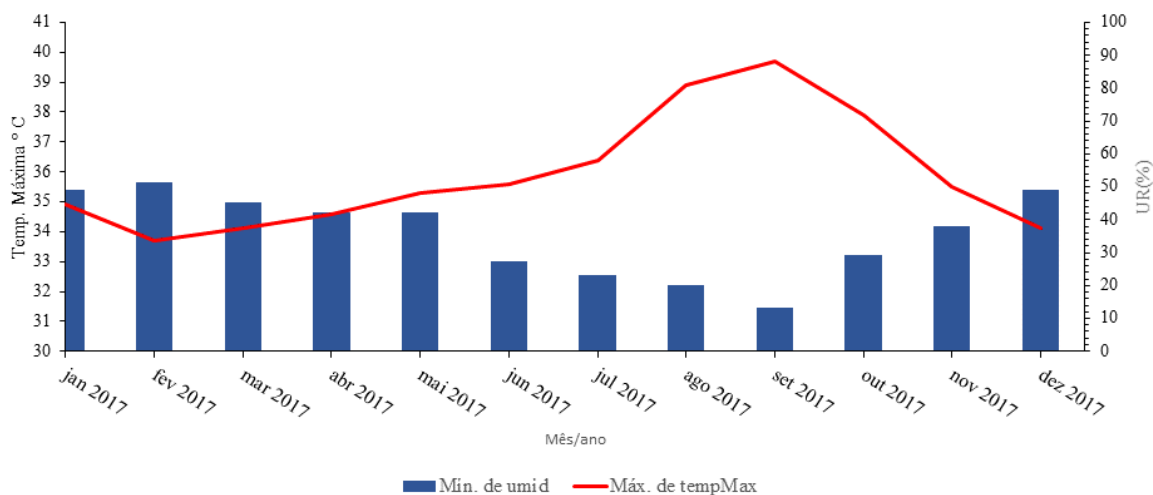


Figura 4 – Umidade relativa do ar mínima e temperatura máxima registradas em Guarantã do Norte em 2017. (Fonte: os autores).

Temperatura e UR afeta diretamente a saúde pública, de modo que, é necessário políticas públicas específicas para monitoramento da qualidade do ar em ambientes climatizados e com grande fluxo de pessoas, além de mecanismos para melhorar o microclima, principalmente em ambientes urbanos. Tendo em vista que essas variáveis são significativas para representar a incidência de infecção respiratória aguda em crianças menores de 2 anos (AZEVEDO et al., 2015). Em crianças em idade escolar, a presença de Rinite alérgica é maior nos períodos com baixa umidade relativa (NICOLUSSI et al., 2014), além de aumentar os casos de pneumonia e bronquite, e adicional de 37% a mais de internações por asma (CARVALHO; DANTAS; CARVALHO, 2016).

CONCLUSÃO

A Umidade relativa do ar nos meses de janeiro a junho variou em média de 98 a 43%, a partir de julho até setembro houve períodos críticos com registros mínimos 13 a 23%.

Junho a agosto apresenta os menores registros de temperatura variando em média 14,5 °C. Já os maiores registros distribuem-se entre agosto e setembro com média de 38,3 °C, respectivamente.

Os meses com maiores temperaturas e menor índices de umidade relativa do ar, devem ser alvo de atenção, salientando ao desenvolvimento de políticas públicas voltadas a prevenção de incêndios, climatização e umidificação de ambientes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. L. P. et al. Behavior, production and milk quality of Holstein-Gir cows under acclimatization in the corral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 8, p. 892–899, ago. 2013.

AZEVEDO, et al. Influência do clima na incidência de infecção respiratória aguda em crianças nos municípios de Campina Grande e Monteiro, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 30, n. 4, p. 467–477, 1 out. 2015.

BARBOSA, V. M. et al. Efeitos da umidade relativa do ar na incubação e da idade da matriz leve sobre a eclodibilidade, qualidade dos pintos recém-eclodidos e desempenho da progênie. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 3, p. 882–890, 2015.

CARVALHO, E. K. M. A. et al. Análise da influência entre as variáveis meteorológicas e doenças respiratórias na cidade de Campina Grande, PB. *Eletrônica* Ano. [s.l.: s.n.], 17 out. 2016.

CASTRO, A. C. et al. Sistema silvipastoril na Amazonia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de bufalos. *Ciencia Rural*, v. 38, n. 8, p. 2395–2403, 2008.

FIORELLI, J. et al. Thermal efficiency of fiber cement corrugated sheets applied to individual housing for calves exposed to sun and shade/Eficiencia termica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e a sombra. *Ciencia Rural*, v. 42, n. 1, p. 64–68, 1 jan. 2012.

FIORIN, T. T.; ROSS, M. D. *Climatologia Agrícola*. Santa Maria-RS: [s.n.], 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Agricultura e Pecuária de Guarantã do Norte. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/guaranta-do-norte/pesquisa/18/16459>>. Acesso em: 22 out. 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Banco de Dados de Queimadas. 2020. INPE - Programa Queimadas. Disponível em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>>. Acesso em: 25 out. 2020.

MENDES, A. S. et al. Temperaturas de acionamento de sistemas de climatização para perus em épocas de baixa umidade relativa do ar. *Engenharia Agrícola*, v. 30, n. 5, p. 788–798, 2010.

NICOLUSSI, F. H. et al. Air pollution and respiratory allergic diseases in schoolchildren. *Revista de Saude Publica*, v. 48, n. 2, p. 326–330, 2014.

RAMOS, H. C. et al. Precipitação e temperatura do ar para o estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 13, n. 0, p. 2237–8642, 2017.

SILVA, A. M. C. et al. Material particulado originario de queimadas e doencas respiratorias. *Revista de Saúde Pública*, v. 47, n. 2, p. 345–352, jun. 2013.

SILVA, T. G. F. et al. Climate change scenarios and their impacts on milk production in northeastern states of Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 8, p. 863–870, 2010.

SILVA, M.; RAMALHO, M.; ROSA, J. F. Why do the stingless bee *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae) forage at high relative air humidity? *Iheringia - Serie Zoologia*, v. 101, n. 1–2, p. 131–137, jun. 2011.

Área:
BIODIVERSIDADE

A CONECTIVIDADE FUNCIONAL DE DISPERSÃO DO QUEIXADA (*Tayassu pecari*) EM MATRIZ DE AGRICULTURA POSSIBILITA INVASÕES DE LAVOURAS.

Iago Manuelson dos Santos Luz¹, Tatiane Deoti Pelissari², Thaís Lourençoni³, Mendelson Guerreiro de Lima⁴

^{1,2,3} Mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta – MT, Brasil.

⁴ Professor adjunto, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta – MT, Brasil.
iagomanuelson@gmail.com

Área: Biodiversidade.

RESUMO

As fronteiras agrícolas no Brasil vêm sofrendo forte pressão pelo desmatamento. Neste cenário de mudanças do uso do solo, os processos de fragmentações florestais e perdas de habitats são constantes, de modo que alteram os padrões de atividades das espécies. Assim, algumas espécies passam a explorar áreas agrícolas em busca de alimento gerando uma relação conflituosa entre agricultores e animais devido às perdas que causam na produção. Este conflito está sendo considerado atualmente como uma das principais ameaças a determinadas espécies, como o queixada (*Tayassu pecari*). Devido essa situação de conflito procuramos por meio das métricas da paisagem identificar a taxa de conectividade funcional para dispersão do queixada entre os fragmentos de floresta e as lavouras, para utilizar como modelo preditivo de possíveis áreas a serem invadidas, objetivando orientar produtores quanto a essa possibilidade e evitar tais conflitos. Para isso, utilizamos dados de presença e ausência de queixadas em lavouras, adquiridos por meio de visitas às propriedades que cultivaram milho no ano safra 2018/19 em Alta floresta, Carlinda e Paranaíta no Estado de Mato Grosso. Com Software ArcGis, identificamos os fragmentos florestais e lavouras, para quantificar as taxas de conexões através do plugin Conefor Sensinode 2.6 utilizando o índice integral de conectividade (IIC). Nossos resultados apontaram invasões em áreas com até 300 metros de conexão. Assim, para que ocorra uma convivência pacífica entre agricultores e queixadas, basta que as lavouras sejam cultivadas a partir de 300 m dos fragmentos florestais mais próximos.

Palavras-chave: Métricas da paisagem; Espécie praga; Ataques; Áreas agrícolas.

1. INTRODUÇÃO

As fronteiras agrícolas brasileiras nos Domínios dos Cerrados e Amazônicos vêm sofrendo forte pressão de desmatamento para a implantação de lavouras e pastagens (ZALLES et al., 2018). Essa conversão de florestas em áreas para produção agrícola é considerada atualmente como uma das principais causas da perda de florestas tropicais (LAURANCE et al., 2014).

Nesse cenário de mudanças no uso do solo, os processos de fragmentação florestal e perda de habitat são frequentes e podem causar impactos negativos sob a biodiversidade que habita esses ambientes (HADDAD, 2015). Eles podem, por exemplo, influenciar na conectividade, que é um atributo ecológico que possibilita a dispersão e interação das espécies entre os remanescentes florestais (FAHRIG, 2003; HADDAD et al., 2015).

Deste modo, quando uma floresta é fragmentada, algumas espécies da fauna e flora tendem a desaparecer, enquanto outras se tornam mais abundantes. As espécies que se multiplicam em ambientes fragmentados, são aquelas com alta capacidade de dispersão entre os remanescentes florestais e exploração dos habitats matriz como as lavouras e pastagens (LAURENCE; VASCONCELOS, 2009).

Em alguns casos, essas espécies resilientes aos impactos da fragmentação florestal, passam a serem vistas como Espécies praga devido às explorações de lavouras. Um exemplo disso é o queixada (*Tayassu pecari*), considerado atualmente como espécie praga devido às invasões seguidas de danos em lavouras (JÁCOMO, 2004). No estado de Mato Grosso, por exemplo, agricultores relataram invasões em lavouras de milho durante todo o seu ciclo de cultivo por grupos de queixada com até 300 indivíduos, causando danos estimados em milhões de dólares anualmente (LIMA et al., 2019).

Esse desequilíbrio resulta em relações conflituosas entre agricultores e essa espécie, em total desconsideração às suas importâncias ecológicas como engenheiro de ecossistemas (BECK et al., 2010), dispersor de sementes (LAUZURE et al., 2010) e principal presa da onça pintada (*Panthera onca*) (SILVEIRA, 1999). Em Mato Grosso grupos inteiros são abatidos como medida de controle populacional em retaliação aos danos que causam (LIMA et al., 2019).

Até o presente, o queixada é considerado o maior causador de danos em áreas de cultivo (JÁCOMO, 2004), provavelmente por formarem os maiores grupos de mamíferos terrestres neotropicais (FRAGOSO, 1999). Em contrapartida, a perseguição em retaliação a esses danos é tida como a principal ameaça a essa espécie (JÁCOMO, 2004). Hoje a espécie se encontra classificada como vulnerável (VU) para o Brasil como um todo (KEUROGHLIAN et al., 2012).

Embasado nos prejuízos que causam e a crescente ameaça sob essa espécie, buscamos amenizar esse conflito, identificando potenciais áreas de invasões por meio da métrica das paisagens. Essa metodologia permite avaliar o grau de

conexão entre os fragmentos florestais de um determinado ambiente, identificar áreas de fragmentos florestais com maiores conexões entre si, o que proporciona a mobilidade das espécies em uma matriz de paisagem (SAURA et al., 2014). Deste modo, procuramos compreender qual taxa de conectividade possibilita a mobilidade do queixada em ambiente com matriz de agricultura.

Para essa questão, utilizamos dados de presença e ausência de queixada em lavouras de milho nos municípios de Carlinda, Alta Floresta e Paranaíta na região norte do estado de Mato Grosso, ao sul da Amazônia brasileira. Avaliamos as taxas de conexões em ambos os ambientes, considerando conectividade funcional para a dispersão do queixada, a taxa com maiores conexões entre si em ambientes com presença desse animal.

Assim, objetivamos com a pesquisa identificar a taxa de conectividade que permite a dispersão do queixada em matriz de agricultura para utilizar como modelo preditivo de possíveis áreas a serem invadidas por esse animal. Com isso, orientar produtores quanto à possibilidade de invasões, evitar tais conflitos, e correlacionar alta produtividade agrícola e preservação da biodiversidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - ÁREA DE ESTUDO

Realizamos este estudo em ambiente de matriz de agricultura nos municípios de Carlinda, Alta Floresta e Paranaíta, localizados na porção norte do estado de Mato Grosso, e porção sul do domínio Amazônico brasileiro (IBGE, 2020). Estes municípios apresentam clima classificado como Aw baseado na classificação de Wladimir Köppen (ALVARES et al., 2013) e possuem tipos de solos classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd) e Neossolos Quartzarênicos Órtico (RQo) (IBGE, 2020).

2.2 - COLETA DE DADOS

O presente estudo foi desenvolvido com dados de presença e ausência do queixada em lavouras de milho, Para isso, visitamos todas as fazendas que cultivaram milho no ano safra 2019/20, nos municípios de Carlinda, Alta Floresta e Paranaíta, para o registro de presença/ausência do queixada nas respectivas áreas de cultivo.

Durante as visitas coletamos coordenada Geográfica (UTM) por meio do GPS Garmin para localização da área cultivada. Através de entrevistas aos responsáveis das propriedades registramos área total da fazenda, área cultivada, presença/ausência de queixadas, perdas estimadas se ocorre a presença da espécie.

2.3 – ANÁLISES DE DADOS

A análise da conectividade funcional para a dispersão do queixada em matriz de agricultura foi baseada na Teoria dos Grafos. Um grafo é uma estrutura matemática representada por nós e ligações. Essa estrutura representa a paisagem como um modelo de malha espacial, onde cada nó representa um fragmento de floresta ou habitat, conectados por distâncias (ligações) que permitem a mobilidade das espécies na matriz da paisagem (URBAN; KEITT, 2001; PASCUAL-HORTAL; SAURA, 2006). Assim, esse método possibilita quantificar a importância individual de cada nó (fragmento) para a conectividade, podendo avaliar conexões que possibilitam a mobilidade de uma determinada espécie (MINOR; URBAN, 2007).

Para a avaliação da conectividade, adquirimos cenas digitais do sensor WPM (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura) acoplado ao satélite CBERS-04A (*China-Brazil Earth-Resources Satellite*) por meio da base de dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Para o município de Carlinda, utilizamos as cenas 218/125 e 218/126, para Alta Floresta cenas 218/125, 218/126, 219/125 e 219/126, para Paranaíta, utilizamos as cenas 219/125, 219/126 e 220/125. As cenas utilizadas são referentes aos dias julianos 198 (218/125, 218/126), 168 (2019/125, 219/126) e 219 (220/125) do ano de 2020.

Para análise da conectividade, inicialmente realizamos uma classificação supervisionada de uso do solo por meio da técnica de máxima verossimilhança, para classificar (distinguir) o uso do solo da paisagem estudada em áreas de floresta, lavoura, pastagem e água. Para isso, realizamos uma composição entre as bandas espectrais, banda 1 Blue, Banda 2 Green, Banda 3 Red para aquisição da imagem de cor real do ambiente. Em seguida, foram demarcadas as áreas de amostras referentes à floresta, lavoura, pastagem e água para classificação supervisionada de uso do solo.

Após a classificação supervisionada, as áreas referentes às florestas, lavouras, pastagens e água foram convertidas em polígonos (Raster to Polygon) e foram salvos os shapefile no software Arcgis 10.3. O shapefile referente às florestas foi selecionado para o cálculo de conectividade. Para quantificar os índices de conectividade em cada ambiente utilizamos o plugin Conefor Sensinode 2.6 (http://www.jennessent.com/arcgis/conefor_inputs.htm) no software Arcgis 10.3. O cálculo das distâncias euclidianas entre os nós (fragmentos) foi realizado de borda a borda entre os fragmentos (Calculate from Feature Edges).

Além disso, com a função Polyline Shapefile of Connection Lines, foi gerado um shapefile de linhas apresentando todas as conexões encontradas pelo Conefor a uma distância específica (conexão identificada como funcional para dispersão do queixada), a fim de observar se ocorreu a conexão entre a lavoura invadida e as bordas dos fragmentos.

A quantificação da conectividade funcional para o queixada foi realizada embasada no Índice Integral de Conectividade (IIC), O IIC é executado baseado na equação 1 (PASCUAL-HORTAL; SAURA, 2006).

$$(1) IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i \cdot a_j}{1 + nl_{ij}}}{A_L^2}$$

Em que, a_i e a_j representam toda a estrutura de cada nó (habitat), e nl_{ij} é o valor da distância entre cada nó i e j na matriz da paisagem. Cada nó i e j possui um valor de ID (identificação) específico, para que a distância euclidiana entre os nós i e j não sejam repetidas, assim, se a ferramenta já calculou a distância de i a j , ela não recalculará a distância de j a i .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nós analisamos a conectividade entre fragmentos de floresta nas bordas de 33 fazendas que cultivaram milho na safra 2018/19. Deste total, houve relatos de invasões na cultura em 21 propriedades e 12 delas não foram visitadas pelos queixadas. Para as fazendas com invasões, registramos a maior taxa de conectividade a 100 metros, que representou 12,4% (7206) das conexões entre os fragmentos analisados (Figura 1).

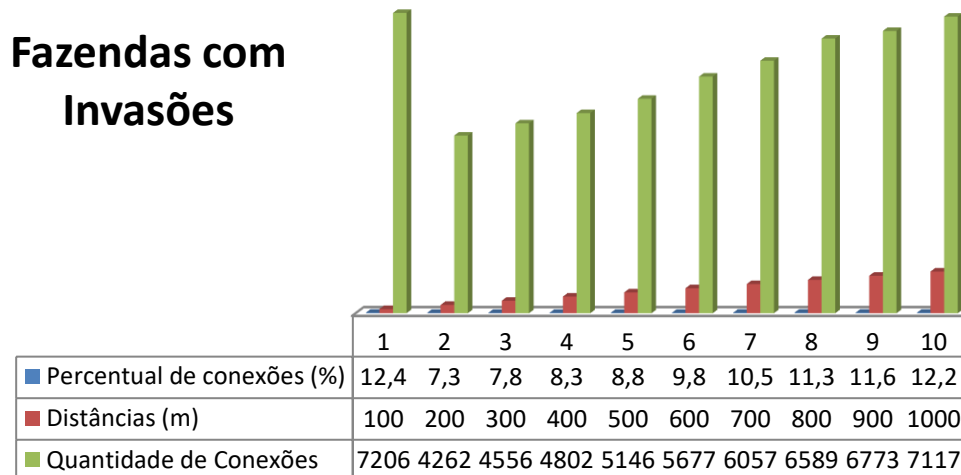


Figura 1: Taxas de conexões entre os fragmentos de florestas com as bordas das lavouras onde houve a presença dos queixadas. (Fonte: O autor).

Isso sugere uma taxa de conectividade funcional para dispersão do queixada a 100 m, o que possibilitou as invasões das lavouras. Já para as fazendas sem invasões de queixadas, registramos a maior taxa de conexão entre os fragmentos de florestas com as bordas das lavouras a 1000 e 900 m, que representaram 13,3% (2196) e 12,3% (2037) das conexões (Figura 2).

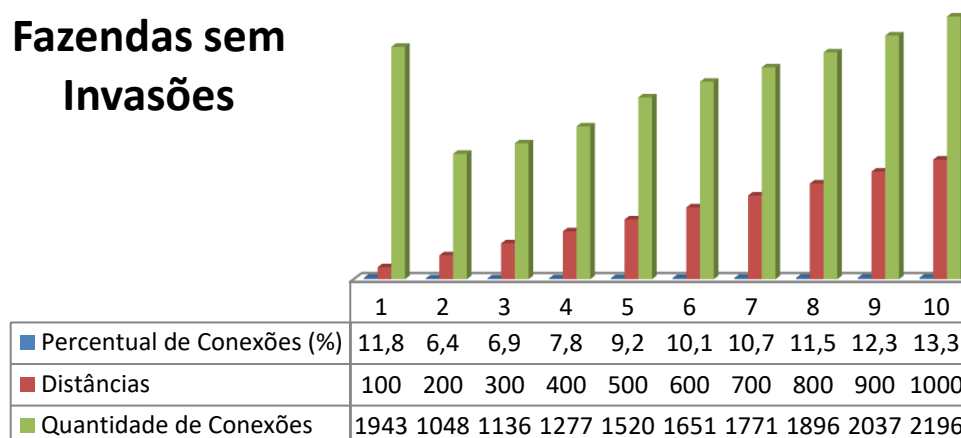


Figura 2: Taxas de conexões entre os fragmentos de florestas com as bordas das lavouras sem a presença de queixadas. (Fonte: O autor).

Assim, registramos uma taxa de conectividade não funcional para a dispersão do queixada entre 900 e 1000 m, já que essas foram as maiores taxas de conexões em ambientes sem a presença desse animal. Mesmo que as conexões a 100 m representaram a terceira maior taxa (11,8%) de conectividade nessas áreas sem invasões, nesse ambiente elas não possibilitaram invasões por ocorrerem distantes, e não se conectarem diretamente às lavouras (Figura 3 F).

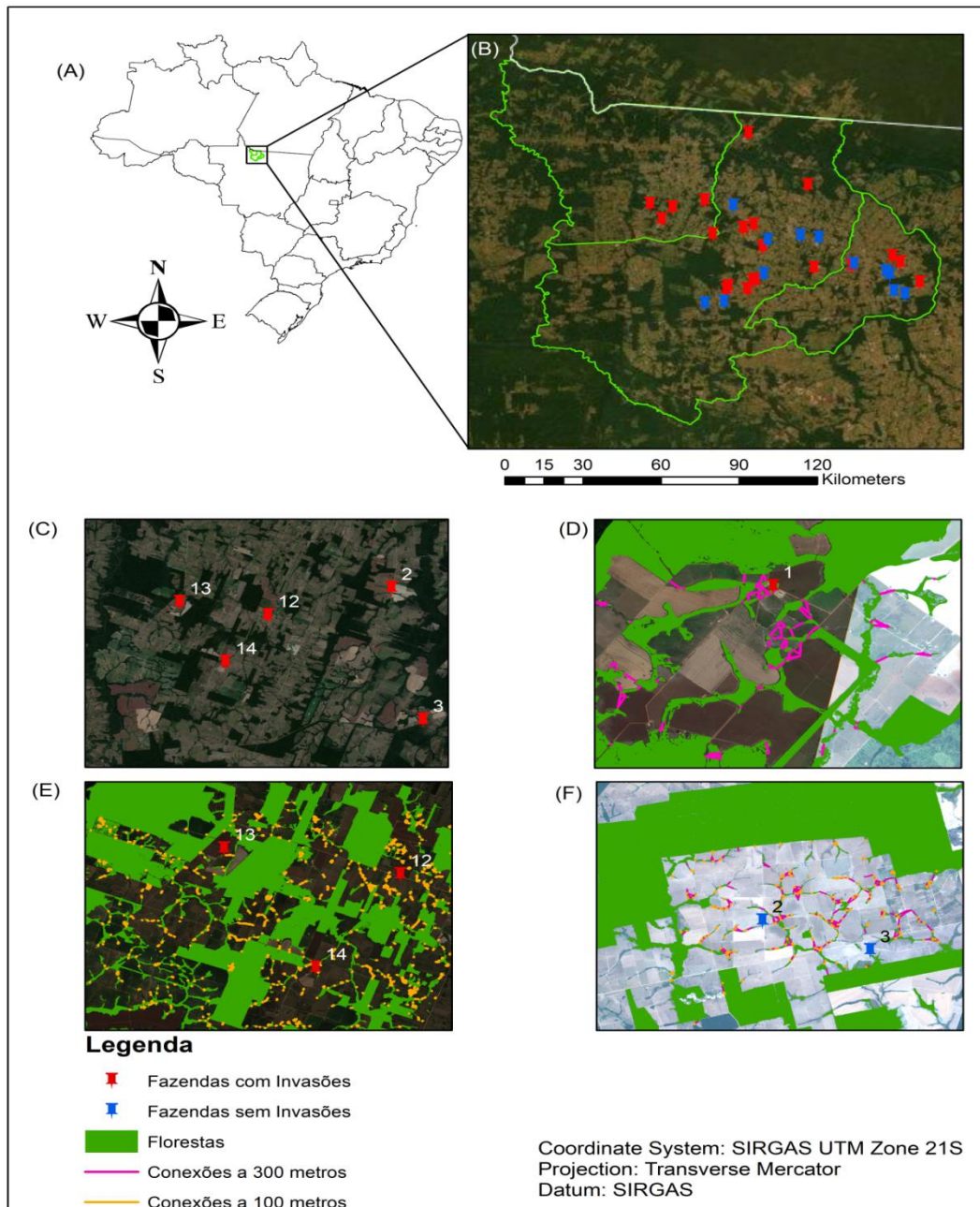


Figura 3: Apresentação de algumas fazendas estudadas, quanto à presença e ausência do queixada nessas áreas. (A) Localização geral do ambiente de estudo em escala nacional (Brasil); (B) Áreas de estudo, Paranaíta, Alta Floresta e Carlinda (Estado de Mato grosso); (C) Fazendas com invasões, e demonstração da alta presença de fragmentos de florestas nas bordas das lavouras; (D) Fazenda com invasões possibilitadas por conectividade a 300 m; (E) Fazendas invadidas, fragmentos de florestas e conexões entre estes fragmentos que possibilitaram as invasões; (F) Fazendas sem invasões e conexões que impossibilitaram as invasões. (Fonte: O autor).

Assim, observamos que as invasões de lavouras estão associadas à alta presença de fragmentos de florestas próximos de suas bordas, como é apresentado na figura três (C e E), em que todas as fazendas (2, 3, 12, 13 e 14) próximas a fragmentos florestais tiveram registros de invasões. Porém, em situação única (Figura 3 D), registramos uma fazenda invadida a uma taxa de conectividade de 300 m, o que sugere que até essa distância é possível a mobilidade do queixada. Já as fazendas dois e três, apesar de estarem rodeadas por grandes fragmentos de matas nativas, não tiveram invasões (Figura 3 F). Isso graças à baixa taxa de conexão entre 100 e 300 m no ambiente, além de que as poucas conexões presentes não conectaram os fragmentos florestais com as áreas de cultivo.

As invasões de lavouras podem ser evitadas se cultivadas distantes das florestas e nossos resultados apontam como a distância mais segura a partir de 900 m. Essas invasões que resultaram em perdas na produção e conflitos entre produtores e a fauna local são possibilitadas pela conexão entre as lavouras e florestas, onde registramos invasões em até 300 m de conectividade.

No entanto, estudos anteriores e relatórios anedóticos sobre o uso de habitats por queixada são contraditórios. Enquanto alguns mostram que o queixada é morador e vive restrito aos fragmentos de florestas (CARRILLO et al., 2002; KEUROGHLIAN et al., 2004; REYNA-HURTADO et al., 2009), outros resultados (De ALMEIDA JÁCOMO et al., 2013; LIMA et al., 2019) nos mostram que esse animal sai das florestas e explora as áreas de cultivos, principalmente quando ocupada pelo cultivo de milho.

Entretanto, os estudos que sugerem que o queixada é morador de florestas foram realizados em ambientes com grande extensão de florestas contínuas. Aqui, evidenciamos que o comportamento e padrão de atividade do queixada é alterado e influenciado pela fragmentação de florestas e perda de habitat, já que nesses ambientes de agricultura esse animal deixa as florestas e explora as áreas agrícolas, como evidenciado por De Almeida Jácomo et al., (2013) e Lima et al., (2019).

Um trabalho anterior que monitorou o padrão de atividade de oito grupos de queixadas em ambientes de agricultura, por meio de rastreamento por GPS em rádio colar, mostrou que os grupos evitam cruzar lavouras e a maior parte deles se restringiu a um ou dois fragmentos de floresta. Além disso, mais de 80% das localizações de GPS foram registradas em áreas de florestas e as localizações em áreas agrícolas estavam sempre próximas às florestas (JORGE et al., 2020).

Isso nos mostra que o queixada é um morador das florestas e só explora as áreas agrícolas quando se encontram em ambiente muito fragmentado, e próximo a esses fragmentos. Resultados de Jorge et al., (2020) por exemplo, mostraram que o queixada possui preferência por fragmentos maiores que 20 km² e evitam cruzar áreas agrícolas, sendo necessária uma maior conectividade entre os remanescentes florestais para favorecer a permanência e sobrevivência da espécie.

Outras observações de grupos de queixada em ambiente de agricultura mostram que eles sempre se encontram próximas às bordas dos fragmentos de floresta (OSHIMA, 2019). Isso se correlaciona com nossos resultados, pois, as invasões de lavouras foram registradas somente em fazendas próximas às florestas.

CONCLUSÃO

Em um cenário ideal onde se buscasse uma convivência pacífica entre os agricultores e os queixadas bastaria que as culturas fossem implantadas a partir de uma distância mínima de 300 metros das bordas dos fragmentos florestais. Obviamente que esta medida não seria bem recebida pelos agricultores pela extensão de perda de área agricultável e os conflitos persistirão.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. v.22, n.6, 2013.
- BECK, H.; THEBPANYA, P.; FILIAGGI, M. Do Neotropical peccary species (Tayassuidae) function as ecosystem engineers for anurans? *Journal of Tropical Ecology*. v.26, p.407-414, 2010.
- CARRILLO, E.; SAENZ, J.C.; FULLER, T. K. Movements and activities of white-lipped peccaries in Corcovado National Park, Costa Rica. *Biological Conservation*, v.108, p.317-324. 2002.
- ALMEIDA JÁCOMO, A. T. et al. Whitelipped peccary home-range size in a protected area and farmland in the central Brazilian grasslands. *Journal of Mammalogy*, v.94, p.137-145, 2013.
- FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v.34, n.1, p.487-515, 2003.
- FRAGOSO, J.M.V. Perception of scale and resource partitioning by peccaries: behavioral causes and ecological implications. *Journal of Mammalogy*, v.80, n.3, p.993-1003, 1999.
- HADDAD, N.M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*. v,1, n.2, 2015.
- IBGE-2020. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>. Acesso em 03 ago. 2020.
- JÁCOMO, A. T. A. Ecologia Manejo e Conservação do Queixada (Tayassu pecari) No Parque Nacional das Emas e Em Propriedades Rurais de seu Entorno. 2004. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade de Brasília – D.F. 2004
- JORGE, M.L.S.P. et al. Permeability of Neotropical agricultural lands to a key native ungulate–Are well-connected forests important? *Biotropica*. v.1, n.12, 2020.

- KEUROGHLIAN, A.; EATON, D.P.; LONGLAND, W.S. Area use by whitelipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. *Biological Conservation*, v.120, p.415-429. 2004.
- KEUROGHLIAN, A. et al. Avaliação do risco de extinção do queixada *Tayassu pecari* (Link,1795) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* v.1, p.84-102, 2012.
- LAURENCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecol. Bras.*, v.13, n.3, P.434-451, 2009.
- LAURANCE, W.F.; SAYER, J.; CASSMAN, K.G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology & Evolution*, v.29, n.2, p.107-116. 2014.
- LAZURE, L. et al. Fate of native and introduced seeds consumed by captive white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari*, Link 1795 and *Pecari tajacu*, Linnaeus 1758) in the Atlantic rainforest, Brazil. *Braz. J. Biol.*, v.70, n.1, p. 47-53. 2010.
- LIMA, M.G. et al. The paradoxical situation of the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) in the state of Mato Grosso, *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.17, p.36-39, 2019.
- MINOR, E. S.; URBAN, D. L. Graph Theory As a Proxy for Spatially Explicit Population Models in Conservation Planning. *Ecological Applications*, v.17, n.6, p.1771-1782, 2007.
- OSHIMA, J. Movement ecology and spatial distribution of a large herbivore in heterogeneous tropical landscapes. Rio Claro, SP, BrazilState University of Sao Paulo. 2019.
- PASCUAL-HORTAL, L.; SAURA, S. Comparison and development of new graphbased landscape connectivity indices: Towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, v.21, n.7, p.959-967, 2006.
- REYNA-HURTADO, R.; ROJAS-FLORES, E.; TANNE, G. W. Home Range and Habitat Preferences of White-Lipped Peccaries (*Tayassu pecari*) in Calakmul, Campeche, Mexico. *Journal of Mammalogy*, v.90, n.5. p.1199-1209, 2009.
- SAURA, S.; BODIN, O.; FORTIN, M.J. Stepping stones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through habitat networks. Editor's choice: *Journal of Applied Ecology*, v.51, n.1, p.171-182, 2014.
- SILVEIRA, L. Ecologia e conservação da comunidade de carnívoros do Parque Nacional das Emas, GO. Universidade Federal de Goiás. 1999
- URBAN, D.; KEITT, T. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. *Ecology*, v.82, n.5, p.1205-1218, 2001.
- ZALLES, V. et al. Near doubling of Brazil's intensive row crop area since 2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018.

ADOLESCÊNCIA MARCADA: UM ESTUDO SOBRE ANÉIS ETÁRIOS EM JUVENIS DO PEIXE MATRINXÃ, RIO TELES PIRES-MT

Aline Pereira da Silva¹, Alan Pinho Monteiro¹, Anne Sthephane Arrolho Silva Correa², Solange Ap^a. Arrolho da Silva¹, Liliane Stédile de Matos¹

¹Universidade Estadual de Mato Grosso - UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias – FACBA, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

E-mail: aline_ps_ap@hotmail.com

²Universidade Estadual de Mato Grosso - UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Genética e Melhoramento de Plantas, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Biodiversidade

RESUMO

Estudos sobre idade e crescimento de peixes são necessários para embasar manejos pesqueiros e ainda contribuem para o conhecimento da ecologia populacional das espécies de peixes. O objetivo do presente estudo é comparar a clareza na leitura de anéis etários em escamas e vértebras do peixe *Brycon falcatus* (MÜLLER; TROSCHER, 1844) no rio Teles Pires. As coletas dos espécimes ocorreram entre os anos 2013 e 2016, foram realizadas biometrias e retirada escamas e vértebras, ambas estruturas foram preparadas para leitura dos anéis etários. Cada escama/vértebra foi pontuada pela clareza na leitura dos anéis em uma escala de cinco pontos (excelente, bom, aceitável, pobre, praticamente ilegível). Foi calculado erro percentual médio (EPM), para medir a precisão da contagem da idade entre escamas e vértebras. Foram analisados 39 indivíduos juvenis de *B. falcatus*, as leituras realizadas em cada estrutura mostraram clareza aceitável na observação dos anéis e baixos valores de EPM. As escamas apresentaram menores erros (EPM=3,99) do que as vértebras (EPM=6,55), mas as vértebras apresentaram maior clareza na observação dos anéis etários. As idades estimadas por meio das escamas e vértebras não diferiram significativamente ($p=0,158$). A partir dos resultados apresentados e a literatura consultada, concluímos que as vértebras de juvenis de *B. falcatus* no rio Teles Pires apresentam maior clareza e são mais confiáveis para estudos de idade e crescimento da referida espécie.

Palavras-chave: Amazônia Meridional; bacia do Tapajós; *Brycon falcatus*; idade e crescimento; recursos pesqueiros.

INTRODUÇÃO

Brycon (Bryconinae, Characidae) é considerado um dos gêneros mais ricos em espécies em sua família, compreendendo cerca de 40 espécies (HOWES, 1982; LIMA, 2003). É um grupo de peixes de grande importância comercial na pesca extrativa e esportiva, bem como na piscicultura (LIMA, 2003; BEGOSSI, BRAGA, 1992). As espécies do gênero *Brycon* são reofílicas, vivem em cardumes, e possuem dieta onívora, alimentando-se principalmente de frutas, sementes e insetos (BORGES, 1986, ALBRECHT et al., 2009, MATOS et al., 2016). *Brycon falcatus* (MÜLLER; TROSCHER, 1844), popularmente conhecida como matrinxã, é uma espécie migradora que ocorre nas bacias hidrográficas das Guianas, Suriname, Amazonas, Orinoco e Araguaia-Tocantins.

Existem vários estudos sobre idade e crescimento para peixes do gênero *Brycon*: *Brycon microlepis* no rio Cuiabá (MATEUS, ESTUPINÁN, 2002); *Brycon cephalus* no rio Negro (VILLACORTA-CORREA, 1987); *Brycon opalinus* em rios do Parque Estadual da Serra do Mar (GOMIERO et al., 2007); *Brycon amazonicus* no rio Purus, rio Madeira, Baixo e Médio rio Solimões (SANTOS-FILHO, BATISTA, 2009), *Brycon falcatus* no rio Guaporé (RUBIO et al., 2013). Entretanto, para o *Brycon falcatus* na bacia do rio Teles Pires ainda não existem dados de estudos de idade e crescimento. A definição da idade e crescimento são parâmetros indispensáveis para o embasamento de projetos de manejos de estoques pesqueiros (FERREIRA, RUSS, 1994), e ainda contribuem para estudos de ecologia populacional das espécies de peixes, principalmente as ameaçadas de extinção.

O padrão de crescimento de um peixe pode variar devido as mudanças no seu metabolismo (NIKOLSKY, 1963). Este padrão pode ser observado nos anéis de crescimento impressos em várias estruturas rígidas como: escamas, otólitos, vértebras, ossos operculares e espinhos das nadadeiras (VAZZOLER, 1981). Nestas estruturas formam-se zonas opacas e translúcidas, decorrentes da deposição diferenciada de carbonato de cálcio sobre uma base orgânica durante períodos de crescimento rápido e lento, devido aos ciclos sazonais (CAMPANA, 1984), alimentação e ciclos reprodutivos (BECKMAN, WILSON, 1995). Existem estudos que demonstram a existência das marcas bem contrastadas em estruturas rígidas de peixes na bacia Amazônica (VILLACORTA-CORREA, 1987; CUTRIM, BATISTA, 2005; ARANTES et al., 2010; HAUSER et al., 2018).

No rio Teles Pires pertencente a bacia Amazônica, diante do quadro atual de atividades antrópicas, espécies de peixes migradores estão com sua distribuição ameaçada (MATOS et al., 2020). A integridade ambiental do rio Teles Pires e de seus pequenos afluentes está comprometida pois foram instaladas quatro usinas hidrelétricas em sistema de cascata, transformando um sistema lótico em lântico. Estes empreendimentos certamente irão se sobrepor e interagir com as atividades econômicas (ex. agricultura, pecuária, garimpo) realizadas na região, que poderá aumentar o impacto na ictiofauna (MATOS et al., 2020; MATOS et al., *no prelo*). Soma-se a esta problemática a ausência de estudos sobre idade

e crescimento dos peixes migradores da bacia do rio Teles Pires para embasar a legislação no tocante a necessidade de manejo em seus recursos pesqueiros. Diante disso, buscando contribuir para estudos de parâmetros de crescimento, o objetivo do presente estudo é comparar a clareza na leitura de anéis etários em escamas e vértebras do peixe *Brycon falcatus* no rio Teles, para determinar uma destas estruturas no uso de estudos de idade e crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas de janeiro/2013 a setembro/2016 na bacia do Rio Teles Pires (Mato Grosso), um dos principais tributários do Rio Tapajós (Amazônia Brasileira). O ponto amostral foi o Rio Teles Pires, na área de influência da Usina Hidrelétrica de Colíder (<https://www.copel.com/uhocolider/>) entre os municípios de Colíder e Itaúba, onde são práticas comuns o desmatamento, garimpo, agropecuária, despejo de efluentes de curtume, agricultura e atualmente usinas hidrelétricas (Figura 1). Para as capturas dos peixes foram utilizadas redes de arrasto, redes de espera, tarrafas e varas com molinete. Após as capturas, os peixes foram eutanasiados com Eugenol® respeitando as leis do conselho de ética de trabalho com animais (VIDAL et al., 2008), depois submersos em gelo e acondicionados em sacos plásticos. No Laboratório de Ictiologia da Amazônia Meridional, para cada espécime, foram obtidos dados do comprimento padrão (mm) e peso(g), e retiradas escamas e vértebras para posterior análise. A preparação das escamas foi feita de acordo com a metodologia de Vazzoler (1981). Para a preparação e coloração das vértebras foi utilizado a técnica da hiper-oxidação e descalcificação química descrita por Pérez e Fabr  (2003).

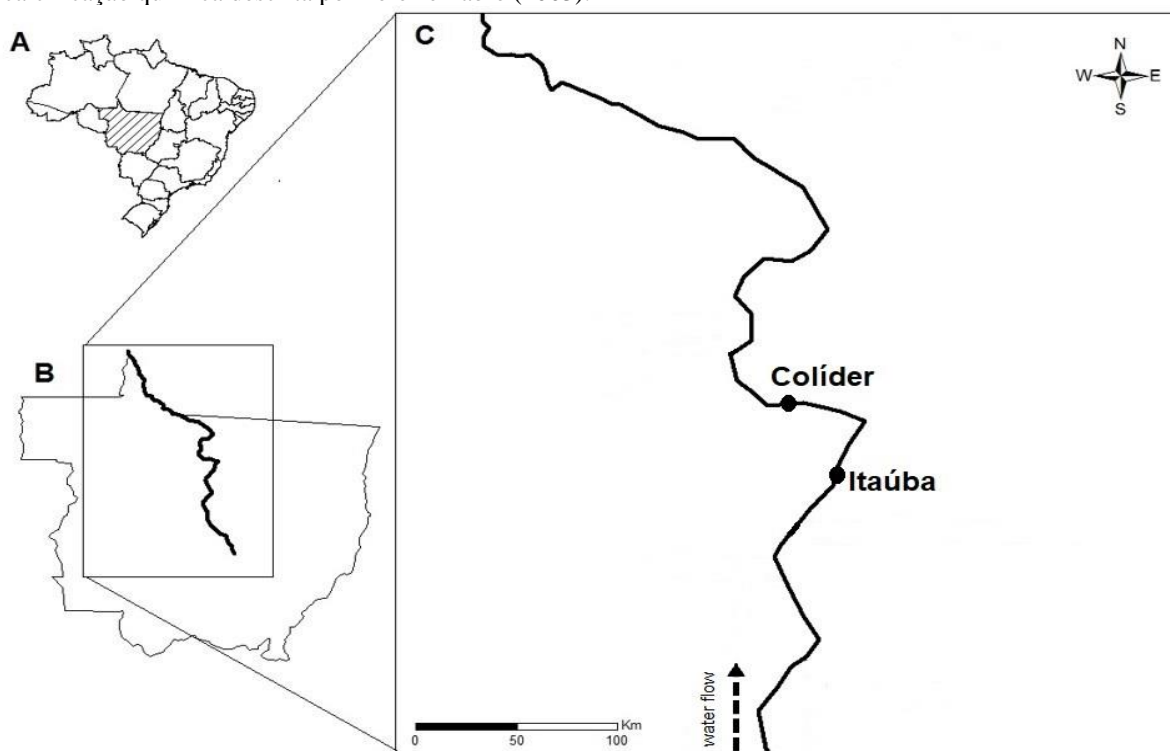


Figura 1 - A. Mapa do Brasil. B. Mapa do estado de Mato Grosso destacando a bacia do Rio Teles Pires. C. Área de estudo indicando a região dos locais de coleta (círculos pretos), municípios de Itaúba (11°14'6,36"S e 55°27'6,3"O) e Colíder (10°59'4,49"S e 55°49'25,51"O). (Fonte: Matos, L.S., 2020).

Foram contados os anéis etários de escamas e vértebras sem informação prévia sobre tamanho ou data de captura (Figura 2). Cada escama e vértebra foi analisada 2 vezes pelo mesmo leitor após um tempo considerável (30 dias), sendo pontuados pela clareza na leitura dos anéis etários em uma escala de cinco pontos: 1, excelente; 2, bom; 3, aceitável (alguns anéis não eram claros, ou pouca incerteza na distinção de anéis "verdadeiros"); 4, pobre (devido a alguns anéis não estarem claramente definidos contagens alternativas eram possíveis); 5, praticamente ilegível (PAUL; HORN 2009). Também foi calculado erro percentual médio (EPM), conforme descrito por Beamish e Fournier (1981) para medir a precisão da contagem da idade entre escamas e vértebras. A equação utilizada para calcular EPM:

$$EPM = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \left[\frac{|X_{i,j} - X_j|}{X_j} \right] \right]$$

Onde, EPM = Erro percentual médio; n = número de otólitos/escamas; r = número total de leituras; X_{ij} = número de anéis no otólito/escama j na leitura i; X_j = número médio de anéis em r leituras.

A média de idade de leitura de cada estrutura foi submetida à análise de variância (ANOVA), seguida por comparações pareadas post hoc de Tukey, para explicar se as leituras das estruturas mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$). Tais análises foram realizadas utilizando o Software Estatístico R v.4.0.2 (R Core Team, 2020).

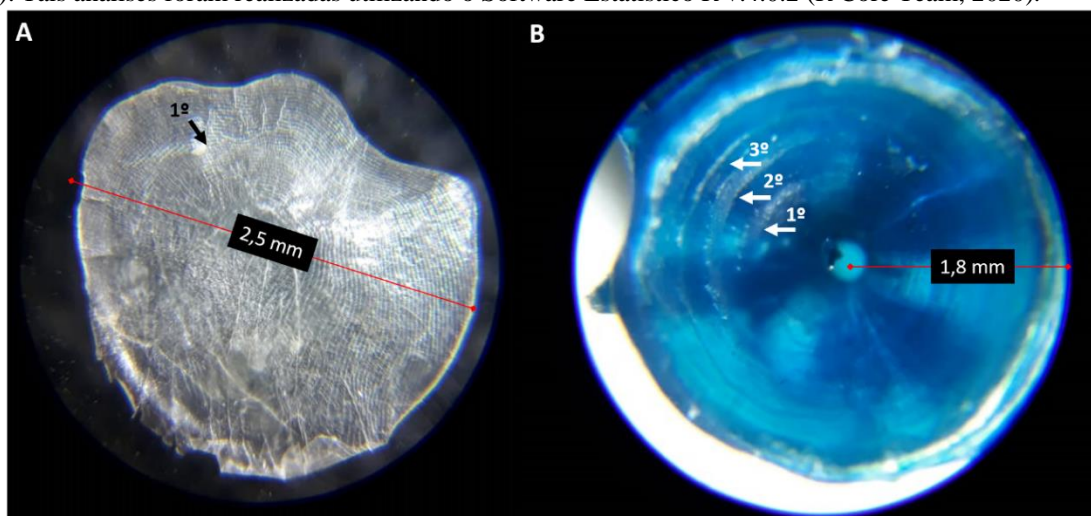


Figura 2 - Exemplo de leitura dos anéis de crescimento observados em escama (A) e vértebra (B) de juvenis de *Brycon falcatus* coletados no rio Teles Pires entre 2013 e 2016. (Fonte: Matos, L. S., 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 39 exemplares de juvenis de *Brycon falcatus* coletados no rio Teles Pires, com o peso médio 58,2 g (9,12g - 220,0g) e comprimento padrão médio 124,6 mm (70,0mm - 200,0mm) (Figura 3). As leituras realizadas em cada estrutura mostraram bastante clareza na observação dos anéis e baixos valores de erro percentual médio (EPM). Entretanto as vértebras apresentaram maior clareza na observação dos anéis, e as escamas apresentaram menor erro entre a primeira e segunda leitura dos anéis (Tabela 1). As idades estimadas por meio das escamas e vértebras não diferiram significativamente ($p < 0,05$), as duas estruturas apresentaram padrões semelhantes de marcas de crescimento (Tabela 1; Figura 3).

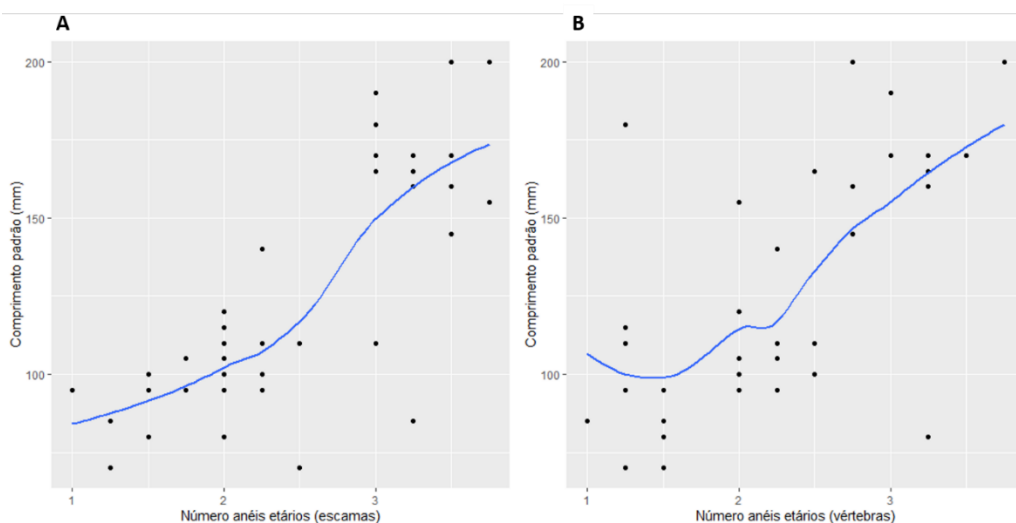


Figura 3 - Relação entre o comprimento padrão (mm) e o anéis etários observados em escama (A) e vértebra (B) de juvenis de *Brycon falcatus* coletados no rio Teles Pires entre 2013 e 2016. (Fonte: Matos, L.S., 2020).

Tabela 1.- Distribuição da escala de clareza, comparação entre os valores médios da idade estimada e erro percentual médio (EPM) para vértebras e escamas de juvenis de *Brycon falcatus* coletados no rio Teles Pires entre 2013 e 2016. ($n = 39$)

Estrutura	Escala de clareza na leitura					Idade média (anos)	EPM (%)
	1	2	3	4	5		
Vértebras	0	0	52%	48%	0	$2,23 \pm 0,73^a$	6,55
Escamas	0	0	10%	89,7%	0,3%	$2,48 \pm 0,77^a$	3,99

Letras iguais dentro da mesma coluna indicam que não houve diferença estatística ($p = 0,158$, ANOVA). (Fonte: Matos, L. S., 2020).

No presente estudo, as escamas apresentaram menor erro percentual do que as vértebras, mas devido a possíveis problemas associados à leitura de anéis etários em escamas, pesquisadores indicam que seu uso deve ser cauteloso (CAMPANA; THORROLD 2001). Analisando a idade do peixe curimba (*Prochilodus lineatus*) na bacia do rio Paraná Santana (2013) concluiu que escamas subestimam a idade. O único estudo abordando idade e crescimento do peixe *B. falcatus* utilizou escamas como estrutura rígida e capturou indivíduos acima de 210 mm no rio Guaporé (RUBIO et al., 2013), não representando a classe de tamanho do presente estudo com indivíduos abaixo de 200 mm. Estima-se que em regiões temperadas o crescimento de peixes seja regulado devido a temperatura, e nas regiões tropicais o crescimento se limita devido a fatores restritivos (BOUJARD et al., 1991). Na bacia Amazônica, provavelmente o surgimento de anéis de crescimento em peixes seja devido ao ciclo anual de seca e cheia, que tem influência direta na disponibilidade de alimento, bem como no acúmulo de minerais nessas estruturas rígidas (RUBIO et al., 2013).

Para determinação da idade em peixes a estrutura mais confiável é o otólito, pois ele continua a crescer com o aumento da idade do peixe, sendo a estrutura mais indicada para characiformes (GAGLIANO; MCCORMICK, 2004). Entretanto, o processamento dos otólitos para corte e leitura dos anéis etários necessita do uso de equipamento e materiais de alto custo quando comparado à vértebras e escamas. Em um estudo com um peixe characiforme na China comparando a formação de anéis em vértebras, otólitos e opérculos Ma et al. (2017) concluíram que a exatidão em vértebras e otólitos foram similares. Para Pérez e Fabrè (2003) entre vértebras, otólitos e opérculos, a exatidão na observação de anéis etários foi maior nas vértebras. Tendo em vista a urgência em estudos de idade e crescimento de peixes migradores na bacia do rio Teles Pires e a problemática da falta de recursos financeiros para estudos com otólitos, é necessária a indicação de uma estrutura calcificada (vértebras ou escamas no caso do peixe matrinxã) de fácil processamento e baixo custo para tais estudos. No presente estudo escamas e vértebras não apresentaram diferença significativa no número de anéis etários, mas as vértebras apresentaram maior clareza na observação.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados e a literatura consultada, concluímos que embora vértebras e escamas de juvenis de *B. falcatus* no rio Teles Pires não apresentaram diferença significativa quanto a presença de anéis etários, as vértebras apresentam maior clareza e são mais confiáveis para estudos de idade e crescimento da referida espécie. Nossos resultados são importantes para futuros estudos da biologia populacional do peixe matrinxã, e informações decorrentes desses estudos são fundamentais para manejo adequado da espécie.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos bolsistas que foram incansáveis durante os extensos dias em campo para coleta, bem como as atividades de laboratório. As atividades referentes a esta pesquisa foram desenvolvidas com aporte financeiro do Convênio UNEMAT/COPEL 007/2011 pelo Programa Básico Ambiental – Monitoramento dos Ecossistemas Aquáticos em dois Subprogramas: Monitoramento da Ictiofauna e Resgate da Ictiofauna, desta forma externamos nossos agradecimentos a COPEL – UHE Colíder.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, C. C. et al. Effects of population density on growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. *Ecol Freshwat Fish*, v.19, n.3, p.455–465, 2010.
- ALBRECHT, M. P.; CARAMASCHI, E. P.; HORN, M. H. Population responses of two omnivorous fish species to impoundment of a Brazilian tropical river. *Hydrobiologia*, v.627, p.181-193, 2009.
- BEAMISH, R. J.; FOURNIER, D. A. A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 38, n. 8, p. 982–983, 1981.
- BECKMAN, D. W.; WILSON, C. A. Seasonal Timing of Opaque Zone Formation in Fish Otoliths. In: SECOR, D. H.; DEAN, J. M.; CAMPANA, E. E. (Ed.). *Recent Developments in Fish Otolith Research*. Columbia: University of South Carolina Press, 1995. p. 27-44.
- BEGOSSI, A.; BRAGA, F. M. S. Food taboos and folk medicine among fishermen from the Tocantins river (Brazil). *Amazoniana*, v.XII, n.1, p.101–118, 1992.
- BORGES, G. A. Ecologia de três espécies do gênero *Brycon* Muller & Troschel, 1844 (Pisces, Characidae), no rio Negro-Amazonas, com ênfase na caracterização taxonômica e alimentação. 1986. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1986.
- BOUJARD, T. et al. Growth in four populations of *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Anostomidae, Teleostei) in French Guiana. *J. Fish Biol.*, v.38, p.387-397, 1991.

- CAMPANA, S. E. Interactive effects of age and environmental modifiers on the production of daily growth increments in otoliths of plainfin midshipman, *Porichthysnotatus*. Fish. Bull., v. 82, p.165-177, 1984.
- CAMPANA, S. E.; THORROLD, S. R. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v.58, p.30-38, 2001.
- CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. Acta Amazonica, v.35, n.1, p.85-92, 2005.
- FERREIRA, B. P.; RUSS, R. G. Age validation and estimation of growth rate of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Lacepede 1802) from Lizard Island, Northern Great Barrier Reef. Fish. Bull., v.92, p.46 -57, 1994.
- GAGLIANO, M.; MCCORMICK, M. I. Feeding history influences otolith shape in tropical fish. Marine Ecology Progress Series, v.278, p.291-296, 2004.
- GOMIERO, L. M.; CARMASSI, A. L.; BRAGA, F. M. S. Crescimento e mortalidade de *Brycon opalinus* (Characiformes, Characidae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Mata Atlântica, Estado de São Paulo. Biota Neotropica, v.7, n.1, bn00207012007, 2007.
- HAUSER, M. et al. Age and growth of the Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Madeira River basin before the construction of dams. Neotropical Ichthyology, v.16, n.1, e170130, 2018.
- HOWES, G. Review of the generous *Brycon* (Teleostei: Characoidei). Bulletin of the British Museum Natural History (Zoology), v.43, n.1, p.1-47, 1982.
- LIMA, F. C. T. Subfamily Bryconinae. Pp. 174-181 In: REIS, R.E., S.O. KULLANDER & C.J. FERRARIS (Eds.), Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre:Edipucrs, 2003. p. 174-181.
- MA, B. S. et al. Precision of age estimations from otolith, vertebra, and opercular bone of *Gymnocypris firmispinatus* (Actinopterygii: Cypriniformes: Cyprinidae) in the Anning River, China. Acta Ichthyologica et Piscatoria v.47, p.321–329, 2017.
- MATEUS, L. A.; ESTUPIÑÁN, G. M. B. Fish stock assessment of piraputanga *Brycon microlepis* in the Cuiabá river basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Braz. J. Biol., v.62, n.1, p.165-170, 2002.
- MATOS, L. S. et al. Mercury concentrations in fish and human health assessment in pre-flood phase of a hydro dam in Teles Pires River, Southern Brazilian Amazon. Elementa: Science of the Anthropocene in Special Forum on Mercury in the Southern Hemisphere and Tropics. No prelo 2020.
- MATOS, L. S.; PARISOTTO, D. C.; CARVALHO, L. N. Length–weight relationship and condition factor of the Characidae matrinxã, *Brycon falcatus* (Müller & Troschel, 1844), in the Teles Pires River, southern Amazon, Journal of Applied Ichthyology, 10.1111/jai.13576, v.34, n.3, p.724-728, 2016.
- MATOS, L. S. et al. Perception of professional artesanal fishermen on the decline in the catch of matrinxã fish in the Teles Pires River, Tapajós Basin. In: PRANDEL, J. A. (Org.) Padrões Ambientais Emergentes e Sustentabilidade dos Sistemas. Ponta Grossa:Atena, 2020. p. 87-101.
- NIKOLSKY, G. V. The Ecology of fishes. London: Academic. Press, 1963.
- PAUL, L. J.; HORN, P. L. Age and growth of sea perch (*Helicolenus percooides*) from two adjacent areas off the east coast of South Island, New Zealand. Fisheries Research, v.95, n.2–3, p.169–180, 2009.
- PÉREZ, A.; FABRÉ, N. N. Seleção das estruturas calcificadas para a determinação da idade da piracatinga *Calophysus macropterus* Lichtenstein (Siluriformes: Pimelodidae) na Amazônia Central, Brasil. Acta Amazonica, v.33, n.3, p.499-514, 2003.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. Disponível em:< <http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 out. 2020.
- RUBIO, T. C. et al. Parâmetros biológicos e tamanho mínimo de captura do *Brycon falcatus* (Peixes: Characidae) na bacia do rio Guaporé Mato Grosso, Brasil. In: VAN DAMME, P. A. et al. (Eds.) Aguas del Iténez o Guaporé : Recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil). Marseille:IRD Éditions, 2013. p. 204-215.

SANTANA, H. S. Rediscutindo estimativas de idade em peixes tropicais: explorando o viés entre estruturas calcificadas. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

SANTOS-FILHO, L. C.; BATISTA, V. S. Dinâmica populacional da matrinxã *Brycon amazonicus* (Characidae) na Amazônia Central. *Zoologia*, v.26, n.2, p.195-203, 2009.

VAZZOLER, A. E. A. M. Manual de Métodos para estudos biológicos de populações de peixes, reprodução e crescimento. Brasília: CNPq, 1981.

VIDAL, L. V. O. et al. Eugenol como anestésico para a tilápia do Nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.8, p.1069-1074, 2008.

VILLACORTA-CORREA, M. A. Crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, characidae) no rio Negro, seus afluentes e no baixo rio Solimões. 1987. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 1987.

ARTROPODOFAUNA EM DIFERENTES ESTRATOS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA CONSERVADO NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA-MT, BRASIL

Francis Junior Araújo Lopes¹, Fabricio Waith Barros de Carvalho², Leonardo Vieira Militão², Juliana Garlet³

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. francis.lopes@unemat.br.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Graduando no Departamento de Engenharia Florestal, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Professora adjunta da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Biodiversidade

RESUMO

Os artrópodes pertencem ao filo de maior número de espécies no reino animal, sendo considerados animais de notável importância ecológica e econômica. Apesar de serem animais importantes nos diversos ecossistemas do planeta, muito pouco se estuda sobre a artropodofauna nos diferentes estratos dos ambientes. Assim, objetivou-se neste estudo identificar se os parâmetros de riqueza e abundância são diferentes em artrópodes conforme se analisa a estratificação vertical em um remanescente de mata nativa. Esta pesquisa foi realizada em um fragmento de floresta conservado pertencente a Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira localizado no município de Alta Floresta-MT, onde foram estabelecidos transectos de 120 metros de extensão, com cinco pontos amostrais equidistantes 20 metros, sendo que em cada um dos pontos amostrais foram instaladas uma armadilha do tipo pitfall de solo e uma armadilha na vegetação do tipo pitfall arbóreo a fim de amostrar a artropodofauna do estrato arbóreo e epigéico. Foram coletados um total de 4.421 indivíduos do filo Arthropoda, nos dois estratos amostrados, organizados taxonomicamente em quatro classes e 13 ordens. Dentre as ordens amostradas, Hymenoptera foi a mais representativa com mais da metade do número de indivíduos totais coletados e ao analisar os parâmetros de riqueza e abundância de ordens dos artrópodes identificou-se uma diferença significativa para esses parâmetros entre os estratos amostrados.

Palavras-chave: invertebrados amazônicos; estratificação vertical; inventário;

INTRODUÇÃO

Os artrópodes constituem um grupo de animais extremamente adaptados e diversificados, possuindo um número de espécies superior a qualquer outro filo do reino animal, e esta diversidade é muito maior se forem consideradas as formas extintas desse filo (BUDD; TELFORD, 2009), tendo surgido provavelmente no período Cambriano inferior (BERGSTRÖM; GUANG, 2003). Sendo considerados os primeiros animais da Terra e até hoje considerados organismos importantes do ponto de vista ambiental e econômico (CHAKRAVARTHY; SHAKUNTHALA, 2016).

Ambientes florestais, principalmente aqueles que abrigam formações de vegetação nativa, sustentam uma diversidade superior de animais e vegetais comparada a ambientes que já passaram por alguma atividade humana, porém a diversidade biológica que esses ambientes sustentam ainda não é totalmente conhecida (TACCA et al., 2017). O conhecimento sobre a artropodofauna em fragmentos de floresta amazônica é ainda escasso e pode ser explorado visto que esses organismos ocupam vários microhabitats dentro de um ecossistema, atuam na manutenção da biodiversidade e são importantes bioindicadores de interferência humana nos ecossistemas (SILVA et al., 2012).

Apesar de serem animais importantes nos diversos ecossistemas do planeta, muito pouco se estuda sobre a artropodofauna nos diferentes estratos dos ambientes. Assim, nesta pesquisa, objetivou-se responder à pergunta: Os parâmetros de riqueza e abundância são diferentes em artrópodes conforme se analisa a estratificação vertical em um fragmento de mata nativa tendo como hipótese (H1) que há uma diferença nesses parâmetros conforme o estrato (epigéico ou arbóreo) analisado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Esta pesquisa foi realizada em um fragmento de floresta conservado pertencente a Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira localizado no município de Alta Floresta-MT (Figura 1), norte do estado de Mato Grosso com área territorial de 8.591,191 Km² (IBGE, 2019) e uma população de 49.164 pessoas conforme o último censo realizado pelo IBGE em 2010. O clima da região é classificado como Am - Tropical de Monção com influência do clima Aw - Tropical com Inverno Seco (conforme critérios de classificação climática de Köppen), a pluviosidade anual varia entre 2800-3100 mm, altitude média de 320 metros e temperatura média anual acima de 26° C (ALVARES et al., 2013).

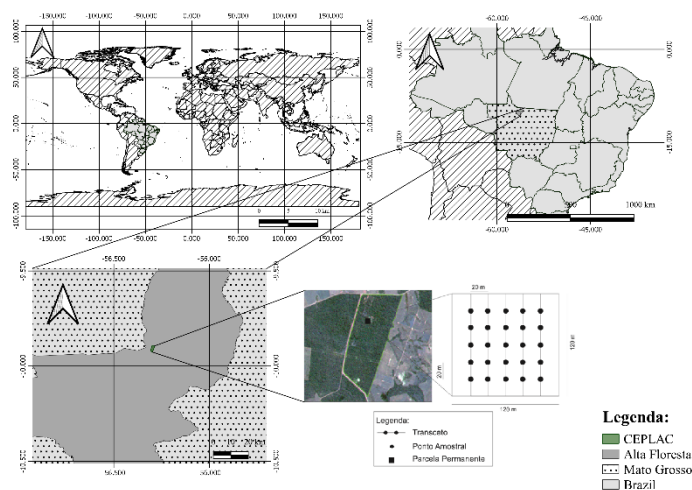


Figura 1 - Localização do fragmento onde foram realizados os procedimentos amostrais e croqui com a organização dos pontos amostrais e transectos estabelecidos, Alta Floresta-MT, Brasil. (Fonte: O autor).

Amostragem

Foram estabelecidos transectos de 120 metros de extensão, com cinco pontos amostrais equidistantes 20 metros (Figura 1). A fim de remover provável efeito de borda, foi considerado uma distância de 20 metros (a partir da parte mais externa da área) onde não se realizou processo amostral, evitando a influência por espécies que forrageiam na área amostral e nas proximidades.

Os transectos foram organizados de acordo com uma parcela permanente já estabelecida em estudos anteriores (dados não publicados), onde as armadilhas do tipo pitfall (solo e arbóreo) foram instaladas próximas a coletores de serapilheira. No local onde os pitfalls foram instalados ao nível do solo tomou-se o cuidado de causar o mínimo de perturbação a fim de não afugentar/afastar a comunidade de artrópodes que forragearem próximos.

As armadilhas utilizadas na amostragem dos artrópodes que forrageiam o solo foram do tipo pitfall Trampa Provid, confeccionados conforme a metodologia de Antonioli et al. (2006) com adaptações referentes a altura e tamanho das aberturas em forma de janela na garrafa pet (Figura 2 - A e B), e para a amostragem das formigas que forrageiam a vegetação utilizou-se pitfall arbóreo, conforme utilizado por Campos et al. (2008) e Silva et al. (2011) com adaptações. Utilizou-se recipientes plásticos de 300 ml com formato semelhante a garrafas pet comuns, onde foi cortada a parte superior de forma a produzir um funil improvisado que com auxílio de barbante foi devidamente amarrado ao restante do recipiente formando a estrutura do pitfall arbóreo (Figura 2 - C e D).



Figura 2- A: Pitfall do tipo Trampa Provid com altura e tamanho das janelas adaptados para a coleta de formigas forrageadora de solo, B: Pitfall instalado no solo na CEPLAC, C: confecção do modelo de pitfall arbóreo usado na pesquisa, D: pitfall arbóreo instalado na vegetação da CEPLAC, Alta Floresta-MT, Brasil. (Fonte: O autor).

Após a coleta, os artrópodes foram devidamente acondicionados em potes coletores contendo álcool 70% e levados ao laboratório da Tecnologia da Madeira da Universidade do Estado de Mato Grosso onde foram triados e identificados em nível de ordem através da chave dicotômica de Rafael et al., (2012) para as ordens da classe Insecta, chave taxonômica de Calvanese et al. (2014) para as ordens da classe Chilopoda e descrição taxonômica de Almeida (2007) para as ordens da classe Diplopoda.

Análise dos dados

A partir das identificações de classe e ordem, foram realizados os cálculos de frequência para cada unidade amostral (definida nesta pesquisa como cada ponto dentro de um transecto). De posse destes valores foi realizado o teste

t (com significância de 95% de confiabilidade) para avaliar se houve diferença entre os dois estratos amostrados (epigéico e arbóreo) para os parâmetros de riqueza e abundância. Todas as análises foram realizadas no ambiente do software R (R CORE TEAM, 2020) sob a interface gráfica do RStudio versão 1.3.1073 (RSTUDIO TEAM, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 4.421 indivíduos do filo Arthropoda (nos dois estratos amostrados) organizados em quatro classes e 13 ordens. A ordem com maior representatividade foi Hymenoptera (Tabela 1) com 3.178 indivíduos (71,88%) seguida pelas ordens Blattodea com 785 indivíduos (17,75%) e Coleoptera com 213 indivíduos (4,82%), ambas representaram quase a totalidade dos indivíduos coletados no fragmento. A grande representatividade da ordem Hymenoptera se deve principalmente ao recrutamento massivo observado nas armadilhas de organismos da família Formicidae e o mesmo vale para a ordem Blattodea, devido ao grande número de cupins observados nas armadilhas.

Tabela 1. Valores para o número de indivíduos coletados por ordens de artrópodes nos dois estratos amostrados na CEPLAC, Alta Floresta-MT, Brasil

Classes	Ordens	Estratos	
		Arbóreo	Epigéico
Arachnida	Aranae	14	36
Insecta	Blattodea	15	770
Insecta	Coleoptera	49	164
Insecta	Dermaptera	0	6
Insecta	Diptera	37	18
Insecta	Hemiptera	7	31
Insecta	Hymenoptera	1.648	1.530
Diplopoda	Julida	0	1
Insecta	Lepdoptera	0	2
Insecta	Lepidoptera	22	3
Insecta	Orthoptera	0	64
Diplopoda	Polydesmida	0	3
Chilopoda	Scolopendromorpha	0	1

Resultados semelhantes aos observados na Tabela 1 são encontrados em literatura, onde Hymenoptera apresenta-se como ordem mais representativa nos inventários, principalmente com a fauna epigéica sendo seguida pelas ordens Coleoptera e Blattodea (COSTA; ALMEIDA, 2016; MARTINS et al., 2018). O recrutamento massivo de formigas tornando a ordem Hymenoptera a mais representativa neste estudo já era esperada dado à diversidade de ambientes e estratos em que esses insetos são encontrados (HÖLLDOBLER; Wilson, 1990, BACCARO et al., 2015) e já foi constatado antes por Tacca et al. (2017) em sua pesquisa avaliando a artropodofauna em áreas de monocultivo e fragmentos de floresta conservada.

Foi observado através do teste de médias (teste t) uma diferença significativa entre os parâmetros riqueza e abundância nos estratos amostrados tanto para abundância ($p < 0,05$) quanto para riqueza ($p < 0,01$), (Tabela 2) e o estrato epigéico apresentou maiores valores tanto para riqueza, quanto para abundância (Figura 3).

Tabela 2. Resultados do teste t realizado para avaliar a existência de diferenças nos parâmetros riqueza e abundância entre os estratos epigéico e arbóreo, CEPLAC, Alta Floresta-MT, Brasil

Parâmetros	t	df	p valor
Abundância	-2.2438	47.687	< 0,05
Riqueza	-7.0554	47.833	< 0,01

Inventários realizados com a artropodofauna de ambos os estratos (arbóreo e epigéico) são escassos para realizar uma comparação efetiva de literatura, entretanto, o parâmetro riqueza ter sido superior ao nível do solo é explicado pela diversidade de microhabitats e pela especificidade de algumas ordens de artrópodes como Chilopoda e Diplopoda serem encontradas preferencialmente no estrato epigéico (CALVANESE et al., 2014) além da comunidade de artrópodes responder muito bem no quesito abundância à profundidade da serrapilheira (DONOSO et al., 2013).

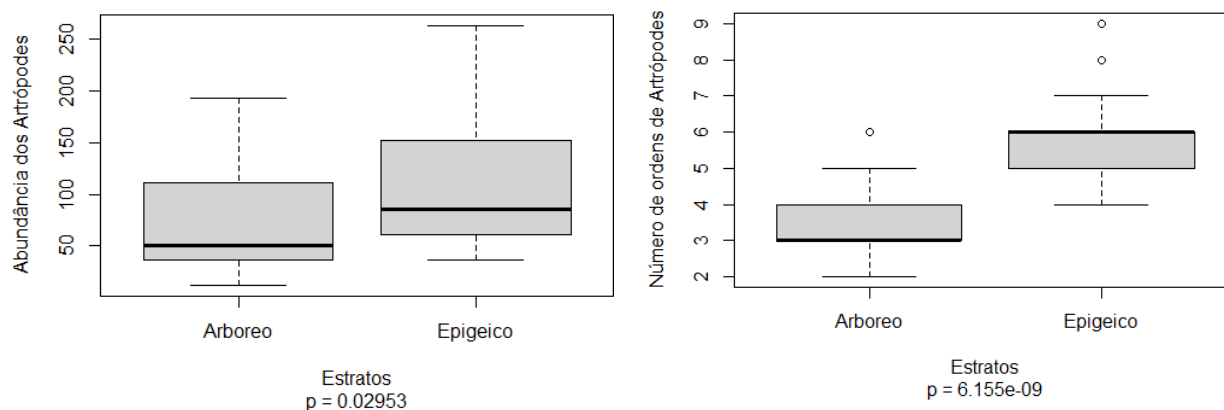


Figura 3. Abundância das ordens de Artrópodes e número de ordens de Artrópodes do fragmento da CEPLAC nos diferentes estratos amostrados, Alta Floresta-MT, Brasil. (Fonte: O autor).

Durante a pesquisa, observou-se uma escassez de inventários realizados com a artropodofauna de diferentes estratos, sendo possível encontrar este tipo de estudo apenas com grupos isolados dentro das ordens do filo, como para formigas (RYDER-WILKIE et al., 2010; VICENTE et al., 2016). A maioria dos inventários concentram a amostragem em apenas um dos estratos o que não representa com exatidão a fauna existente no ambiente. Inventários faunísticos que geram listas de espécies devem amostrar diferentes estratos a fim de apresentarem maior precisão ao descreverem a artropodofauna de um ambiente, Como observado nesta pesquisa foi constatada uma diferença significativa tanto na riqueza como abundância das ordens e a ordem de maior representatividade apresentou mais registros no ambiente arbóreo, podendo haver espécies dentro dessa ordem que apresentem hábitos exclusivamente arborícolas e não seriam observadas em uma amostragem apenas no estrato epigéico.

CONCLUSÃO

A artropodofauna amostrada na área de floresta preservada apresenta-se como distinta nos parâmetros de riqueza e abundância em nível de ordem para os estratos arbóreo e epigéico, sendo de maior representatividade nesses mesmos parâmetros o estrato epigéico. Dentre as ordens amostradas, Hymenoptera foi a mais representativa com mais da metade do número de indivíduos totais amostrados.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT pelo custeio financeiro com a bolsa de mestrado e a Universidade do Estado de Mato Grosso pelo aparato científico-laboratorial requeridos na pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALMEIDA, T. M. Taxonomia de *Haematotropis* Jeekel, 2000 (DIPLOPODA: APHELIDESMIDAE: APHELIDESMINAE). 2017. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus-AM, 2017.
- ANTONIOLLI, Z.I. et al. Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Ciência Florestal*, v. 16, p. 407-417, 2006.
- BACCARO, F. B. et al. Guia Para os Gêneros de Formigas do Brasil. 1ª ed. Manaus-AM: Editora Inpa. 2015.
- BERGSTRÖM, J.; GUANG, H. X. Arthropod origins. *Bulletin of Geosciences*, v. 78, p. 323-334, 2003.
- BUDD, G. E.; TELFORD, M. J. The origin and evolution of arthropods. *Nature*, v. 457, p. 812-817, 2009. DOI: 10.1038/nature07890
- CALVANESE, V. C. et al. Breve síntese da situação taxonômica dos Quilópodes (Myriapoda, Arthropoda) e identificação dos gêneros do Brasil. *Scientia Vitae*, v. 2, p. 37-50, 2014.
- CAMPOS, R.I. et al. Estratificação vertical de formigas em Cerrado stricto sensu no Parque Estadual da Serra das Caldas Novas, Goiás, Brasil. *Iheringia*, v. 98, p. 311-316, 2008.

CHAKRAVARTHY, A. K.; SRIDHARA, S. Economic and Ecological Significance of Arthropods in Diversified Ecosystems - Sustaining Regulatory Mechanisms. 1ª ed. Springer. 2016.

COSTA, A. P. F.; ALMEIDA, F. S. Fauna de solo em diferentes estágios de sucessão florestal na Reserva Biológica União, Rio das Ostras, RJ. In: 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. 2016. Seropédica-RJ. Anais [...]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/sigabi/wp-content/uploads/5_sigabi/Sumarizado/36.pdf>.

DONOSO, D. A. et al. Trees as templates for trophic structure of tropical litter arthropod fauna. Soil Biology and Biochemistry, v. 61, p. 45-51, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.02.004>

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. The Ants. 1ª ed. Harvard University Press. 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatísticas. IBGE Cidades (dados de unidade territorial do ano de 2019). Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/panorama>>. Acesso em 26/10/2020.

MARTINS, J. K. S. S. et al. Variação temporal e espacial da artropodofauna associada a *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae) em um ecossistema de floresta tropical seca. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 03, p. 356-378, 2018.

RAFAEL, J. A. et al. Insetos do Brasil – Diversidade e taxonomia. 1ª ed. Ribeirão Preto: Editora Holos. 2012.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/> <https://www.R-project.org/>>.

RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA. Disponível em: <<http://www.rstudio.com/>>.

RYDER-WILKIE, K. T.; MERTL, A. L.; TRANIELLO, J. F. A. Species diversity and distribution patterns of the ants of the Amazonian Ecuador. Plos One, v. 5, n. 10, p. 1-12, 2010.

SILVA, G.L. et al. Análise preliminar de mosaico de formigas arbóreas: métodos comparativos para investigação de insetos de dossel. M.G. Biota, v. 3, p. 25-42, 2011.

SILVA, R. I. et al. Comparação da artropodofauna em monocultura de eucaliptos e cerrado da Flona no Distrito Federal. Ensaios e Ciência, v. 16, p. 105-114, 2012.

TACCA, D.; KLEIN, C.; PREUSS, J. F. Artropodofauna do solo em um bosque de eucalipto e um remanescente de mata nativa no sul do Brasil. Revista Thema, v. 14, p. 249-261, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.249-261.456>

VICENTE, R. E.; PRADO, L. P.; IZZO, T. J. Amazon rainforest ant-fauna of Parque Estadual do Cristalino: Understorey and ground-dwelling ants. Sociobiology, v. 63, n. 3, p. 894-908, 2016.

CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DA ANATOMIA FOLIAR DE *Ochthocosmus barrae* Hallier f. (IXONANTHACEAE)

Vera Lúcia Pegorini Rocha¹, Geovanna Emanuely Almeida Rodrigues¹, Angélica Oliveira Müller¹, Virgílica Aparecida Pegorini Rocha¹, Norberto Gomes Ribeiro Júnior¹, Ivone Vieira da Silva¹

¹ Laboratório de Biologia Vegetal, Universidade do Estado de Mato Grosso – campus de Alta Floresta – MT.
verapegorinirocha@gmail.com

Área: Biodiversidade

RESUMO

Fisionomicamente o cerrado é uma floresta, porém do ponto de vista florístico assemelha-se com o cerrado sentido restrito. A fitofisionomia cerrado apresenta alta riqueza e diversidade de famílias e espécies, dentre as quais citamos aqui Ixonanthaceae. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi descrever a anatomia foliar de *Ochthocosmus barrae* e identificar estruturas relacionadas a adaptação ao ambiente onde ocorrem. Para isso, foi coletado material botânico em um sítio de vegetação natural em um enclave de Cerrado no sul da Amazônia Meridional, município de Alta Floresta-MT. Para as análises anatômicas foram utilizadas amostras foliares reidratadas onde realizou-se secções transversais da região mediana da lâmina foliar e dissociação epidérmica. *Ochthocosmus barrae* possui folhas hipoestomáticas com estômatos paracíticos e células epidérmicas com presença de sílica. A epiderme é unisseriada com células de paredes retas, mesófilo com configuração dorsiventral e feixe vascular do tipo bicôncavo. É possível concluir que a espécie apresenta vários caracteres tratados como mecanismos de defesa, podendo ser citados: sílica na epiderme, fibra esclerenquimática e câmaras subestomáticas.

Palavras-chave: Adaptação, fibras esclerenquimáticas, mesófito; sílica.

INTRODUÇÃO

Geralmente formado por uma mistura de espécies florestais e savânicas, o cerrado pode ser considerado floresta ou floresta fechada alta, dependendo da composição de espécies (MARIMON et al., 2014).

A fitofisionomia cerrado apresenta alta riqueza e diversidade de espécies, confirmando a alta heterogeneidade espacial associada às fitofisionomias de cerrado.

Dentre as fitofisionomias do Cerrado, o cerrado se enquadra nas formações florestais do bioma. Fisionomicamente é uma floresta, porém do ponto de vista florístico assemelha-se com o cerrado sentido restrito. Apresenta dossel contínuo e cobertura arbórea entre 50% e 90%. Esta variação na cobertura influencia nas condições de luminosidade favorecendo diferenciação nos estratos arbustivo e herbáceo (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Ixonanthaceae possui três gêneros e 21 espécies (STEVENS, 2019), no Brasil, sua distribuição ocorre nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia, Mato Grosso (FLORA 2020, em construção).

Várias espécies da flora do cerrado não possuem estudos com características anatômicas, como é o caso da espécie *Ochthocosmus barrae* Hallier f. sendo nítido a importância de mais pesquisas da flora desse bioma.

Estudos de anatomia ecológica é uma importante ferramenta para entender os processos de colonização e sobrevivência das espécies, destacando as adaptações relacionadas às pressões ambientais que são mais expressivas na morfologia e anatomia foliar (DICKISON, 2000). A folha é o órgão vegetativo que sofre maior variação estrutural, e essas variações têm sido interpretadas como ajustes às condições ambientais (DICKISON, 2000). Neste contexto, objetivamos descrever a anatomia foliar de *Ochthocosmus barrae* e identificar estruturas relacionadas a adaptação ao ambiente onde ocorrem.

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal foi coletado em um sítio de vegetação natural (10°21'40,0"S 56°49'01,8"W) onde há um enclave de Cerrado em meio a vegetação amazônica (RATTER et al., 2003), no local a fitofisionomia varia de um cerrado típico ao cerrado. O sítio faz parte do inventário de acompanhamento permanente pelo projeto CNPq/PELD Sítio 15-TRAN, coordenado pela professora Beatriz S. Marimon, e que está hospedado no site da Rede RAINFOR de inventários florestais (<https://www.forestplots.net/>).

Em uma das visitas à campo para estudo em maio de 2019 foram coletadas folhas de *Ochthocosmus barrae*, uma das 10 espécies de maior Índice de Valor de Importância (IVI) entre as arbóreas (DAP \geq 10 cm). As folhas foram herborizadas para conservação e transporte conforme Fidalgo e Bononi (1984), e armazenadas no Laboratório de Biologia Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta/MT.

As amostras foliares foram reidratadas com glicerina e água quente em proporção de 1:10 conforme Smith e Smith (1942), as mesmas foram submetidas a cortes anatômicos transversais feitos à mão livre com auxílio de lâmina de aço na região mediana do limbo foliar. Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio (2%); e expostos a coloração com fucsina básica e azul de Astra (KRAUS; ARDUIN, 1997). No processo de dissociação e caracterização da epiderme foliar foi utilizado o método de Jeffrey modificado (KRAUS; ARDUIN, 1997), onde porções foliares de 2 cm² foram

aconditionadas em frascos com peróxido de hidrogênio (30 volumes) e ácido acético glacial na proporção de 1:1, em seguida mantidas em estufa a 60 °C por 24 horas. Após esse período, as duas superfícies epidérmicas foram separadas, lavadas em água destilada e as submetidas a coloração com fucsina básica. As secções transversais e paradérmicas foram montadas em lâminas semipermanentes para observações microscópicas e registro fotográfico, o qual foi realizado por meio de captador de imagens digital LAS E.Z. 1.7.0 Leica®, acoplado a um fotomicroscópio Leica ICC50 e microcomputador. A partir das fotomicrografias, pranchas foram confeccionadas para ilustrar as estruturas anatômicas e apresentar os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A superfície foliar de *Ochthocosmus barrae* é composta de células epidérmicas de paredes retas e moderadamente espessadas em ambas as faces foliares (Figs. A e B). Sua disposição é hipoestomática com estômatos do tipo paracítico. Folhas hipoestomáticas são comuns a plantas tropicais e evidenciam uma característica de plantas que necessitam de um ambiente nem muito seco, nem muito úmido, chamadas de mesófitas (DUARTE, 2018).

A epiderme é unisseriada, com células de formato ovalado na face adaxial e retangular na face abaxial (Fig. C), notadamente as células da asa foliar são mais volumosas na face adaxial havendo ainda a evidente presença de sílica (Fig. A). A presença desse mineral, atua na limitação de perda de água e na defesa dos tecidos internos contra a invasão de hifas (SHEUE et al., 2020). A espécie não apresenta tricomas massivos, cutícula espessa ou alterações de profundidade dos tricomas na lâmina foliar, características relacionadas à segurança hidráulica em plantas de Cerrado (SIMIONI et al., 2016).

O mesofilo possui configuração dorsiventral, com três camadas de parênquima paliádico e cerca de $\frac{2}{3}$ do mesofilo ocupado por parênquima lacunoso, sendo este formado por células de formato ovalado a retangular, arranjadas frouxamente em uma distribuição irregular e com grandes câmaras subestomáticas (Fig. C). As plantas mesófitas apresentam folhas dorsiventrals com parênquima paliádico e o parênquima lacunoso (LOPEZ et al., 2012). As câmaras subestomáticas apresentam uma pequena câmara de ar úmido abaixo do ostíolo cuja função pode estar relacionada a redução da transpiração (MOREIRA et al., 2013).

A nervura central possui formato ovalado com proeminência na face abaxial, subsequente as células da epiderme, nota-se duas camadas de colênquima anelar em ambas as faces e quatro camadas de parênquima de preenchimento isodiamétricas em ambas as faces, seguida de camadas de fibras esclerenquimáticas circundando o feixe vascular que é do tipo bicôncavo, onde encontra-se parênquima medular no seu interior (Figs. D, E e F). A função das fibras esclerenquimáticas é fornecer proteção e sustentação para a lâmina foliar, sobretudo quando exposta a ventos (BIERAS; DAS GRAÇAS SAJO, 2009). A variação nos caracteres anatômicos das folhas pode indicar o potencial de aclimação e adaptação de uma espécie (APPEZZATO DA GLORIA, 2004). Aparentemente, a espécie está em um local de baixo estresse hídrico e apresenta características mesofíticas.

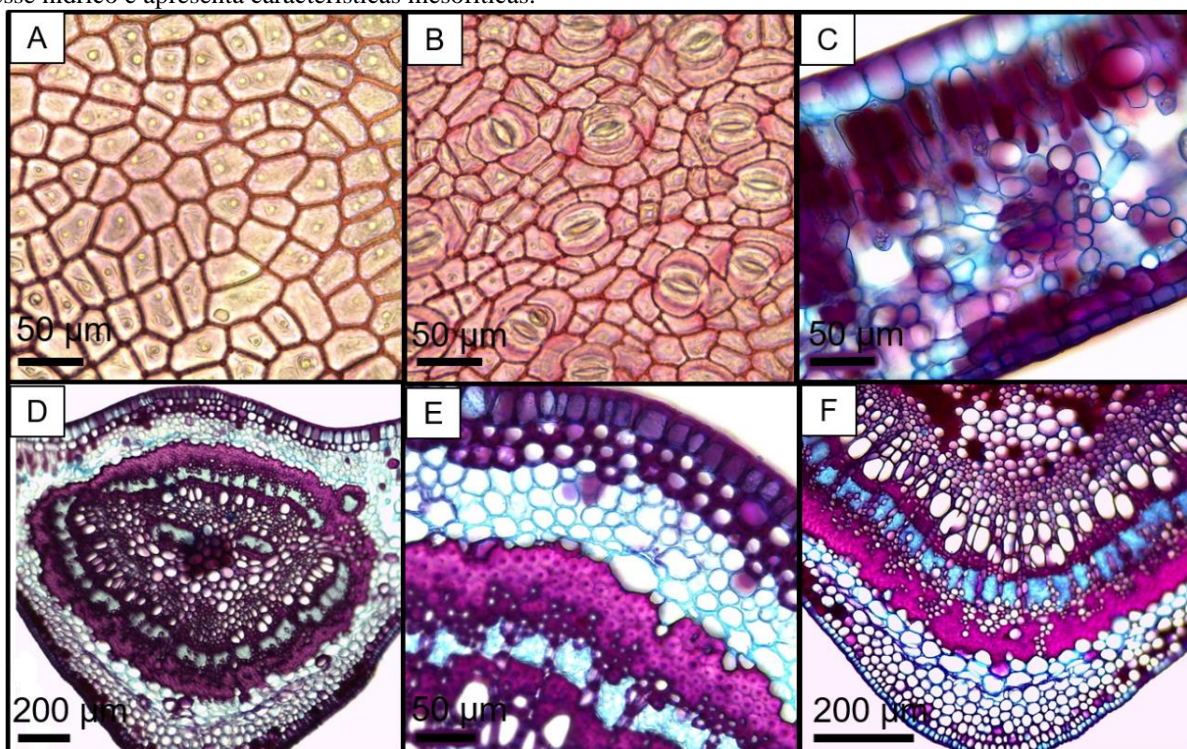


Figura 2: Secções paradérmicas e transversais das folhas de *Ochthocosmus barrae*. Epiderme adaxial (A) e abaxial (B), mesofilo foliar (C), nervura central (D), face adaxial da nervura central (E). Sílica (Si), Parênquima paliádico (Pp), Parênquima lacunoso (Pl), Epiderme (Ep), Feixes vasculares (Fv), Parênquima (Pa), Colênquima (Co). (Fonte: Laboratório de biologia vegetal – UNEMAT, Alta Floresta).

CONCLUSÕES

A espécie *Ochthocosmus barrae* é dotada de caracteres anatômicos comuns em plantas mesófitas, como *Protium aracouchini*, indicando que as condições ambientais em que está inserida não lhe geram elevado estresse ou mesmo que sua presença ali só seja possível por este estresse ser relativamente baixo. A presença de sílica na epiderme pode estar relacionada à sua disponibilidade e excesso no solo, todavia trata-se de um mecanismo de defesa relevante contra a herbivoria.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo financeiro e ao PELD Cerrado - Amazônia por ceder o material botânico.

REFERÊNCIAS

- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; ARMELLO-GUERREIRO, S.M. Anatomia vegetal. Editoras Viçosa: UFV.2004
- BIERAS, A. C., DAS GRAÇAS SAJO, M. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. *Trees*, v. 23, n. 3, p. 451-471, 2009.
- DICKISON, W.C. Integrative Plant Anatomy. Academic Press, USA 2000.
- DUARTE, A. F. T. Flora da Bahia: *Manilka raadans* (Sapotaceae) –considerações sobre a anatomia foliar. Anais Seminário de Iniciação Científica, n. 20, 2018.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Manual 4. Instituto de Botânica, São Paulo, 1984.
- FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 20/ jun. 2020.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, A. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro, Seropédica. 198p. 1997.
- LOPEZ, A. M. et al. II Botânica no inverno. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2012.
- MARIMON, B. S. et al. Disequilibrium and hyperdynamic tree turnover at the forest–cerrado transition zone in southern Amazonia. *Plant Ecology & Diversity*, v. 7, n. 1-2, p. 281-292, 2014.
- MOREIRA, A. S. F. P.; LEMOS FILHO, J. P.; ISAIAS, R. M. S. Structural adaptations of two sympatric epiphytic orchids (Orchidaceae) to a cloudy forest environment in rocky outcrops of Southeast Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, v. 61, n. 3, p. 1053-1065, 2013.
- RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh journal of botany*, v. 60, n. 1, p. 57, 2003.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados, Brasília-DF, pp. 153-212, 2008.
- SHEUE, C. R. et al. Silica bodies of *Selaginella erythropus*: Detection, morphology and development. *Flora*, v. 264, p. 151558, 2020.
- SIMIONI, P. F. et al. Elucidating adaptive strategies from leaf anatomy: Do Amazonian savannas present xeromorphic characteristics? *Flora*, v. 226, p. 38-46, 2017.
- SMITH, F. H.; SMITH, E. C. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. *American Journal of Botany*, p. 464-471, 1942.
- STEVENS, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]." will do. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

CARACTERIZAÇÃO HISTOQUÍMICA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE *Artemisia absinthium* L. (ASTERACEAE)

Vera Lúcia Pegorini Rocha^{1,2}, Virgília Aparecida Pegorini Rocha^{1,2}, Norberto Gomes Ribeiro Júnior^{1,2}, e Ivone Vieira da Silva^{1,2}.

¹Universidade Estadual de Mato Grosso; ² Centro de Tecnologia da Amazônia Meridional (CETAM) Laboratório de Biologia Vegetal – Alta Floresta/MT. verapegorinirocha@gmail.com

Área: Biodiversidade.

RESUMO

Artemisia absinthium é amplamente utilizada na medicina tradicional, seus efeitos provavelmente estão relacionados a presença de compostos antioxidantes, fato que a inclui na lista de Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (Sistema Único de Saúde). A fim de identificar os grupos de compostos presentes na espécie coletamos indivíduos em quintais no perímetro urbano da cidade de Alta Floresta – MT. Caule e folhas de *A. absinthium* foram submetidos a testes histoquímicos para elucidar a presença de compostos secundários. Com o resultado dos testes, registramos a presença de compostos fenólicos, lipídeos totais, lactonas sesquiterpênicas e óleos essenciais nos três órgãos analisados. As mucilagens não foram detectadas no caule, já o teste para amido foi positivo apenas para esse órgão. Para taninos, alcaloides, esteróides e terpenóides os testes resultaram negativos para tanto para o caule como pecíolo e folha. Os dados apresentados são úteis para comprovar a presença de compostos com potencial medicamentoso na espécie e a necessidade de estudos futuros para isolamento e identificação das substâncias integrantes desses compostos.

Palavras-chave: Losna, medicina popular, planta medicinal, fitoterapia.

INTRODUÇÃO

As plantas medicinais, bem como suas utilizações têm sido alvo de estudo de inúmeros levantamentos etnobotânicos (SANTOS et al., 2015). Estes estudos aliados a histoquímica supõem ou descartam indicações terapêuticas pela localização dos princípios ativos em órgãos das espécies tidas como medicinais (SILVA; FARIA, 2014).

No intuito de fomentar o uso de plantas medicinais e proporcionar maior conhecimento de suas propriedades, o Ministério da Saúde brasileiro divulgou, em fevereiro de 2009, uma Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS), na qual estão incluídas 71 espécies vegetais, inclusive *Artemisia absinthium*.

O RENISUS tem como finalidade orientar pesquisas que de alguma forma possam subsidiar a elaboração de uma lista de espécies confiáveis e eficazes para disponibilizar à população em geral (BRASIL, 2010). Para tanto são necessários estudos relacionados a composição química dessas espécies.

Dentre os vários gêneros de plantas medicinais utilizados na medicina popular encontram-se as Artemísias. Deste gênero – *Artemisia* L. (Asteraceae) – as mais utilizadas, tradicionalmente, são *Artemisia absinthium* L. e *Artemisia vulgaris* L., ambas bastante conhecidas e comercializadas no Brasil (FRAGOSO, 2014). De acordo com Cavallazzi (2006) *Artemisia* possui um conjunto de substâncias chamadas fitocomplexos que são os responsáveis por sua ação terapêutica. *A. absinthium* é uma planta herbácea altamente aromática, nativa da Ásia e aclimatada no Brasil (FERREIRA, 2012). As folhas e flores são indicadas para tratamentos diuréticos, abortivos, perda de apetite, distúrbios digestivos, problemas no fígado e na vesícula biliar (BRASIL, 2006).

A histoquímica é o estudo base das investigações químicas em espécies vegetais e serve como subsídio para os estudos posteriores (SILVA; FARIA, 2014). Esta técnica baseia-se no uso de reagentes cito ou químico-histológicos que permitem localizar os princípios ativos nas espécies (DÔRES, 2007).

Tendo em vista a importância medicinal de *A. absinthium* e a aplicabilidade dos estudos histoquímicos, nessa pesquisa caracterizamos histoquimicamente a folha, pecíolo e caule da espécie visando identificar compostos com possível potencial medicamentoso.

MATERIAL E METÓDOS

O material vegetal foi coletado em quintais de residências urbanas do município de Alta Floresta-MT, região sul da Amazônia. Seguindo o método “bola de neve” (VINUTO, 2014), localizamos populares que cultivam em seus quintais plantas para uso medicinal e coletamos espécimes identificadas pelos moradores como losna para fins de tratamentos caseiros, continuamos a aplicação do método até conseguirmos 10 amostras.

Para a confirmação taxonômica, foi realizada identificação de um indivíduo fértil e este material foi testemunha para a comparação com os demais indivíduos coletados. O material foi levado ao Herbário da Amazônia Meridional - UNEMAT (HERBAM), onde fora realizado o processo de herborização utilizando-se técnicas usuais de Silva et al. (1989).

Os procedimentos anatômicos e histoquímicos foram conduzidos no Laboratório de Biologia Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) campus de Alta Floresta. Para os testes, secções transversais dos materiais vegetais frescos (caule, pecíolo e folha) foram obtidas a mão livre com auxílio de lâmina de aço e submetidos a reagentes químicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Testes histoquímicos utilizados para identificação de compostos nos tecidos de *Artemisia absinthium*

Reagente/Corante	Finalidade	Referência
Lugol	Amido	Johansen, 1940
Sudan IV	Lipídeos Totais	Pearse, 1980
Reagente de NADI	Óleos essenciais	David e Card 1964
Vanilina clorídrica	Taninos	Mace e Howell, 1974
Cloreto férrico III	Compostos Fenólicos	Johansen, 1940
Reagente Dragendorff	Alcalóides	Svensden e Verpoorte, 1983
Ácido Tânico	Mucilagem	Pizzolato e Lillie, 1973
Tricloreto de Antimônio	Esteróides	Hardman e Sofowora, 1972
2-4-Dinitrofenilhidrazina	Terpenóides	Ganter e Jollés, 1970
Ácido Sulfúrico	Lactonas sesquiterpênicas	Geissman e Griffin, 1971

Os resultados foram documentados por meio de fotomicroscópio Leica ICC50 acoplado a um computador e analisadas no software LAZ EZ versão 1.7.0.

RESULTADOS

Registramos resultados positivos para compostos fenólicos, mucilagens, lipídeos totais, amido, lactonas sesquiterpênicas e óleos essenciais nas amostras de *A. absinthium* (Tabela 2). A presença de substâncias pertencentes a grupos de compostos fenólicos, mucilagens, lipídeos totais, amido, lactonas sesquiterpênicas e óleos essenciais atribuem *Artemisia absinthium* inúmeras propriedades medicinais (GRANDI, 2014).

Tabela 2- Resultado de testes histoquímicos de *Artemisia absinthium* com diferentes reagentes.

Metabólito secundário	Reativo/ Teste	Caule	Pecíolo	Folha
Taninos	Vanilina clorídrica	-	-	-
Alcalóides	Dragendorff	-	-	-
Esteróides	Tricloreto de Antimônio	-	-	-
Terpenóides	2,4 Dinitrofenilhidrazina	-	-	-
Compostos Fenólicos	Cloreto de Ferro III	+	+	+
Mucilagens	Ácido tânico/Cloreto de Ferro III 3%	-	+	+
Lipídeos Totais	Sudão IV	+	+	+
Amido	Lugol	+	-	-
Lactonas Sesquiterp.	Ácido Sulfúrico	+	+	+
Óleos essenciais	Reagente de NADI	++	+	+

+ = Baixa concentração de metabólitos presentes. ++ = média concentração de metabólitos presentes. +++ = alta concentração de metabólitos presentes. - = Inexistência de metabólitos.

Constatamos a presença de compostos fenólicos em todos os órgãos aéreos da planta, sendo observada uma grande quantidade desses compostos nos tecidos do parênquima do caule (Figura 2A). No pecíolo foi observada a presença desse composto na epiderme e colênquima, já na lâmina foliar foram observados no parênquima de preenchimento (Figuras. 2B e 2C).

O teste com Ácido tânico e Cloreto de Ferro III 3% nos mostrou resultado positivo e evidenciou a presença de mucilagens nos tecidos parenquimáticos do pecíolo e da nervura central das folhas (Figuras 2D e 2E). A ocorrência de mucilagens nas folhas está diretamente relacionada a reserva alimentar das plantas, permitindo que estas se adaptem aos diferentes ambientes (SILVA; POTIGUARA, 2009), sendo estes, portanto, órgãos de reserva desse composto em *A. absinthium*. Mucilagem é um tipo de secreção rica em polissacarídeos, devido à sua estrutura química, esses polissacarídeos, apresentam a capacidade de formar géis e por esse motivo, são amplamente utilizados na medicina tradicional para o tratamento de pele, feridas do epitélio e também irritação da mucosa (COLONETTI, 2012).

Nos testes com Sudan IV detectamos lipídeos concentrados nos canais secretores próximos aos feixes vasculares do caule. No pecíolo foi evidenciado lipídeos na membrana cuticular, na epiderme, nos tricomas e parênquima de preenchimento (Figuras 2F, 2G e 2H). Evidenciamos a presença de amido apenas no caule, principalmente nos canais secretores (Figura 2I); e de lactonas sesquiterpênicas nos canais secretores do caule e no parênquima de preenchimento da folha (Figuras 2J e 2K). As lactonas sesquiterpênicas são compostos alvo de diversos estudos farmacológicos e fotoquímicos, por possuírem ação bactericida, fungicida, anti-inflamatória e principalmente citostática (FORMISANO et al., 2006, Silva et al., 2007). Além disso são compostos típicos da família Asteraceae (FERNANDES et al., 2016).

O reagente de NADI também nos apresentou resultados positivos, detectando a existência de óleos essenciais nos tecidos de todos os órgãos analisados, principalmente nos canais secretores do caule, na cutícula, epiderme, colênquima, tricomas do pecíolo e parênquima da folha (Figuras 2L, 2M, 2N). Os óleos essenciais incluem uma gama bioquímica de substâncias como limoneno, terpinoleno e piperitone que atribuem as espécies proteção contra herbívora (RESTELLO et al., 2009). Além disso, esses compostos são importantes para a medicina tradicional por sua eficaz ação antibacteriana e analgésica (LIMA, 2006), portanto um importante composto de interesse farmacológico (KNAAK; FIUZA, 2010). Os óleos essenciais são as principais fontes de odor em diversas partes das plantas (FONSECA, 2005)

que podem estar armazenadas em estruturas secretoras internas ou em estruturas externas como os tricomas glandulares (COSTA, 2001).

A falta de alcaloides em *A. absinthium* pode ser considerado um aspecto positivo, pois altas concentrações desses compostos atribuem às espécies certo grau de toxicidade, entretanto pequenas doses são bastante úteis do ponto de vista farmacológico (TYLER et al., 1998, SIMÕES et al., 2003).

É notável a presença de maior quantidade de compostos nas folhas e no pecíolo em relação ao caule, assim esse estudo não só indica quais compostos estão presentes na espécie, mas aponta o local de presença. Identificar a localização dos compostos nas espécies é um passo importante tendo em vista que isso auxilia nos processos de extração e facilitam a triagem e a boa utilização da matéria prima (OLIVEIRA et al., 2015).

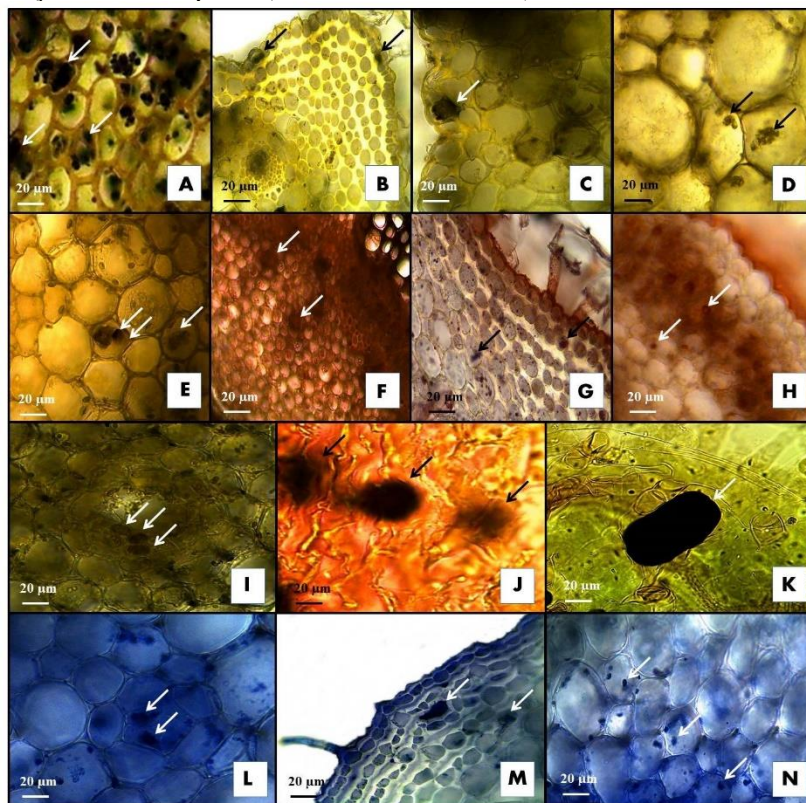


Figura 2- A-N: Seções transversais do caule, folha e pecíolo de *Artemisia absinthium* L. evidenciando os testes histoquímicos positivos. Compostos fenólicos no caule, pecíolo e folha (A, B e C respectivamente). Mucilagens no pecíolo e folha, (D e E respectivamente). Lipídeos totais no caule, pecíolo e folha, (F, G e H respectivamente). Amido no caule (I). Lactonas sesquiterpênicas no pecíolo e folha (J e K respectivamente). Óleos essenciais no caule, pecíolo e folha, (L, M e N respectivamente). Setas indicam o local da reação.

CONCLUSÃO

Ocorrem compostos secundários em todos os órgãos analisados de *A. absinthium*, com reações positivas para compostos fenólicos, mucilagens, lipídeos totais, amido, lactonas sesquiterpênicas e óleos essenciais. Esses compostos atribuem a espécie forte potencial medicamentoso, sendo esta uma excelente candidata para a produção de fitoterápicos. Nossos resultados fornecem importantes informações quanto a localização dos compostos secundários em *A. absinthium* e pode subsidiar os estudos posteriores necessários para a produção de fitoterápicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa ao primeiro, segundo e terceiro autores.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério Da Saúde. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 14. Brasília, Diário Oficial da União. 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf>. Acesso em: 31 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS nº 971. Brasília, Diário Oficial da União. 2006. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2006/prt0971_03_05_2006.html>. Acesso em: 30 set. 2020.

- COLONETTI, V. C. Caracterização da mucilagem do fruto e cladódio de *Cereus hildmaniannus* K. Schum. 2012. 83 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Universidade Federal de Santa Catarina. 2012.
- COSTA, A. F. Farmacognosia. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.
- DAVID R.; CARDE, J. P. Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du Pin maritime au moyen du reactif nadi. CR Acad Sci Paris D, v. 258, p. 1338-1340, 1964.
- LIMA I. O. et al. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. Rev Bras Farmacogn. 16: 197-201. 2006.
- DÔRES, R. G. R. Análise morfológica e fitoquímica da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.). 2007. 374 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- FERNANDES, Y. S. et al. Trichomes and chemical composition of the volatile oil of *Trichogonia cinerea* (Gardner) RM King e H. Rob. (Eupatorieae, Asteraceae). Anais da Academia Brasileira de Ciências, 88 (1), 309-322. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140660>.
- FERREIRA, M. C. L. Polissacarídeos solúveis de folhas de *Artemisia absinthium* e *Artemisia vulgaris*: isolamento, caracterização e efeitos sobre células THP-1. 2012. 136f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- FONSECA, S. G. C. Farmacotécnica de fitoterápicos. Departamento de Farmácia, UFC, p. 11-20, 2005.
- FORMISANO, C. et al. Composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Phlomis ferrugínea* Des. (Lamiaceae) crescendo selvagem no sul da Itália. Flavour and fragrance journal, 21: 848-851. DOI: 10.1002 / ffj.1740
- FRAGOSO, T. P. 2014. Análise do uso medicinal do gênero *artemisia* no brasil com base em fatores tradicionais, científicos, políticos e patentários para subsidiar o programa nacional de plantas medicinais e fitoterápicos. Monografia 45 f. Instituto de Tecnologia em Fármacos. Rio de Janeiro. 2014.
- GANTER, P.; JOLLES, G. 1970. Histologie normale *et* pathologique 1 e 2. Paris: Gauthier.
- GEISSMAN T. A.; GRIFFINT, T. S.1971. Sesquiterpen lactones: Acid-catalized color reactions as an in structure determination. Phytochemistry 10: 2475-2485.
- GRANDI, T.S.M. Tratado das Plantas Medicinais: mineiras, nativas e cultivadas. 1. ed. Belo Horizonte: Adequatio Estúdio. 2014.
- HARDMAN, R. E.; SOFOWORA, E. A. Antimony trichloride as test reagentes for steroids, especially diogenin and yamogenin, in plant tissues. Stain Technol, local 47: 205-208. 1972.
- JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company, Inc: London; 530p, 1940.
- KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microorganismos. Neotropical Biology and Conservation 5 (2): 120-132. 2010.
- MACE, M.E.; HOWELL, C.R. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in root of cotton seedlings. Canadian Journal of Botany, v. 52, p. 2423-2426. 1974.
- OLIVEIRA, R. C. et al. Anatomical and histochemical analysis of vegetative organs of *Vernonia ferrugínea* Less. (Asteraceae). Afr. J. Biotechnol 14 (38): 2734-2739. 2015.
- PEARSE, A. Histochemistry theoretical and applied. 4ª ed. v.II, Longman: Group Limited. 1980.
- PIZZOLATO, T. D.; LILLIE, R. D. Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for mucins. The Journal of Histochemistry and Cytochemistry 21: 56-64. 1973.
- RESTELLO, R. M.; MENEGATT, C.; MOSSI, A.J. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). Revista Brasileira de Entomologia. 53 (2):304-307. 2009.

- SANTOS, E. D.; FARIA, M. T.; VILHALVA, D. A. A. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais utilizadas pela população do residencial Goiânia Viva, região noroeste- Goiânia, Goiás, Brasil. *Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia* 7: 13-40. 2015.
- SILVA, A. T. et al. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo, p. 33-34. 1989.
- SILVA, L. D. et al. Bicyclogermacreno, resveratrol e atividade antifúngica em extratos de folhas de *Cissus verticillata* (L.) Nicolson e Jarvis (Vitaceae). *Revista Brasileira Farmacogn*, 17, 361-367. 2007.
- SILVA, R. J. F.; POTIGUARA, R. C. V. Substâncias ergásticas foliares de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae): caracterização histoquímica e ultra-estrutural. *Acta Amazonica* 39 (4): 793-798. 2009.
- SILVA, R.M.; FARIA, M.T. Caracterização etnobotânica e histoquímica de plantas medicinais utilizadas pelos moradores do Bairro Carrilho, Goianésia - GO. *Enciclopédia Biosfera* 10 (19): 2807-2829. 2014.
- SIMÕES, C. M. O. et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*, 5ª ed. Florianópolis: Editora da UFRGS. 2003.
- SVENDSEN, B. A.; VERPOORTE, R. *Cromatografia de alcalóides, parte A: cromatografia em camada fina*. Amsterdã, Oxford, Tóquio: Elsevier. 1983.
- TYLER, V.E.; BRADY, L.R.; ROBBERS, J. E. *Pharmacognosy*, 9ª ed. Philadelphia: Lea e Febiger. 1998.
- VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. *Temáticas* 22 (44): 201:218. 2014.

DESEMPENHO FOTOSSINTÉTICO DE MUDAS DE *Annona squamosa* L. SOB NÍVEIS CRESCENTES DE SOMBREAMENTO

Angelica Alves Gomes¹, Mariana Pizzatto², Angria Ferreira Donato¹, Matheus Marangon Debastiani¹, Andréa Carvalho da Silva¹, Adilson Pacheco de Souza¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Ciência Agrárias e Ambientais, Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: angelicalvesgomes@hotmail.com.

² Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

Área: Biodiversidade

RESUMO

Objetivou-se neste estudo avaliar o desempenho fotossintético de mudas de *Annona squamosa* L. sob níveis crescentes de sombreamento. A produção das mudas ocorreu na estação seca sob telas poliolefinas de 35, 50, 65 e 80% de sombreamento e ao pleno sol (controle). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 repetições, avaliando-se transpiração (E), fotossíntese (A), concentração de CO₂ na câmara subestomática (Ci), condutância estomática (gs) e por estimativa eficiência da carboxilação (Ec) e a eficiência de uso da água (EUA). Dentre as variáveis analisadas apenas a taxa de transpiração apresentou diferença significativa entre os níveis de sombreamento 15 DAT. Os maiores valores médios da condutância estomática foram observados nas mudas que encontravam-se na tela de 80% aos 57 e 71 Dias Após Transplântio (DAT), com diferenças para as telas poliolefinas de 35% e 50% de sombreamento, aos 85 DAT. A eficiência do uso da água apresentou diminuição nos sombreamentos de 65% e 80% aos 57 DAT, pleno sol, 35%, 65% e 80% aos 71 DAT, 65% aos 85 DAT, e as mudas que encontravam-se a pleno sol, nas duas últimas avaliações, condizentes com o período mais seco da região. O nível de sombreamento de 50% é mais indicado para a produção de mudas de *Annona squamosa* L., por promover maior fixação de CO₂ por molécula de água perdida.

Palavra-chave: Assimilação líquida de CO₂; Luminosidade; pinha; Transpiração

INTRODUÇÃO

As variações edafoclimáticas de uma região podem ser um dos fatores limitantes para o sucesso dos cultivos, assim como falta de adequação de sistemas de produção que propiciem condições ideais de cultivo (SABINO et al., 2020). Dentre os fatores ambientais, que restringem os cultivos, destacam-se os climáticos de radiação solar, temperatura, vento, água e umidade, fatores edáficos pertinentes as características físicas e químicas, fatores ecofisiológicos, além dos fatores genéticos da espécie (LOPES; LIMA, 2015).

No entanto, a luz é o principal componente na regulação da produção tendo papel efetivo no crescimento das plantas, influenciando não apenas com presença, mas também com a qualidade do espectro (KLEN et al., 2016). A quantidade, qualidade, duração e densidade de fluxo da radiação solar, interferem no processo da fotossíntese, transpiração, na morfologia e anatomia das folhas, na produção de pigmentos fotoprotetores e fotossintéticos entre outros (LOPES; LIMA, 2015; KLEIN et al., 2016).

O processo fotossintético corresponde a transformação da energia luminosa (radiação solar) em energia química ATP e NADPH, provenientes de reações nos fotossistemas I e II (FSI e FSII) e utilizados para a síntese de açúcares nas reações de fixação de carbono (KLUGE; TEZOTTO-ULIANA; DA SILVA, 2015). O excesso de radiação solar resulta em predisposição das plantas a fotoinibição, fotodestruição (danos aos centros de reação, principalmente o FSII) e estresse por calor levando a redução da fotossíntese, principal fonte de carboidrato para o crescimento (DUCK et al., 2016).

Na fase de desenvolvimento inicial ainda em viveiro, as condições do ambiente podem ser modificadas, favorecendo ecofisiologicamente a produção vegetal, a utilização de telas de sombreamento é uma alternativa viável para promover diretamente alterações na intensidade e o espectro da radiação, e indiretamente a temperatura e umidade do ambiente (HENRIQUE et al., 2011; SABINO et al., 2020)

As telas de sombreamento atenuam a radiação modificando-a qualitativamente transformando a luz direta em luz difusa promovendo respostas fisiológicas desejadas ao passo que a dispersão uniforme da radiação difusa melhora a penetração da luz modificada no dossel da planta, evitando a queima das folhas e favorecendo o resfriando as mesmas (ILIC et al., 2017; AHEMD et al., 2016).

As anonáceas consistem uma família de aproximadamente 120 gêneros e 2.300 espécies, no Brasil estão registradas 260 espécies, sendo algumas de importância econômica como a pinha (*Annona squamosa* L.), estas plantas são encontradas desde o norte do país até no estado de São Paulo, porém é na região do semiárido do Nordeste que o cultivo desta fruteira se destaca (SOBRINHO, 2014).

Comercialmente a *A. squamosa* tem importância devido aos altos preços tanto para fruta in natura quanto para polpa processada, além de apresentar propriedades nutraceuticas desejáveis dentre as quais vitaminas A, B, C, E e K1, antioxidantes, ácidos graxos poliinsaturados e a presença de minerais essenciais (LIU et al., 2013; SOBRINHO, 2014).

O entendimento e a adequação de técnicas de cultivo podem favorecer o desenvolvimento da cultura em regiões em que ainda não produz em escala comercial, como na região Norte do Mato Grosso, onde a produção de frutas é restrita. Contudo o presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho fotossintético da espécie *Annona squamosa* L. cultivada sob níveis crescentes de sombreamento em fase inicial de desenvolvimento na região de transição Cerrado-Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso (11° 51' 50" S e 55° 29' 08" W, 384,0 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é o Aw clima tropical de Savana quente e úmido, com dois regimes pluviométricos durante o ano, o seco (maio a setembro) e o chuvoso (outubro a abril), as temperaturas médias mensais variam de 24 a 27 °C e a precipitação média anual é de 1970 mm (DE SOUZA et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado composto por cinco ambientes de cultivo, os quais considerou-se uso de telas de sombreamento pretas em diferentes intensidades luminosas (35%, 50%, 65%, 80%) de bloqueio da radiação global e a condição pleno sol e seis repetições constituídas por uma planta. As mudas seguiram para viveiros suspensos, alinhados no sentido Leste-Oeste (3,0 x 1,0 x 1,0 m, comprimento x largura x altura) com coberturas superiores, frontais e laterais de telas poliolefinas agrícolas nos mencionados níveis de sombreamento.

Em cada uma das estruturas, foi instalado um Termo-Higrômetro modelo Icel HT-4000, protegido da incidência direta de luminosidade e água, armazenando os dados climáticos referentes a temperatura e umidade relativa do ar a cada 30 minutos, os dados climáticos para o pleno sol foram obtidos pela estação meteorológica da UFMT de Sinop.

Os frutos da *A. squamosa* L. foram coletados em 20/02/2020, os mesmos foram despolidos, realizada a limpeza das sementes, com quebra da dormência física feita com auxílio de lixa, sendo a semeadura realizada em leito de substrato comercial no dia 13/03/2020, e após 30 dias as plântulas consideradas normais foram transplantadas para tubetes com volume de 820 cm³, preparados previamente com substrato na formulação (2 solo florestal: 1 substrato comercial) em pleno sol. No dia 21/05/2020 o experimento foi iniciado com a transferência das mudas para os ambientes de cultivo. O método de irrigação adotado foi o de aspersão, constituindo um sistema de três aspersores por estrutura, fornecendo uma lâmina de 17,7 L h⁻¹ subdividida em 4 períodos de irrigação de 15 minutos.

A coleta de dados foi realizada com auxílio de um analisador de gás infravermelho, portátil de fotossíntese, modelo LCi-SD da ADC BioScientific, na intensidade luminosa de 1800 μmol m⁻² s⁻¹ com determinação das trocas gasosas por meio da mensuração da taxa de assimilação de CO² (*A*) (μmol CO² m⁻² s⁻¹) ou fotossíntese líquida, transpiração (*E*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (*g_s*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO² (*C_i*) (μmol CO₂ mol⁻¹), eficiência de carboxilação (*E_c*) (*A/C_i*) [(μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) (μmol CO₂ mol⁻¹)] e eficiência de uso da água (*EUA*) (*A/E*) (μmol CO₂ mmol⁻¹ H₂O). As aferições das respectivas variáveis foram efetuadas adotando-se, como critério, a terceira folha totalmente expandida, contada a partir do ápice do ramo (DALASTRA et al., 2014). As radiações global (Hg), fotossinteticamente ativa (RFA) e a luminância (LUX), foram obtidas simultaneamente as leituras com analisador de gás infravermelho, com dados coletados por meio de sensores da Apogee para Hg e RFA, e luxímetro digital LD-200 da Instrutherm. Para obtenção dos graus-dias acumulados (GDA) empregou-se a metodologia de Ometto (1981) conforme Rodrigues et al. (2016).

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05). Utilizou-se o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O padrão das variáveis climáticas diminuíram para todos os níveis de sombreamento, à medida que o período de seca foi se estendendo (Figura 1). Os níveis de sombreamento apresentaram microclima e acúmulo de graus dias distintos entre si em resposta ao fluxo de radiação e variações de temperatura em cada ambiente (Tabela 1).

Tabela 1 - Graus dias acumulados (GDA) para dias após tratamento (DAT), obtidos em cultivo de *Annona squamosa* L. sob 0, 35, 50, 65 e 80 % de sombreamento no município de Sinop-MT

Sombreamento (%)	GDA para DAT					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	253,49	438,62	667,66	867,02	1080,45	1298,06
35	265,90	470,00	701,25	911,43	1138,18	1361,11
50	272,05	482,60	710,27	927,74	1165,49	1401,21
65	257,25	454,00	675,53	870,03	1082,85	1297,80
80	281,60	487,70	712,64	918,48	1140,58	1358,88

(Fonte: Fontes: GOMES et al. 2020).

Dentre as variáveis analisadas é possível verificar que para 15 DAT apenas a taxa de transpiração apresentou diferença significativa entre tratamentos, proporcionando valor máximo 7,06 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ para 80% de sombreamento e mínimo de 4,91 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ para pleno sol (Tabela 3), essa diferença possivelmente está associada ao estresse térmico condicionado pela alta incidência de radiação global em pleno sol 593,33 Wm⁻² (Tabela 2), sendo as mudas consideradas ainda plantas jovens, quando submetidas a condições de radiação solar em excesso, podem ter sua

demanda evaporativa elevada, refletindo na restrição estomática à transpiração (ALBERTO; BORGES, 2009). Para as demais variáveis, a não variação entre ambientes de cultivo pode ser explicada pelo tempo de interferência dos tratamentos no desenvolvimento das mudas, que pode ser considerado relativamente curto para que as condições microclimáticas de cada tratamento provocassem mudanças significativas no metabolismo fotossintético (OLIVEIRA et al., 2016).

Tabela 2 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), radiação solar global (Hg) e luminância (LUX) obtidos em cultivo de *Annona squamosa* L sob 0, 35, 50, 65 e 80 % de sombreamento no município de Sinop-MT

Sombreamento (%)	Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) em $\mu\text{mol cm s}^{-1}$					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	1304,83 ± 16,5	1133,67 ± 24,6	1087,17 ± 22,6	678,00 ± 26,9	1470,17 ± 21,1	1510,50 ± 26,8
35	737,17 ± 66,7	632,67 ± 58,2	599,33 ± 33,5	836,83 ± 57,2	783,83 ± 53,4	733,17 ± 59,7
50	552,50 ± 24,3	605,67 ± 61,6	542,67 ± 68,9	652,00 ± 26,1	556,50 ± 63,2	604,00 ± 46,7
65	433,67 ± 27,1	551,67 ± 37,9	497,50 ± 42	470,17 ± 46,3	483,80 ± 57,8	417,20 ± 52,5
80	172,50 ± 10,5	193,50 ± 16,8	170,50 ± 10,7	183,83 ± 14,3	168,83 ± 18,5	135,83 ± 19,3
Sombreamento (%)	Radiação Solar Global (Hg) em Wm^{-2}					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	593,33 ± 33,8	509,17 ± 10,5	500,33 ± 9	317,50 ± 5,2	670,33 ± 7,5	690,67 ± 11,8
35	326,00 ± 31,3	308,67 ± 26,9	295,50 ± 22,3	367,83 ± 33,6	372,33 ± 24,8	335,17 ± 21,9
50	279,00 ± 25,7	245,33 ± 31,5	253,83 ± 38,2	292,17 ± 17,1	267,33 ± 24,5	262,00 ± 21,1
65	241,33 ± 28,2	238,67 ± 14,6	240,33 ± 21,3	209,50 ± 16,5	245,40 ± 12,8	245,80 ± 10,2
80	93,83 ± 8,6	103,67 ± 9,2	97,50 ± 13,2	98,00 ± 5	105,67 ± 4,6	83,67 ± 8
Sombreamento (%)	Luminância em Lux					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	367,33 ± 3,2	334,00 ± 4,9	318,00 ± 4	162,67 ± 30,9	401,17 ± 2,1	401,67 ± 5,4
35	197,67 ± 2,8	188,67 ± 4,2	143,67 ± 28,3	225,67 ± 14,7	228,50 ± 3	219,50 ± 3,8
50	144,33 ± 4,7	137,17 ± 11,7	125,50 ± 4,9	189,17 ± 15,6	161,67 ± 3,2	161,67 ± 2,9
65	132,33 ± 7,6	147,50 ± 2,4	144,33 ± 7,2	119,67 ± 6,2	126,20 ± 3	134,20 ± 2,5
80	47,83 ± 1,5	56,67 ± 3,5	48,00 ± 3,2	44,17 ± 11,7	48,50 ± 1,6	39,00 ± 2,5

(Fontes: Fontes: GOMES et al., 2020).

A radiação fotossinteticamente ativa, disponível é a principal estimulante da entrada da energia necessária para o processo fotossintético, com determinados comprimentos de onda, interferindo diretamente na abertura dos estômatos, limitando a ocorrência das trocas gasosas (TAIZ; ZEIGER, 2017). Tanto a concentração interna de carbono quanto a transpiração são variáveis reguladas pela condutância estomática. Nas avaliações dois, três, quatro e cinco é possível observar que houve diferenças significativas entre ambientes de cultivo para as três variáveis mencionadas (Tabela 3). Ao analisar a condutância estomática, o ambiente de 80% de sombreamento expressou valores superiores aos demais ambientes de cultivo para as quatro avaliações, esse padrão se deu em resposta a baixa radiação incidente dentro do ambiente de cultivo que variou de $97,5 \text{ Wm}^{-2}$ a $105,67 \text{ Wm}^{-2}$, comportamento semelhante ao descrito por (BALIZA et al., 2012) ao estudarem diferentes níveis de radiação para o cafeeiro.

Tabela 3 – Concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), assimilação de CO₂ (A), eficiência de carboxilação (Ec) e eficiência do uso da água (EUA) para *Annona squamosa* L., sob 0, 35, 50, 65 e 80 % de sombreamento no município de Sinop-MT. (Fonte: Gomes et al., 2020).

Sombreamento (%)	Concentração interna de CO ₂ (Ci) em µmol CO ₂ mol ⁻¹					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	300,05 a	252,44 b	297,27 b	237,50 ab	283,66 a	254,50 a
35	296,39 a	393,16 a	276,94 b	219,00 b	233,16 ab	239,83 a
50	306,05 a	271,16 ab	245,83 b	203,83 b	216,16 b	228,00 a
65	298,99 a	275,83 ab	293,61 b	242,33 ab	264,80 ab	236,60 a
80	286,05 a	302,61 a	299,46 a	274,50 a	257,33 ab	234,33 a
CV (%)	4,36	7,89	6,03	10,79	11,74	12,56
Sombreamento (%)	Transpiração (E) em mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	4,91 b	2,19 c	3,44 ab	2,86 bc	2,92 b	3,75 a
35	5,93 ab	3,72 bc	3,23 b	1,84 c	2,97 b	3,89 a
50	6,51 ab	3,32 bc	2,16 b	2,08 c	2,37 b	3,93 a
65	6,59 ab	4,93 b	3,29 ab	4,08 b	3,93 ab	3,79 a
80	7,06 a	7,28 a	5,46 a	6,81 a	5,15 a	4,24 a
CV (%)	16,66	30,28	36,78	28,51	35,21	25,39
Sombreamento (%)	Condutância estomática (gs) em mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	0,28 a	0,09 b	0,19 ab	0,06 bc	0,09 b	0,07 a
35	0,32 a	0,22 b	0,13 ab	0,04 c	0,08 b	0,09 a
50	0,40 a	0,16 b	0,08 b	0,04 c	0,05 b	0,09 a
65	0,37 a	0,26 b	0,20 ab	0,10 b	0,12 ab	0,09 a
80	0,38 a	0,45 a	0,304 a	0,21 a	0,19 a	0,10 a
CV (%)	31,43	45,01	59,10	38,29	48,98	35,88
Sombreamento (%)	Assimilação de CO ₂ (A) em µmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	9,21 a	6,73 a	8,35 a	4,68 b	4,99 b	5,51 a
35	11,54 a	8,56 a	7,88 a	3,99 b	7,02 ab	7,19 a
50	10,70 a	8,24 a	7,18 a	4,25 b	5,95 b	8,27 a
65	10,75 a	9,48 a	7,41 a	5,05 b	7,15 ab	6,85 a
80	12,83 a	11,64 a	10,57 a	9,80 a	10,51 a	8,32 a
CV (%)	22,45	37,05	43,44	40,08	37,71	30,03
Sombreamento (%)	Eficiência de carboxilação (Ec) em [(µmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) (µmol CO ₂ mol ⁻¹) ⁻¹]					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	0,03 a	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,01 b	0,22 a
35	0,03 a	0,03 a	0,02 a	0,01 a	0,02 ab	0,03 a
50	0,03 a	0,03 a	0,02 a	0,02 a	0,02 ab	0,03 a
65	0,03 a	0,03 a	0,02 a	0,02 a	0,02 ab	0,02 a
80	0,04 a	0,03 a	0,03 a	0,03 a	0,04 a	0,03 b
CV (%)	23,84	38,34	43,66	45,63	31,20	33,58
Sombreamento (%)	Eficiência do uso da água (EUA) em µmol CO ₂ mmol ⁻¹ H ₂ O					
	15 DAT	29 DAT	43 DAT	57 DAT	71 DAT	85 DAT
0	1,99 a	3,02 a	2,36 b	1,62 ab	1,78 b	1,44 b
35	1,95 a	2,31 ab	2,40 b	2,12 a	2,43 ab	1,91 ab
50	1,60 a	2,48 ab	3,31 a	2,03 ab	2,51 a	2,08 a
65	1,61 a	1,93 b	2,14 b	1,32 b	1,89 ab	1,84 ab
80	1,81 a	1,59 b	1,94 b	1,44 ab	2,07 ab	1,95 ab
CV (%)	16,91	22,96	14,62	25,61	18,92	19,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

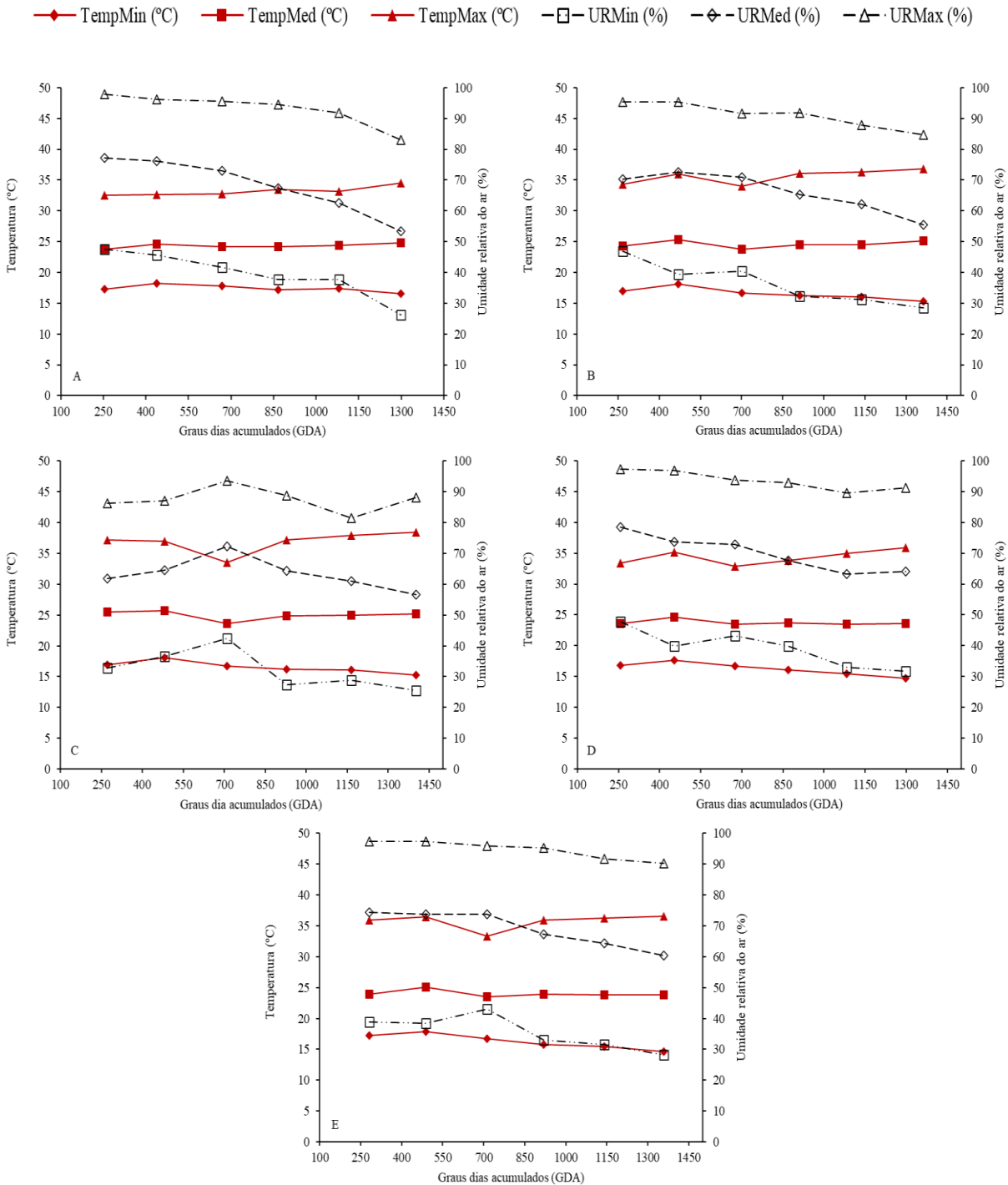


Figura 1 – Médias do período de dias anteriores a cada leitura para, temperatura mínima (TempMin), média (TempMed) e máxima (TempMax), umidade relativa do ar mínima (URMin), média (URMed) e máxima (URMax) para pleno sol (A), 35% de sombreamento (B), 50% de sombreamento (C), 65% de sombreamento (D) e 80% de sombreamento (E).

A radiação fotossinteticamente ativa, disponível é a principal estimulante da entrada da energia necessária para o processo fotossintético, com determinados comprimentos de onda, interferindo diretamente na abertura dos estômatos, limitando a ocorrência das trocas gasosas (TAIZ; ZEIGER, 2017). Tanto a concentração interna de carbono quanto a transpiração são variáveis reguladas pela condutância estomática. Nas avaliações dois, três, quatro e cinco é possível observar que houve diferenças significativas entre ambientes de cultivo para as três variáveis mencionadas (Tabela 3). Ao analisar a condutância estomática, o ambiente de 80% de sombreamento expressou valores superiores aos demais ambientes de cultivo para as quatro avaliações, esse padrão se deu em resposta a baixa radiação incidente dentro do ambiente de cultivo que variou de $97,5 \text{ Wm}^{-2}$ a $105,67 \text{ Wm}^{-2}$, comportamento semelhante ao descrito por (BALIZA et al., 2012) ao estudarem diferentes níveis de radiação para o cafeeiro.

Em resposta a maior condutância estomática, as taxas de concentração interna de carbono foram superiores para o ambiente tela de 80% 24 e 43 DAT, diferindo em 57 DAT apenas dos ambientes de 35% e 50% de sombreamento.

Nesta leitura a concentração interna de carbono das mudas em pleno sol foi semelhante aos demais tratamentos, devido a menor variabilidade dos parâmetros microclimáticas apresentados pelos ambientes de crescimento das mudas, favorecida por um dia mais nublado com radiação de $317,5 \text{ Wm}^{-2}$ (Tabela 2) temperaturas médias variando de 24,58, a 23,97 °C e umidade relativa média de 57,35 e 59,43% para ambiente de pleno sol e de 80% de sombreamento (Figura 1). Essas condições também refletiram na transpiração e condutância estomática para as mudas que encontravam-se no pleno sol, 35%, 50% e 65% de sombreamento.

Maiores porcentagens de sombreamento promoveram maiores taxas de transpiração e condutância estomática 71 DAT, sendo o ambiente de 80% superior aos demais, porém para a variável concentração interna de carbono o maior valor foi observado em pleno sol diferindo apenas do ambiente de 50%. De acordo com os resultados obtidos por Baliza et al. (2012), plantas quando cultivadas a pleno sol tem capacidade de promoverem a especialização do tecido clorofiliano de forma a se adaptarem as condições de seca, demonstrando maiores densidade de estômatos, de menores tamanhos, permitindo que estes captem as mesmas quantidades de CO_2 ao permanecerem abertos durante menor tempo impedindo assim maior perda de água por transpiração, isso explica a semelhança entre a concentração interna de carbono do tratamento pleno sol para os demais ambientes sombreados para todos os DATs.

O aumento da porcentagem de sombreamento promoveu acréscimo da taxa de assimilação de CO_2 ou fotossíntese líquida, porém, essas variações só foram significativas aos 57 e 71 DAT, apresentando maior valor de fotossíntese líquida o ambiente de 80% diferindo dos demais 57 DAT, e do pleno sol e 50% 71 DAT. Assim como as demais variáveis já abordadas a fotossíntese líquida também é influenciada pela condutância estomática (ALBERTO; BORGES, 2009), que nesse caso foi favorecida no ambiente de 80% devido a maior atividade dos estômatos.

A taxa fotossintética nos telados apresentaram valores abaixo dos valores da escala referência para plantas C3 que fica entre 12 e $25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (PIMENTEL, 1998), em comparação entre ambientes de cultivo e leituras, verifica-se que 15 DAT os valores de assimilação de CO_2 eram muito próximos aos valores da escala referência, apresentando redução gradativa a medida que a estação de seca foi se estendendo, deixando claro a interferência das altas taxas luminosas, de radiação, temperatura e baixa umidade relativa do ar no mecanismo de regulação osmótica ocasionando resistência a difusão de CO_2 (MEINZER et al., 2017). A interferência climática no cultivo da pinha foi identificada por Dailson et al., 2020 que ao avaliarem dois acessos de *Annona squamosa* L. em épocas de chuva e seca identificaram que ambos apresentaram maior desempenho fotossintético $35,44 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em época de chuva, devido a ocorrência de condições climáticas amenas. Os valores de taxa fotossintética observados nesse estudo foram semelhantes aos encontrados por (BARON et al., 2014), ao analisar as trocas gasosas em espécies de *Annonaceae* em diferentes proteções ambientais, com valores variando de 2,52 a $8,31 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

A variável eficiência de carboxilação é dada por meio razão A/C_i e juntamente com a fixação de carbono promovida pela atividade da enzima Ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (RuBisCO) (EVANS; VON CAEMMERER, 2011), porém em condições de estresse a atividade da carboxilase é afetada, diminuindo a assimilação de CO_2 (A) e a eficiência de carboxilação pelas plantas. Esse comportamento pode ser identificado pelas diferenças entre tratamentos, observadas para 71 e 85 DAT, sendo eficiência de carboxilação superior no ambiente de 80% de sombreamento 71 DAT, diferindo apenas das mudas que encontravam-se a pleno sol, que foi reduzida possivelmente por fotoinibição por excesso de radiação global de $670,33 \text{ Wm}^{-2}$ e de radiação fotossinteticamente ativa $1470,17 \mu\text{mol cm s}^{-1}$. Em 85 DAT, a eficiência da carboxilação foi superior no pleno sol, diferindo apenas do telado de 80%, apresentando padrão inverso ao observado 71 DAT, neste caso a redução da eficiência de carboxilação para o ambiente de 80% de sombreamento foi promovida pela baixa radiação global (Hg) $83,67 \text{ Wm}^{-2}$ e de radiação fotossinteticamente ativa de $135,83 \mu\text{mol cm s}^{-1}$, menores médias observadas em todo o período de condução do estudo.

A eficiência do uso da água é dada pela relação entre a A/E , onde os valores observados estão relacionados com a quantidade de carbono que a planta fixa para cada unidade de água que ela perde. Nesse sentido o decréscimo observado para eficiência de uso da água nos ambientes de 65% e 80% de sombreamento 24 DAT, pleno sol, 35%, 65% e 80% 43 DAT, 65% 57 DAT, pleno sol 71 e 85 DAT são reflexos do aumento das maiores taxas de assimilação de CO_2 e transpiração foliar. Esse padrão também foi observado por Ferraz et al. (2012) em plantas de feijoeiro, à medida que a assimilação de CO_2 e transpiração aumentaram a eficiência de uso da água (EUA) foi reduzida. De maneira geral, quando as plantas são submetidas a algum tipo de estresse sua condutância estomática diminui juntamente com a transpiração e a eficiência de uso da água é aumentada (DALASTRA et al., 2014).

CONCLUSÃO

O uso de telas de sombreamento alterou as respostas fotossintéticas de *A. squamosa* L. ao longo do desenvolvimento das mudas, sendo que telas polifinas com 50% de sombreamento, apresentam melhores respostas de eficiência fotossintética por promover maior fixação de CO_2 por molécula de água perdida.

AGRADECIMENTOS

A UFMT - *Campus* Sinop pela oportunidade e espaço oferecidos.

Aos integrantes do grupo de pesquisa Interações Ambiente e Planta, pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

A Embrapa Agrossilvipastoril, pelo empréstimo de equipamentos que auxiliaram a coleta de dados.

REFERÊNCIAS

- AHEMD, H. A.; AL-FARAJ, A. A.; ABDEL-GHANY, A. M. Shading greenhouses to improve the microclimate, energy and water saving in hot regions: A review. *Scientia Horticulturae*, n. 201, p. 36-45, 2016.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da Fotossíntese. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 7, n. 4, p. 463–472, 2009.
- BALIZA, D. P. et al. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. *Coffee Science*, v. 7, n. 3, p. 250–258, 2012.
- BARON, D. et al. Gas exchanges in annonaceae species under different crop protections. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. spe1, p. 243–250, 2014.
- DAILSON, J. et al. Alterações fisiológicas no crescimento inicial de pinheira (*Annona squamosa* L.) submetida ao stresse hídrico. *Revista de ciências Agrárias*, v. 43, n. 1, p. 53–63, 2019.
- DALASTRA, G. M. et al. Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta. *Bragantia*, v. 73, n. 4, p. 365–371, 2014.
- DE SOUZA ROLIM, G. et al. Climatic classification of köppen and thornthwaite systems and their applicability in the determination of agroclimatic zoning for the state of São Paulo, Brazil. *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 711–720, 2007.
- DUECK, T.; IEPEREN, W. V.; TAULAVORI, K. Light perception, signalling and plant responses to spectral quality and photoperiod in natural and horticultural environments. *Environmental and Experimental Botany*, n. 121, p. 1-3, 2016.
- EVANS, J. R.; VON CAEMMERER, S. Enhancing photosynthesis. *Plant Physiology*, v. 155, n. 1, p. 19, 2011.
- FERRAZ, R. L. S. et al. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 2, p. 181-188, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.
- HENRIQUE, P.C. et al. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n. 45, p. 458-465, 2011.
- ILIC, Z. S.; FALLIK, E. Light quality manipulation improves vegetable quality at harvest and postharvest: A review. *Environmental and Experimental Botany*, n. 13, p.79-90, 2017.
- KLEIN, J. et al. Influência de protetores físicos coloridos nas trocas gasosas em mudas de canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.]. *Ciência Florestal*, n. 26, p.797-809, 2016.
- KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.
- KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la Tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.
- LIU, K.D. et al. Effect of exogenous oxalic acid treatment on ripening and preservation of *Annona squamosa* L. fruits during postharvest storage. *Food Science*, n. 14, p.329-334, 2013.
- MEINZER, F. C. et al. Stomatal kinetics and photosynthetic gas exchange along a continuum of isohydric to anisohydric regulation of plant water status. *Plant Cell and Environment*, v. 40, n. 8, p. 1618–1628, 2017.
- OLIVEIRA, M. C. et al. Manual de Viveiro e Producao de Mudas. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1042301/1/ManualdeViveiroproducaodemudas.pdf>. Acesso em: 27 out. 2020.
- PIMENTEL, C. *Metabolismo de Carbono na Agricultura Tropical*. Seropédica: Edur, 1998. 150p.
- POPES, N. F.; LIMA, M. G. S. Crescimento e produtividade das culturas. *Fisiologia da produção*, Viçosa, MG, Editora UFV, p. 23-50, 2015.

RODRIGUES, B. R. A. et al. Determination of cardinal temperatures for sugar apple (*Annona squamosa* L.), *Ciência e Agrotecnologia*, v. 40, n.2, p. 145-154, 2016.

SABINO, M. et al. Crescimento inicial de Ipê-amarelo amazônico e de cerrado cultivados sob diferentes intensidades de sombreamento e comprimento espectral de onda. *Interciencia*, v. 45, n. 4, 2020.

SOBRINHO, B. R. Produção integrada de Anonáceas no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. spe 1, Jaboticabal, 2014.

DE SOUZA, A. P. et al. Classificação Climática E Balanço Hídrico Climatológico No Estado De Mato Grosso in Mato Grosso State , Brazil. *Nativa*, n. 1948, p. 34-43, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *Octoblepharum albidum* Hedw. (CALYMPERACEAE) NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Karen Ribeiro Cruz^{1,5}; Jessica Perreira da Silva^{1,5}; Domingos Lucas dos Santos-Silva^{2,5*}; Denilson Fernandes Peralta³ & Célia Regina Araújo Soares-Lopes^{4,5}

¹Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Alta Floresta. ²Doutorando em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Nova Xavantina; [*domingoslukas@gmail.com](mailto:domingoslukas@gmail.com); ³Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Briologia, São Paulo; ⁴ Professora, Dra. da Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Alta Floresta. ⁵Herbário da Amazônia Meridional, Câmpus de Alta Floresta.

Área: Biodiversidade

RESUMO

Com o objetivo de conhecer a amplitude geográfica de *Octoblepharum albidum* Hedw. no estado do Mato Grosso, uma análise biogeográfica foi realizada com base em informações de registros de ocorrência disponibilizados em repositórios de biodiversidade *online*. Disponibiliza-se aqui imagem da espécie e pela primeira vez, mapas de distribuição geográfica da espécie por municípios e biomas do Mato Grosso. Os resultados mostram que *O. albidum* encontra-se distribuída em 27 municípios pertencentes às regiões Norte, Nordeste, Centro-Sul e Sudeste do estado. Destacando-se em número de ocorrência o município de Nova Xavantina. Quanto aos biomas, ocorrem em maior número no Cerrado, seguido da Amazônia e Pantanal. As informações de distribuição geográfica aqui apresentadas podem auxiliar a identificar áreas que necessitam de maiores esforços amostrais de populações de briófitas, o que é de grande relevância para formulação de estratégias de conservação para um Estado que se encontra no arco do desmatamento.

Palavras-chave: Biodiversidade; Briófitas; Déficit Wallaceano; Musgo

INTRODUÇÃO

As briófitas tendem a apresentar uma distribuição ampla, podendo algumas espécies se distribuir de forma cosmopolita ou global (TAN; PÓCS, 2000). Um exemplo, é a espécie *Octoblepharum albidum* Hedw., que ocorre em uma ampla faixa geográfica de ambientes tropicais e ocasionalmente em ambientes temperados (SALAZAR-ALLEN, 1991; ZANG et al., 2003). No Brasil, pode ser encontrada em florestas tropicais, florestas secas (Caatinga), savanas (Cerrado), vegetação costeira (Restinga) e em ambientes antrópicos (MACIEL-SILVA, 2009; 2013), com registro em diferentes tipos de vegetação de todas as regiões do Brasil (COSTA; PERALTA, 2015).

Embora a espécie *O. albidum* apresente uma ampla distribuição no Brasil, regionalmente pode ser rara e/ou ameaçada e, por esta razão podendo ser excluídas de atividades conservacionista. As informações de distribuição geográfica auxiliam nessas decisões (BROENNIMANN et al., 2005), visto que, a IUCN (2014) utiliza duas métricas 'estatísticas' para determinar a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas, que são: a Área de Ocupação (AOO; área dentro de uma 'extensão de ocorrência' que é ocupada por um táxon) e a Extensão de Ocorrência (EOO; área contida dentro de um limite imaginário contínuo que abrange todos os locais conhecidos ou projetados de ocorrência de um táxon).

Nesse sentido, *O. albidum*, bem como outras espécies de musgos podem estar ameaçados no estado de Mato Grosso, diante da fragmentação florestal, atividades agropecuárias e pelas consequências das mudanças climáticas, já que faz parte de um grupo sensível às mudanças ambientais e microclimáticas (LEHOSMAA et al., 2017). Assim, o objetivo deste trabalho é fornecer uma compreensão da distribuição regional de *Octoblepharum albidum* no estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Mato Grosso é um estado da região Centro-Oeste do Brasil, com aproximadamente 903.357 km² de extensão. Apresenta diferentes tipos vegetacionais inseridos nos biomas Amazônia, Cerrado, Pantanal e áreas de transição entre esses biomas. Possui uma temperatura média anual superior a 24 °C e uma pluviosidade média anual de 2.000 mm (MATO GROSSO, 2020).

Caracterização da espécie estudada

Octoblepharum albidum se distribui em todos os estados brasileiros e apresenta um gametófito com tamanho variado, geralmente verde-esbranquiçado, às vezes com coloração rosa ou purpúrea na região basal dos filídios; filídios com margem serrilhada e ápice apiculado; seta acastanhada e cápsula ovóide (OLIVEIRA-DA-SILVA; ILKIU-BORGES, 2018; NASCIMENTO et al., 2020).

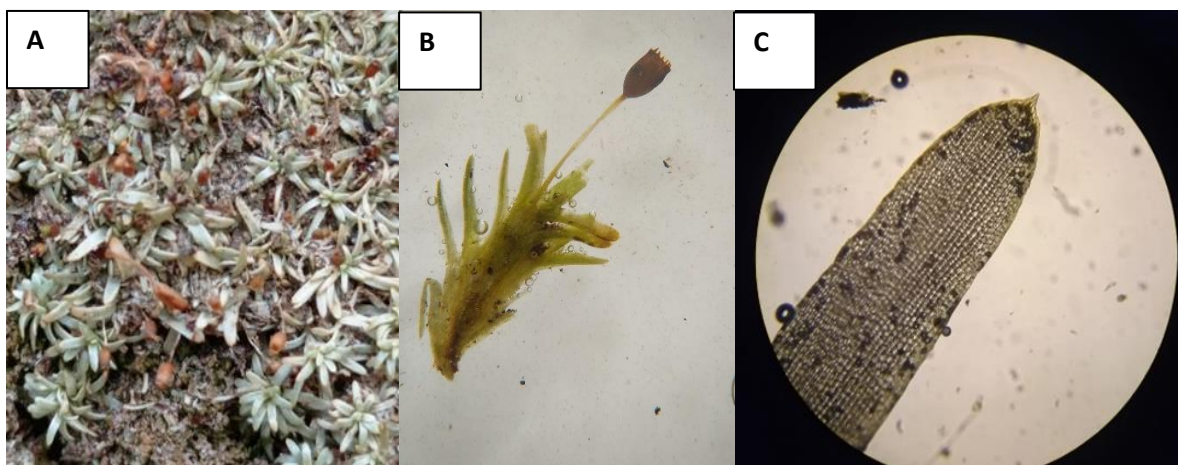


Figura 1 – *Octoblepharum albidum*. (A) Hábito do gametófito; (B) Aspecto geral do gametófito; (C) Filídio. (Fonte: O autor).

Análise da distribuição geográfica

Os dados de ocorrência de *O. albidum* para o estado de Mato Grosso foram obtidos em plataformas *online* (REFLORA - Lista da Flora do Brasil 2020 - <http://reflora.jbrj.gov.br>), SpeciesLink (<http://slink.cria.org.br/>) e GBIF - *The Global Biodiversity Information Facility* (<https://www.gbif.org/>), entre setembro e outubro de 2020. Excluiu-se registros sem coordenadas e sem especificação de localidade de coleta, posteriormente conferiu-se as coordenadas geográficas no *Google Maps* (www.google.com.br/maps/preview). Quando as informações dos locais de coletas e coordenadas não foram precisas, esses registros também foram excluídos. Após essa checagem obteve-se um banco de dados com 164 pontos de ocorrência. A grafia, autor e sinonímia da espécie foram consultados na Lista da Flora do Brasil 2020.

Para investigar a distribuição geográfica, plotou-se os pontos de ocorrência sob o *shapefile* das cidades de Mato Grosso e biomas que nele ocorrem. Todos os mapas foram plotados conforme a circunscrição de biomas e território mato-grossense proposto por IBGE (2019), utilizando o software QGIS (QGIS Development Team 2015; <http://www.qgis.org/en/site/>).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a amplitude de distribuição de *O. albidum* em Mato Grosso, observou-se que dos 141 municípios do estado de Mato Grosso, *O. albidum* encontra-se em 27 pertencentes às regiões Norte, Nordeste, Centro-Sul e Sudeste do estado. Destacando-se em número de ocorrência o município de Nova Xavantina (44) (Figura 2; Figura 3). O destaque deste município em número de ocorrência pode ser explicado pelo longo histórico de coletas e centro de pesquisa antigo, com a presença de coleções bem representativas de espécies de criptógamas. Como por exemplo, o Herbário NX, da Universidade do Estado de Mato Grosso que apresenta uma das maiores coleções de musgos do Centro-Oeste (INCT, 2020).

Este fenômeno é conhecido como “efeito museu”, que por sua vez, destaca que áreas mais próximas de centro de pesquisas são em geral mais conhecidas (HOPKINS, 2007; SCHULMAN et al. 2007). Assim, a carência de esforços amostrais para *O. albidum* em diferentes áreas do Mato Grosso, afeta o conhecimento da real distribuição da espécie, que automaticamente interfere nas conclusões de estudos macroecológicos e de conservação.

Uma das grandes problemáticas disso, é que *O. albidum* encontra-se distribuída em todos os estados brasileiros, ganhando um *status* de distribuição bem definida, isso faz com que estudos biogeográficos para a espécie sejam negligenciados, principalmente em regiões que sofrem fortemente com as ameaças de ações antrópicas, como no arco do desmatamento, que é uma região que compreende os maiores índices de desmatamento da Amazônia.

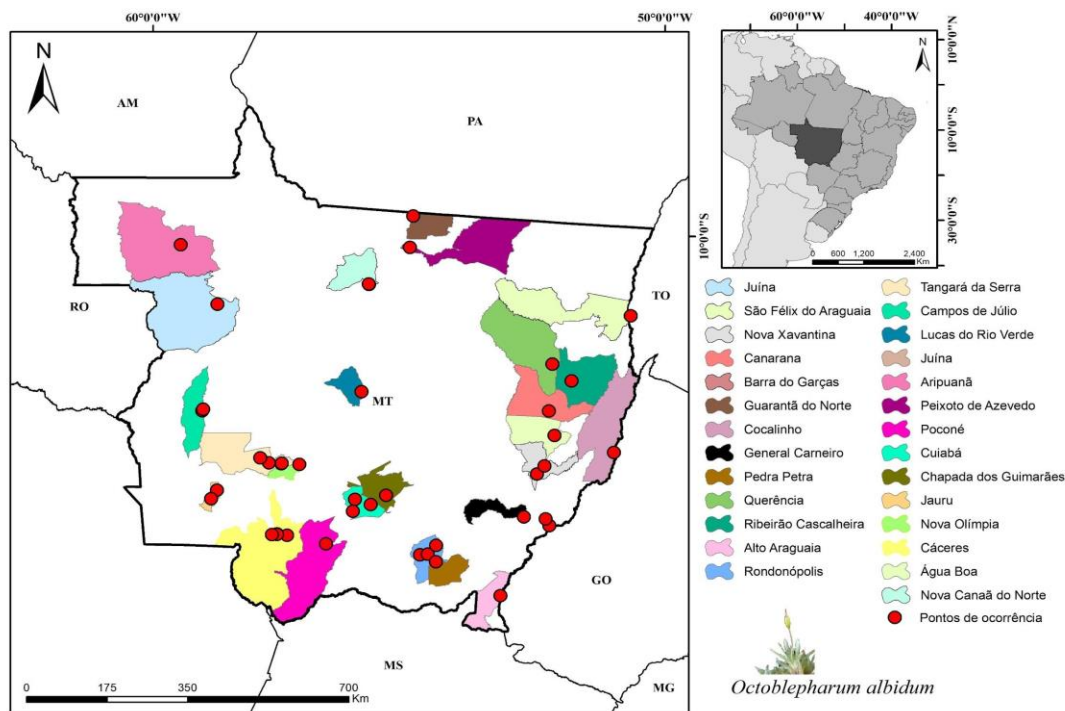


Figura 2 – Distribuição de *Octoblepharum albidum* nos municípios de Mato Grosso, Brasil. (Fonte: O autor).

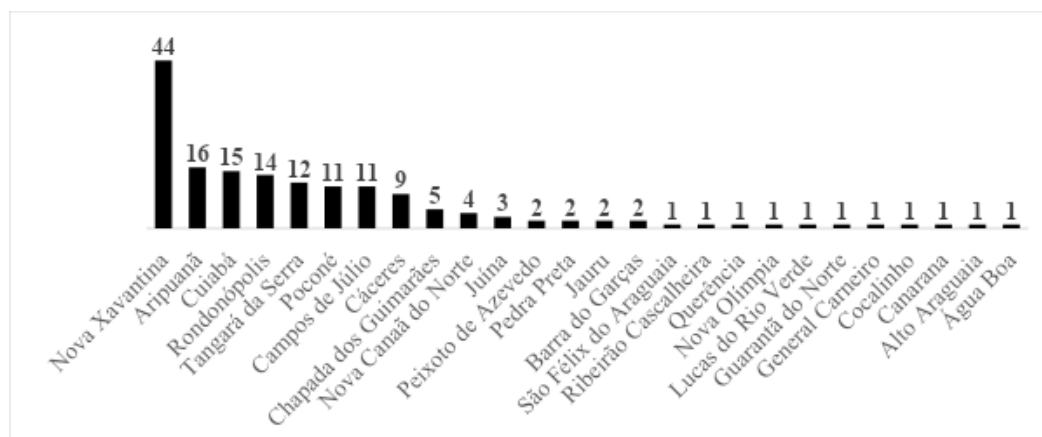


Figura 3 – Número de ocorrência de *Octoblepharum albidum* nos municípios de Mato Grosso, Brasil. (Fonte: O autor).

Os vieses de amostragem de espécies são notados em todos os biomas brasileiros, na qual é relacionado com vias de acesso e grupo taxonômico de interesse (OLIVEIRA et al., 2016). *O. albidum* é registrado em maior número no bioma do Cerrado, com 116 pontos de ocorrência, seguido da Amazônia (42) e Pantanal (5) (Figura 4). Como visto, Pantanal foi o bioma com menor número de registros, isso pode ser explicado pelo fato de que o Pantanal apresenta a maior intensidade de coleta de animais do que de plantas (OLIVEIRA et al., 2016).

O conhecimento da distribuição geográfica aqui apresentado de *O. albidum* no estado do Mato Grosso por biomas e municípios de ocorrência, auxiliam a responder questões-chaves acerca da biogeografia, ecologia, biologia evolutiva, sistemática e conservação de Calymperaceae e *O. albidum* no estado do Mato Grosso e automaticamente no Brasil, visto que as espécies evoluem em áreas nas quais se dispersam; os indivíduos que se desenvolvem em determinadas áreas de ocorrência estão relacionadas as variáveis edafoclimática do ambiente; nas regiões que ocorrem entende-se quais os possíveis organismos podem interagir com *O. albidum* e limites de dispersão.

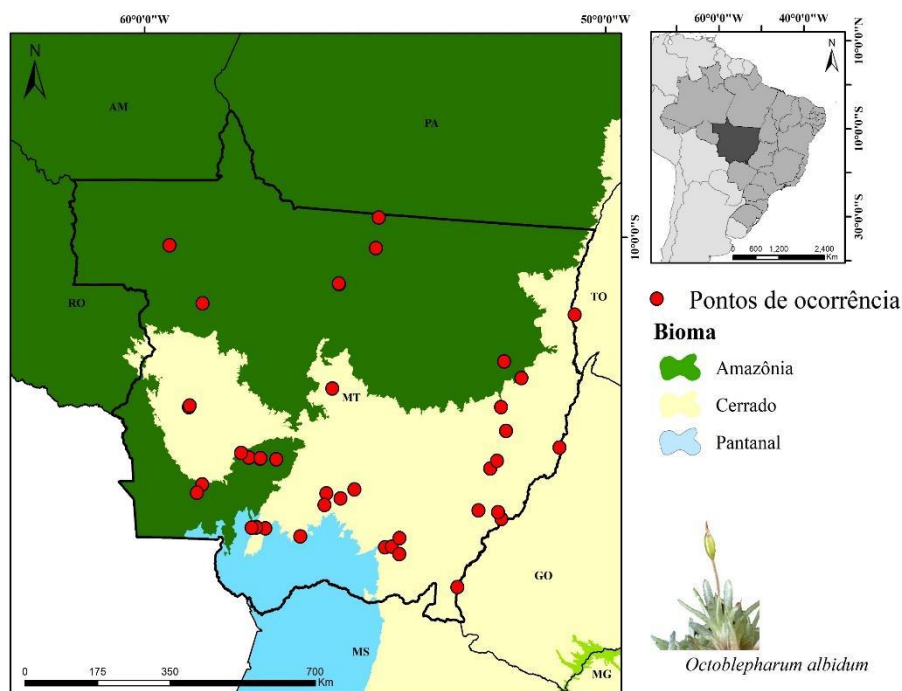


Figura 4 – Distribuição de *Octoblepharum albidum* nos biomas mato-grossenses, Brasil. (Fonte: O autor).

CONCLUSÃO

Neste estudo, fez-se as primeiras caracterizações quantitativas da distribuição de *O. albidum* no estado de Mato Grosso, que contribui na disponibilização de evidências para avaliar o estado de conservação da espécie e áreas que necessitam de esforço amostral no estado que se encontra no arco do desmatamento. Na qual, as lacunas atuais de conhecimento tornam-se difícil monitorar a população de *O. albidum* ao longo do tempo e do espaço. Afirma-se, no entanto, que os esforços de coletas em áreas pouco amostrada e/ou não amostradas têm o potencial de melhorar o conhecimento da distribuição, limites de alcance e padrões de distribuição desta espécie de musgo e de outros grupos de briófitas. Ainda, sugere-se que os outros estudos biogeográficos de *O. albidum* considerem de forma direta a escassez de conhecimento de distribuição geográfica em determinadas regiões e que estudos de modelagem de nicho possam ser realizados com o intuito de registrar áreas potenciais de ocorrência de *O. albidum* no Mato Grosso e Brasil.

REFERÊNCIAS

- BROENNIMANN, O. et al. Rarity types among plant species with high conservation priority in Switzerland. *Botanica Helvetica*, v.115, n.2, 95-108, 2005.
- COSTA, D.P.; PERALTA, D.F. Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v.66, n.4, p.1063-1071, 2015.
- HOPKINS, M.J.G. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography*, v.34, 1400-1411, 2007.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/>>. Acessado em 07 de outubro de 2020.
- INCT - Herbário Virtual da Flora e dos Fungos. Herbário NX. 2020. Disponível em: <<http://inct.florabrasil.net/participantes/herbarios-curadores/nx-herbario-do-campus-universitario-de-nova-xavantina/>>. Acessado em 28 outubro 2020.
- IUCN - Standards and Petitions Subcommittee. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 11. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. 2014. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>>. Acessado em: 28 outubro 2020.
- LEHOSMAA, K. et al. Anthropogenic habitat disturbance induces a major biodiversity change in habitat specialist bryophytes of boreal springs. *Biological Conservation*, v.215, 169-178, 2017.
- MACIEL-SILVA, A.S. et al. Reproductive traits in the tropical moss *Octoblepharum albidum* Hedw. differ between rainforest and coastal sites. *Journal of Bryology*, 35:3, 206-215, 2013.

MATO GROSSO – Governo de Mato Grosso. Geografia. 2020. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/geografia>. Acessado em 10 outubro 2020.

NASCIMENTO, G.M.G. et al. Bryophytes of Sete Cidades National Park, Piauí, Brazil. Check List, v. 16, p. 969, 2020.

OLIVEIRA, U. et al. The strong influence of collection bias on biodiversity knowledge shortfalls of Brazilian terrestrial biodiversity. Diversity and Distributions, v.22, n.12, 1232-1244, 2016.

OLIVEIRA-DA-SILVA, F.R.; ILKIU-BORGES, A.L. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Calymperaceae. Rodriguésia, v.69, n.3, 955-967, 2018.

SALAZAR-ALLEN, N. Um tratamento preliminar das espécies da América Central de *Octoblepharum* (Musci: Calymperaceae). Tropical Bryology, v.4, 85-97, 1991.

SCHULMAN, L.; TOIVONEN, T.; RUOKOLAINEN, K. 2007. Analysing botanical collecting effort in Amazonia and correcting for it in species range estimation. Journal of Biogeography, v.34, 1388-1399, 2007.

TAN, B.C.; PÓCS, T. Bryogeography and conservation of bryophytes. In: SHAW, A.J.; GOFFINET, B. (eds.) Bryophyte biology. Cambridge: Cambridge University Press. 2000. Pp. 403-448.

ZHANG, L. et al. Three modes of asexual reproduction in the moss *Octoblepharum albidum*. Journal of Bryology, v.25, n.3, 175-179, 2003.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott (ARACEAE): UMA ESPÉCIE ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL NO BRASIL

Rute Ribeiro Cruz¹, Domingos Lucas dos Santos-Silva², Viviane Martins³

¹ Universidade Do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós graduação em genética e melhoramento de Plantas, Cidade, Mato Grosso, Brasil. rute.ribeiro@unemat.br

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. domingoslukas@gmail.com

³ Universidade Do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós graduação em genética e melhoramento de Plantas, Cidade, Mato Grosso, Brasil. Vivianemartins@unemat.br

Área: Biodiversidade

RESUMO

Com o intuito de conhecer a distribuição geográfica de uma espécie alimentícia não convencional, a taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (Araceae)) no Brasil, uma análise biogeográfica foi realizada com base em informações de ocorrência geográfica disponíveis em plataformas *online*. Disponibiliza-se aqui mapas de distribuição geográfica e imagem da espécie. Nossos resultados mostram que *X. sagittifolium* se distribui em estados da Região Norte, Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil. Em diferentes ambientes dos biomas Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e Amazônia. A densidade de ocorrência da espécie foi em florestas tropicais úmidas, em ambientes à margem de áreas úmidas e sombreados, no entanto, suportam ambientes com estresse hídricos como na Caatinga. Assim, este estudo contribuiu de forma primária para o preenchimento de uma grande lacuna de informações de distribuição da espécie aqui analisada, na qual poderá alicerçar a estratégia de cultivo e exploração em regiões pouco exploradas e/ou que não conhecem o potencial de uso, poderá assim, garantir a segurança alimentar de milhares de pessoas durante períodos de carência sazonal das culturas comerciais.

Palavras-chave: Biogeografia; PANC; Taioba.

INTRODUÇÃO

A diversidade de angiospermas para o Brasil é estimada mais de 35.694 espécies (REFLORA, 2020), dessas, muitas apresentam potencial alimentício e medicinal (BIONDO et al. 2018). No entanto, esses potenciais são desvalorizados e subutilizados pela população (LUIZZA et al.2013), como por exemplo as plantas alimentícias não-convencionais (PANC) (BIONDO et al. 2018).

Para o Brasil, são citadas cerca de 5.000 PANC (KINUPP; LORENZI, 2014), dentre elas tem-se a *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, popularmente conhecida como taioba, taiova, orelha de elefante, pé-de-bezerro e dentre outros (CARVALHO; CORDEIRO, 1990). Embora a taioba seja uma espécie originária de regiões tropicais da América do Sul, sua distribuição geográfica no Brasil ainda é desconhecida, mas faz parte do comércio da Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (SEGANFREDO et al., 2001; SOUZA; FINGER, 2014; REFLORA 2020). Assim, analisar a distribuição geográfica dessas espécies pode contribuir para o conhecimento íntegro de locais potenciais de uso, as variações de usos conforme a cultura popular da região que a espécie se distribui, dar suporte a estudos de avaliação de suscetibilidade de doenças, auxiliar projetos de manejo e uso sustentável da espécie, programas de conservação e para planejamentos de cultivos. A partir disso, neste estudo analisa-se a distribuição geográfica de *Xanthosoma sagittifolium* e os tipos de habitat que se desenvolvem no território brasileiro. objetiva em analisar a distribuição geográfica de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott no Brasil. Tem-se como objetivo: (1) Mapear as áreas de distribuição geográfica; (2) caracterizar as áreas com maiores densidade de ocorrência. Este estudo fornece informações quantitativas como uma ferramenta para avaliar o estado de conservação das espécies e para orientar as ações de conservação futuras.

MATERIAL E MÉTODOS

Os registros de ocorrência de *X. sagittifolium* foram extraídos de bases online (REFLORA - Lista da Flora do Brasil (<http://reflora.jbrj.gov.br>), species Link (<http://splink.cria.org.br/>) e GBIF - The Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/>)), entre setembro e outubro de 2020. Excluiu-se registros sem coordenadas e sem especificação de localidade. Desconsiderou-se os registros com identificações consideradas equivocadas após comparação com as imagens disponíveis *online*. Posteriormente, verificou-se a grafia, autor e sinônimia do nome na Lista da Flora do Brasil 2020 e, então, conferiu-se as coordenadas geográficas no *Google Maps* (www.google.com.br/maps/preview). Quando as informações dos locais de coletas e coordenadas não foram precisas, excluiu-se os registros. Após essa checagem obteve-se um banco de dados com 72 pontos de ocorrência de *X. sagittifolium*.

A partir do banco de dados, investigou-se a distribuição geográfica. Na qual, nos resultados está apresentado por estados federativos, região e bioma. A distribuição espacial de *X. sagittifolium* foi analisada por meio da técnica de densidade de kernel, onde, trata-se de uma ferramenta para identificar e representar padrões em uma distribuição espacial

(Smith et al. 2015). Todos os mapas foram plotados conforme a circunscrição de biomas e território brasileiro proposto por IBGE (2003), utilizando o software QGIS (QGIS Development Team 2015; <http://www.qgis.org/en/site/>).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a amplitude de distribuição de *X. sagittifolium* observou-se que esta espécie encontra-se distribuída nos estados do Amazonas (8 pontos de ocorrência), Pará (2), Rondônia (2) (Região Norte); (2) Alagoas (1), Bahia (3), Paraíba (5), Pernambuco (4), Sergipe (2) (Nordeste); Minas Gerais (3), Rio de Janeiro (10), São Paulo (8) (Sudeste); Paraná (3), Rio Grande do Sul (3) e Santa Catarina (6) (Sul). Nos Biomas da Mata Atlântica (48), Cerrado (8), Caatinga (4) e Amazônia (12) (Figura 1A e B).

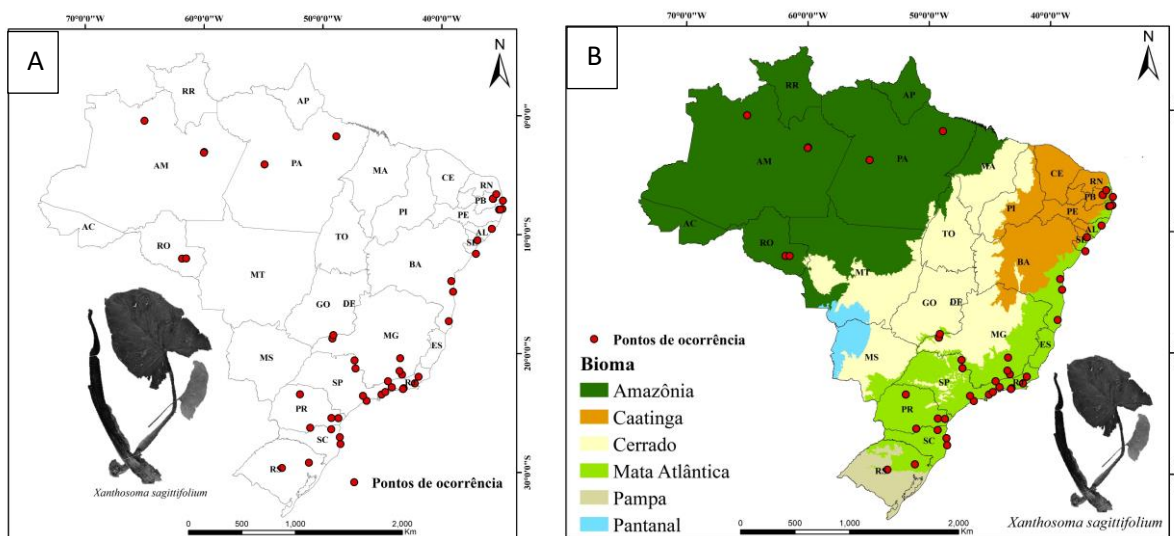


Figura 1 – Distribuição geográfica de *Xanthosoma sagittifolium* nos estados (A) e biomas brasileiros (B). (Fonte: Dos autores, 2020)

Os desafios do conhecimento da distribuição de *X. sagittifolium* pode estar relacionado com a confusão taxonômica e de nomenclatura, que são frequentemente confundidas com outros gêneros da família Araceae, que são morfológicamente idênticos a *Xanthosoma*, como por exemplo, o gênero *Colocasia* (GOMES et al., 2014). No entanto, as características que podem distinguir são as características das folhas, na qual as da taioba apresentam um formato sagitado com linha contornando toda a sua borda e as folhas se fundem exatamente no talo, com seiva de aparência esbranquiçada (LIMA; KRUPPEK, 2016) (Figura 2A e B).

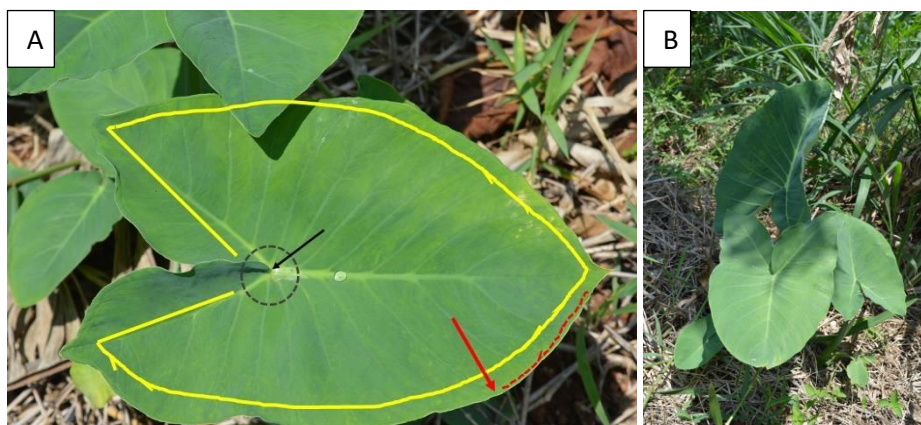


Figura 2 – (A) Aspectos de diferenciação morfológicos de *Xanthosoma sagittifolium*: folha sagitado (linha amarela), linha de contorno na borda da folha (vermelho), folhas fundidas no talo (preto); (B) Aspecto geral. (Fonte: OS autores).

No Brasil sua densidade de ocorrência é alta nas regiões do Nordeste, entre os estados do Rio Grande do Norte e Alagoas, ainda em uma faixa contínua entre os estados de Goiás, os estados do Sudeste e alguns do Sul (Figura 3). *X. sagittifolium* se desenvolve melhor em florestas tropicais úmidas, em ambientes à margem de áreas úmidas e sombreados (MANNER, 2011). Não se desenvolvem em solos com argila dura, areia pura e solos alagados, com um bom desenvolvimento em solos orgânicos, drenados e com pH entre 5,5 a 6,5, no entanto os cormos conseguem se desenvolver em condições de estresse hídrico (LANGELAND et al., 2008; MANNER, 2011).

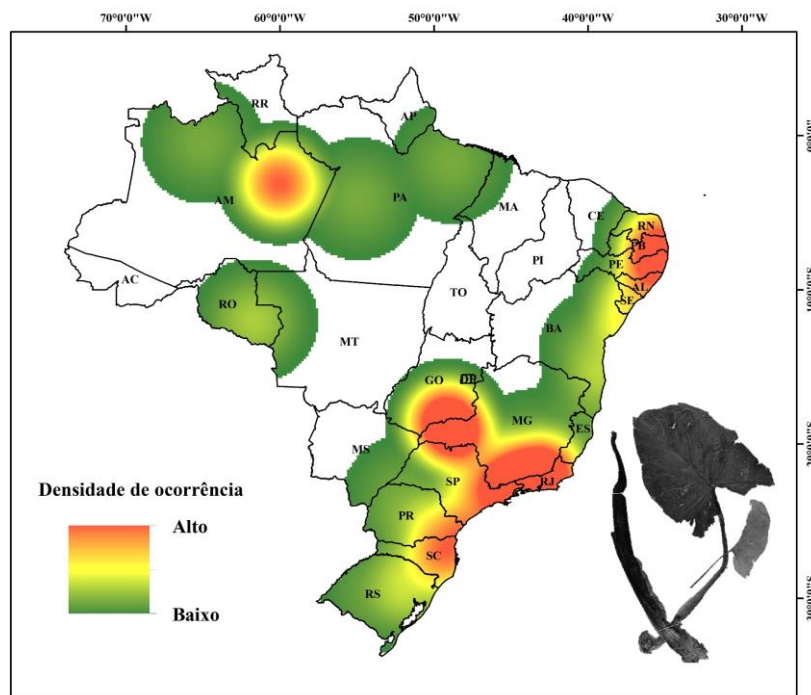


Figura 3 – Densidade de ocorrência de *Xanthosoma sagittifolium* no Brasil. (Fonte: Os autores).

A extensão de ocorrência de *X. sagittifolium* ainda é incerta no Brasil, pois nossos resultados evidenciam a versatilidade de áreas e biomas que esta espécie se desenvolve, corroborando com a ideia de que essa espécie apresenta uma plasticidade adaptativa a locais com diferentes características edafoclimáticas (CABI 2020; VANEKER; SLAATS, 2013). A escassez de informações sobre a distribuição geográfica de *X. sagittifolium* é uma desvantagem imensa para estabelecer planos de manejo, conservação e de exploração sustentável. Visto que é uma espécie utilizada como alimento humano e de animais de produção, bem como antídoto que reverte os efeitos de picadas de aranhas, escorpiões e cobras (BOAKYE et al., 2018).

CONCLUSÃO

Neste estudo fez-se a primeira caracterização da distribuição de *X. sagittifolium*, uma espécie de planta alimentícia não-convencional no Brasil. A Caracterização e mapeamento das zonas geográficas de ocorrência, evidenciam que sua distribuição está relacionada com as florestas tropicais úmidas, que contribui para o conhecimento e entendimento dos padrões de distribuição geográfica da espécie, os processos biogeográficos e evolutivos envolvidos. Ainda, disponibiliza informações para avaliar o estado de conservação da espécie. Assim, sugere-se a realização de outras análises biogeográficas para fundamentar de forma integral a distribuição de *X. sagittifolium*, como por exemplo EOO, AOO e modelagem de nicho ecológico.

REFERÊNCIAS

- BIONDO, E. et al. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. Revista Eletrônica Científica da UERGS, v.4, n.1, 61-90, 2018.
- BOAKYE, A.A. et al. Utilizing cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) for food and nutrition security: A review. Food science & nutrition, v.6, n.4, 703-713, 2018.
- CARVALHO, E.F.; CORDEIRO, J.A.D. Um método alternativo e eficiente de propagação vegetativa de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) e de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). Acta Amazônia, v.20: 11-18, 1990.
- GOMES, G.B. et al. Caracterização do consumo da folha de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) pela população da região pericentral do município de São Roque, SP. Revista Eletrônica acadêmica IFSP, v.1, n. 3, p.76-81, 2014.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Pesquisas da Flora, 2014.
- LANGELAND, K.A. et al. Identification and Biology of Non-native Plants in Florida's Natural Areas. Gainesville, Florida, USA: University of Florida IFAS Extension. 2008.

LIBERATO, P. S.; LIMA, D. V. T.; SILVA, G. M. B. PANCS -Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. *Environmental Smoke*. v.2, n.2,102-111, 2019.

LIMA, A. S. G.; KRUPPEK, R. A. Caracterização morfológica, anatômica, e toxinas endógenas em *Colocasia esculenta* (L.) Schott e *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. *Luminária, União da Vitória*, v.18, n. 1, p. 31-40, 2016.

LUIZZA, M. W. et al. Local Knowledge of Plants and their uses among Women in the Bale Mountains, Ethiopia. *Ethnobotany Research & Applications*, v.11, n.1, 315-39, 2013.

MANNER, H. I. Farm and forestry production and marketing profile for Tannia (*Xanthosoma* spp). In: Elevitch, C. R. (ed.) Specialty crops for Pacific Island Agroforestry. Holualoa, Hawaii, USA: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2011. P. 1-16.

SEGANFREDO, R. et al. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 3,184-187, 2001.

SOUZA, C.S.; FINGER, F. L. Reguladores vegetais sobre a brotação e crescimento de taioba refrigerada (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 10, n. 1, p. 90-99, 2014

REFLORA. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 22 out. 2020.

VANEKER, K.; SLAATS, E. Mapping edible aroids. *Iridescent Icoagrada*, v.3, 34–45, 2013.

DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA: O CASO DE *Annona mucosa* (Jacq.) Baill.

Juliana Sobreira Arguelho¹*, Domingos Lucas dos Santos-Silva², Pedro V. Eisenlohr^{1,2}

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Laboratório de Ecologia, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. * juliana.arguelho@unemat.br

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil.

Área: Biodiversidade

RESUMO

As mudanças climáticas estão alterando a abundância e distribuição de plantas em todo o mundo. Essas mudanças na distribuição das espécies ao longo do tempo, provocam fortes alterações nas comunidades vegetais, como, por exemplo, das espécies da família Annonaceae, que são influenciadas pela sazonalidade do clima em áreas de floresta tropical. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou investigar áreas de adequabilidade climática potencial para a ocorrência de *Annona mucosa* sob o clima atual e discutir as implicações desses resultados sob uma perspectiva conservacionista. Os resultados apontam que a mudanças no clima e o desmatamento representam uma ameaça à ocorrência desta espécie ao longo da transição, em consequência modificando o uso tradicional e extrativista pela população e animais.

Palavras-chave: Annonaceae; Biogeografia; Biribá; Ecologia de População; Modelagem preditiva.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas estão alterando a abundância e distribuição de plantas em todo o mundo (PARMESAN; HANLEY, 2015; ZHANG et al., 2018). Dentre tantos fatores, pode-se citar o aumento da temperatura, que, por sua vez, pode interferir na aptidão e no desenvolvimento de espécies vegetais em habitat de ocorrência natural (TELWALA et al., 2013). Assim, a diminuição no número de indivíduos em determinadas regiões pode levar a mudanças na área de extensão e de ocorrência das espécies (CHEN et al., 2011; ZHU et al. 2012). Além da variável climática temperatura, a precipitação, disponibilidade de água no solo e muitas outras variáveis ambientais podem ocasionar mudanças nos limites de ocupação geográfica de espécies (CRIMMINS et al., 2011; FEI et al., 2017).

Essas mudanças na distribuição das espécies ao longo do tempo provocam fortes alterações nas comunidades vegetais, como, por exemplo, das espécies da família Annonaceae, que são influenciadas pela sazonalidade do clima em áreas de floresta tropical (COURALET et al., 2010). A maioria das espécies de anonáceas são encontradas em regiões tropicais e subtropicais e estão adaptadas às condições climáticas da China, África, Austrália, Índia, México e América do Sul (SENTHIL; SILAMBARASAN, 2015; LIU et al., 2015).

No Brasil, dentre as 388 espécies catalogadas (159 endêmicas), a maioria encontra-se distribuídas em áreas florestadas, no entanto algumas espécies são encontradas em áreas abertas, como Cerrado *sensu lato* (MAAS et al., 2001; REFLORA, 2020, FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2020). O biribá muitas vezes é cultivado regionalmente e atende a um nicho de consumidores (SÃO JOSÉ et al., 2014). No entanto, diante do extrativismo e potenciais econômicos são necessários estudos de conservação e distribuição geográfica, pois mudanças adaptativas podem ocorrer devido a pressão de seleção e adaptação a novas condições edafoclimáticas submetidas, diferentes daquelas dos seus ambientes de ocorrência (VEASEY et al., 2011), podendo deixar a espécie vulnerável e/ou ameaçada e restringir ou ampliar seu padrão de distribuição.

Uma ferramenta útil para essas observações é a modelagem de nicho ecológico, a qual permite avaliar o impacto das mudanças edafoclimáticas na distribuição de espécies e risco de extinção (NABOUT et al., 2011; DINIZ-FILHO et al., 2015; SOARES et al., 2015; NABOUT et al., 2016). Nesse sentido, o presente trabalho objetivou investigar áreas de adequabilidade climática potencial para a ocorrência de *Annona mucosa* sob o clima atual e discutir as implicações desses resultados sob uma perspectiva conservacionista.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a transição Cerrado-Amazônia *sensu* Ab'Sáber (2003) (Figura 1).

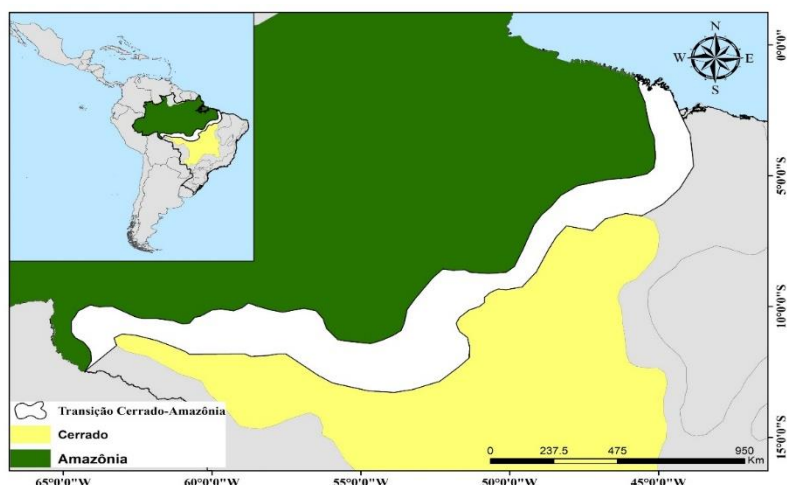


Figura 1 - Localização da área de transição entre Amazônia e Cerrado. (Fonte: Autores).

Para a obtenção dos registros de ocorrência da espécie *Annona mucosa* em toda a sua área de ocorrência acessamos a Plataforma Global de Informação sobre Biodiversidade – GBIF (<http://www.gbif.org/>), a rede speciesLink (<http://splink.cria.org.br/>) e a Flora do Brasil 2020 em Construção/Reflora (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Selecionamos apenas os registros que possuíam imagens e/ou que foram determinados por especialistas, a partir do ano de 1979, levando em consideração o ano de coleta das variáveis climáticas. Para a conferência das coordenadas e das localidades de ocorrências dos registros utilizamos o *My Maps* (<https://www.google.com/intl/pt-BR/maps/about/mymaps/>), com os itens: espécie, longitude, latitude, ano de coleta e descrição da localização presentes na matriz. O nome aceito e sinônimos de *Annona mucosa* foram verificados de acordo com a Flora do Brasil 2020 em Construção (2019) e The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>).

As variáveis bioclimáticas foram obtidas do banco de dados CHELSA (Climatologias de alta resolução para áreas de superfície da Terra; KARGER et al., 2017) com resolução de ~10 km por pixel, ou seja, com uma abrangência geográfica mais ampla, visto que o objetivo deste estudo é conhecer a distribuição potencial da espécie e não a distribuição mais próxima do possível (HIJMANS et al., 2005; PETERSON et al., 2006). Esses são os dados climáticos de 1979-2013.

Os modelos foram obtidos por meio do software R 3.4.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019), utilizando o pacote '*biomod2*' para modelar as espécies e avaliar os modelos (THUILLER, 2003). Aplicamos Análises de Componentes Principais (PCAs) sobre as variáveis ambientais (Tabela 1) e retivemos seis eixos das variáveis de temperatura e precipitação (19 variáveis - CHELSA), que correspondem a ~95% da variabilidade das variáveis climáticas ao longo do Neotrópico, e três eixos das variáveis de solos e topografia (nove variáveis), que correspondem a ~90% da variabilidade dessas variáveis ao longo do Neotrópico.

Tabela 1. Conjunto de variáveis preditoras utilizadas para a construção dos modelos

VARIÁVEL AMBIENTAL	FONTE
Temperatura média anual	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Amplitude térmica diurna média	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Isotermalidade	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Sazonalidade de temperatura	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Temperatura máxima do mês mais quente	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Temperatura mínima do mês mais frio	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Faixa anual de temperatura	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Temperatura Média do Trimestre Mais Molhado	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Temperatura Média do Trecho Seco	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Temperatura Média do Trimestre Mais Quente	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Temperatura Média do Trimestre Mais Frio	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Precipitação anual	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Precipitação do mês mais úmido	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Precipitação do mês mais seco	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Sazonalidade precipitação	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Precipitação do trimestre mais chuvoso	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Precipitação do bairro mais seco	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Precipitação do trimestre mais quente	CHELSA (KARGER et al., 2017)
Precipitação do trimestre mais frio	CHELSA (KARGER et al., 2017)

Altitude	NASA Shuttle Radar Topographic Mission (CGIAR, 2006)
Orientação de vertente	Pacote 'raster' (HIJMANS et al., 2017)
Inclinação do terreno	Pacote 'raster' (HIJMANS et al., 2017)
Densidade Aparente de Solo (média de 0.0 m até 0.30 m)	SOIL GRIDS (HENGL et al., 2014)
Conteúdo de Argila (média de 0.0 m até 0.30 m)	SOIL GRIDS (HENGL et al., 2014)
Conteúdo de Areia (média de 0.0 m até 0.30 m)	SOIL GRIDS (HENGL et al., 2014)
Conteúdo de Silte (média de 0.0 m até 0.30 m)	SOIL GRIDS (HENGL et al., 2014)
BDRICM-M: <i>depth to bedrock (r horizon) up to 200 cm</i>	SOIL GRIDS (HENGL et al., 2014)
Fragmentos grosseiros volumétricos em %	SOIL GRIDS (HENGL et al., 2014)

Fonte: EVANGELISTA-VALE (2020).

Utilizamos 70% dos dados das espécies para treino e 30% para testar o modelo. Empregamos nove algoritmos: MaxEnt, GLM, GAM, RF, GBM, CTA, ANN, MARS e FDA para retermos os modelos que apresentassem boa performance na predição da distribuição da espécie investigada. Obtemos 900 modelos, pois para cada algoritmo extraímos 10 conjuntos de pseudo-ausências (PAs) com 10 repetições para cada conjunto, tendo como resultado 100 modelos para cada algoritmo. Para os algoritmos GBM, CTA e RF, o número de pseudo-ausências que utilizamos em cada conjunto corresponde ao número de pontos obtidos (pontos de ocorrência); para os demais algoritmos (MaxEnt, GLM, CTA, ANN, MARS e FDA), empregamos 1.000 pontos de pseudo-ausências por conjunto (BARBET-MASSIN et al., 2012). A estratégia utilizada para seleção das PAs foi “*Disk*”, na qual a distância mínima é selecionada a partir da distância média em km entre o ponto de ocorrência e os pontos mais próximos, e a distância máxima é obtida através da distância média entre os pontos.

Os modelos foram avaliados pelas métricas TSS (True Skill Statistics; THULLER et al., 2009) e AUC (Área sob a curva ROC – AUC Area Under the Curve). Os modelos com valores acima de 0,4 (TSS; e.g. ZHANG et al., 2015) foram retidos e analisados quanto ao cenário climático atual. Geramos um mapa de consenso aplicando o limiar de corte (VDI - Threshold) (obtido através da média aritmética do *cut-off* de cada algoritmo que otimiza sensibilidade e especificidade; LIU et al., 2005) para demonstrar áreas propícias para a ocorrência da espécie. Este método se apresenta como o mais indicado para dados de presença-ausência para selecionar áreas propícias (LIU et al., 2013a; b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 170 pontos de ocorrências extraídas dos bancos de dados, mas após o processo de filtragem e limpeza restaram apenas 137 pontos de ocorrência, demonstrando que os pontos coletados em estudos botânicos e inventários florestais apresentaram boas condições de serem utilizados no processo de modelagem, apresentando assim sua grande importância na manutenção desse sistema (SCHEEL-YBERT et al., 2006; ESTEVÃO DA SILVA et al., 2017).

Dos modelos gerados para a espécie *A. mucosa*, 854 apresentaram boa performance para os nove algoritmos utilizados, no total de 900 modelos (Tabela 2). Para os algoritmos ANN, FDA, GLM e MARS foram selecionados 100 modelos cada; para GBM e RF, 99 modelos cada; para GAM, 95; para MaxEnt-Phillips, 88; e para CTA, foram selecionados 73 modelos.

Tabela 2. Valores médios da métrica TSS, ROC e valores de Threshold-VDI para a construção do mapa consenso da espécie *Annona mucosa*. SD: desvio-padrão

Algoritmo	Métrica	SD	Média	Threshold - VDI
MAXENT-Phillips	TSS	0.148788	0.47346	81.35473
	ROC	0.089212	0.77048	
GAM	TSS	0.064428	0.50699	81.36804
	ROC	0.037751	0.7804	
MARS	TSS	0.050634	0.56543	81.38578
	ROC	0.031403	0.81194	

ANN	TSS	0.052792	0.59059	81.40796
	ROC	0.030757	0.82812	
GLM	TSS	0.053405	0.5655	81.41683
	ROC	0.026208	0.81264	
FDA	TSS	0.056356	0.54092	81.40796
	ROC	0.031915	0.80389	
CTA	TSS	0.104121	0.46387	84.96111
	ROC	0.059876	0.74072	
RF	TSS	0.08781	0.60988	84.97626
	ROC	0.047907	0.84037	
GBM	TSS	0.088678	0.60119	84.99526
	ROC	0.050063	0.83187	

Fonte: Autores.

Sob o clima presente, a espécie não encontraria adequabilidade para grande parte da região de estudo. Porém, a mesma apresentaria duas localidades ótimas em que essa adequabilidade seria possível de encontrar, sendo nas regiões oeste e norte da transição Cerrado-Amazônia (Figura 2). Observamos que tais regiões se encontram mais próximas do clima amazônico, propícias para o desenvolvimento desta espécie. *Annona mucosa* é uma espécie que se desenvolve bem em áreas quentes e úmidas, as quais são registradas em ambientes com temperaturas médias de 24 a 26 °C e chuvas acima de 1.500mm anuais, nos biomas da Mata Atlântica e Amazônia (SANTOS et al., 2005; FERREIRA et al., 2010; LORENZONI, 2016) e em sua área de ocorrência destaca-se pela sua importância econômica e ecológica (LORENZONI, 2016).

Os resultados apontam que o fato de que as mudanças no clima e o desmatamento representam uma ameaça à ocorrência desta espécie ao longo da transição, em consequência modificando o uso tradicional e extrativista pela população. A espécie é muito utilizada na culinária popular, tanto em preparos quanto *in natura* (SANTOS et al., 2005), e para a produção de biocompostos extraídos de diferentes estruturas da planta por apresentar potencial medicinal, alelopático ou praguicida (ODALIA-RIMOLI et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2005). Estudos apontam que a região tem sofrido desde os anos de 1964 graves impactos ambientais devido ao avanço da fronteira agropecuária e queimadas, decorrente do desenvolvimento e maciço avanço da população incentivado naquela época (BEBBER, 2017; 2019; EVANGELISTA-VALE, 2020), principalmente nos anos de 2019 e 2020, resultante da política expansionista atual (ANDRADE, 2019; DE ALBUQUERQUE CORREA & CORREA, 2020).

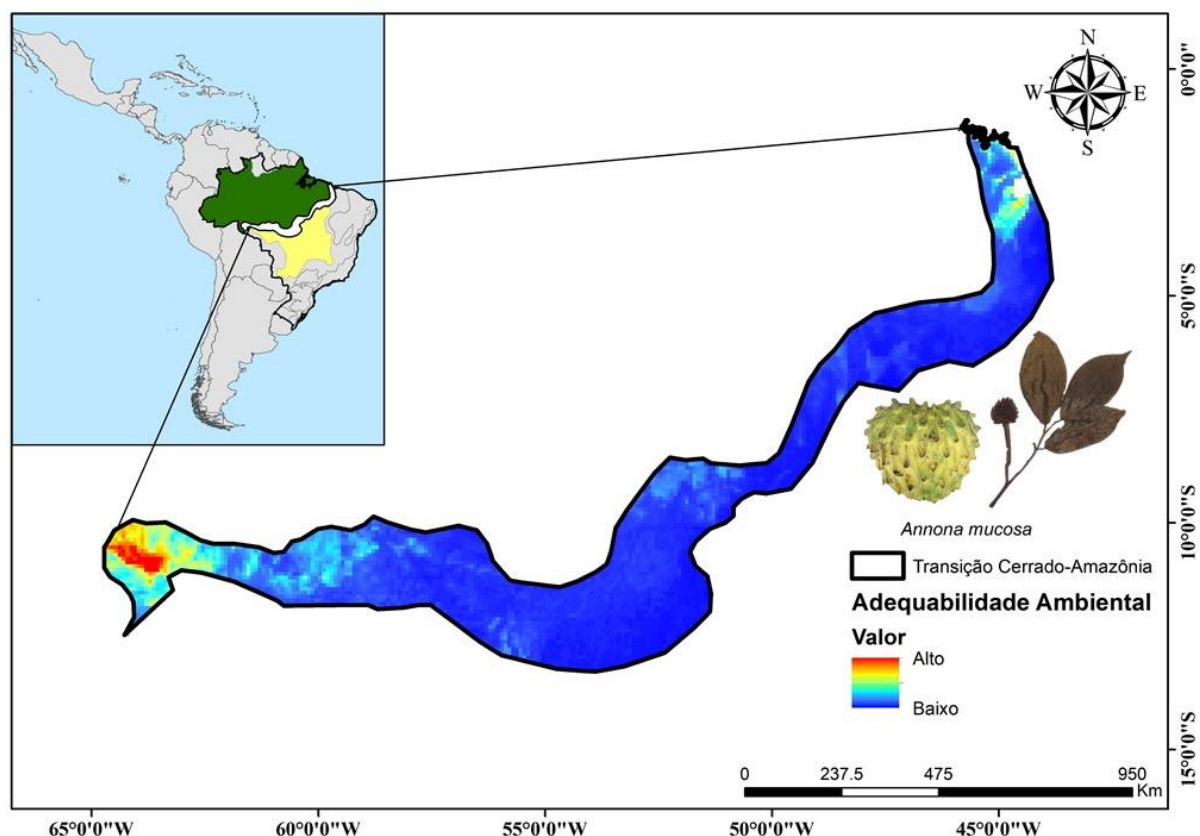


Figura 2 - Mapa de adequabilidade ambiental de *Annona mucosa* na transição Cerrado-Amazônia. (Fonte: Autores).

As áreas que apresentaram adequabilidade para a espécie *A. mucosa* encontram-se em dentro e/próximos de Unidades de Conservação e territórios indígenas (<https://uc.socioambiental.org/mapa>), demonstrando a grande importância na criação destas unidades para a preservação e manutenção de espécies, importantes para a retenção de famílias e animais nestas localidades, evitando assim o êxodo rural e a extinção de espécies dependentes para sua sobrevivência. Segundo a Flora do Brasil 2020 em Construção (2020), a espécie *A. mucosa* apresenta distribuição nas regiões econômico-geográficas do Norte (Acre, Amazonas, Pará). Nordeste (Bahia), Centro-Oeste (Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro) e Sul (Rio Grande do Sul), pois as mesmas, contém os Domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, e os tipos vegetacionais Floresta de Terra Firme e Floresta de Várzea, localidades estas em que predomina o clima tropical úmido.

CONCLUSÃO

Nossos resultados permitiram delimitar a distribuição geográfica potencial de *A. mucosa* na área de transição Cerrado-Amazônia, na qual podem ser utilizadas para conservação da espécie *in situ*, restauração e propagação florestal. Ainda ajudará a reintroduzir espécies de *A. mucosa* nesta região sob o clima atual e futuro. Isso, por sua vez, promoveria a regeneração de outras espécies, auxilia na gestão e planejamento de reintrodução de espécies-chaves associadas a *A. mucosa* e contribui para a proteção desta e de outras espécies com potencial econômico e/ou ameaçadas de extinção.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao nosso Laboratório de Ecologia e Instituto Centro de Vida (ICV) pela disponibilização do espaço físico e computacional para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos à CNPq pelo subsídio financeiro para o andamento deste e de outros trabalhos (projeto nº 426864/2018-2).

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, 2003.
- ANDRADE, R. de O. Alarming surge in Amazon fires prompts global outcry. Nature, 2019.
- BARBET-MASSIN, M. et al. Selecting pseudo-absences for species distribution models: how, where and how many? Methods in Ecology and Evolution, n. 3, p. 327-338, 2012.

- BEBBER, D. P. The Brazilian Amazon Protected Area Network was largely unaffected by recent fires. *bioRxiv*, p. 784975, 2019.
- BEBBER, D. P., & BUTT, N. Tropical protected areas reduced deforestation carbon emissions by one third from 2000–2012. *Scientific reports*, v. 7, n. 1, p. 14005, 2017.
- COURALET, C. et al. Species-specific growth responses to climate variations in understory trees of a Central African rain forest. *Biotropica*, v. 42, n. 4, p. 503-511, 2010.
- CGIAR-Consortium for Spatial Information of the Consultative Group for International Agricultural Research. 2006.
- CHEN, I.-C. et al. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*, v. 333, n. 6045, p. 1024-1026, 2011.
- CRIMMINS, S. M. et al. Changes in climatic water balance drive downhill shifts in plant species' optimum elevations. *Science*, v. 331, n. 6015, p. 324-327, 2011.
- DE ALBUQUERQUE CORREA, L. P.; CORREA, R. S. Queimadas na Amazônia em 2019. *Cadernos Eletrônicos Direito Internacional sem Fronteiras*, v. 2, n. 2, p. e20200222-e20200222, 2020.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. et al. Correlation between genetic diversity and environmental suitability: taking uncertainty from ecological niche models into account. *Molecular ecology resources*, v. 15, n. 5, p. 1059-1066, 2015.
- EVANGELISTA-VALE, J. C. Mudanças climáticas poderão afetar o futuro do extrativismo na Amazônia brasileira. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta. 2020.
- ESTEVAO DA SILVA, L. A. et al. Jabot-Sistema de Gerenciamento de Coleções Botânicas: a experiência de uma década de desenvolvimento e avanços. *Rodriguésia*, v. 68, n. 2, 2017.
- FEI, S. et al. Divergence of species responses to climate change. *Science advances*, v. 3, n. 5, p. e1603055, 2017.
- FERREIRA, M. et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill)(Annonaceae) em diferentes substratos. Embrapa Rondônia-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2010.
- FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 01 out. 2019.
- HENGL, T. et al. SoilGrids1km – global soil information based on automated mapping. *PloS one*, v. 9, n. 8, 2014.
- HIJMANS, R. J. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 2.6-7. 2017.
- HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.
- KARGER, D. N. et al. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific data*, v. 4, p. 170122, 2017.
- LIU, C. et al. Selecting threshold of occurrence in the prediction of species distribution. *Ecography*, v. 28, p. 385-393. 2005.
- LIU, C.; WHITE, M.; NEWELL, G. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. *Journal of biogeography*, v. 40, n. 4, p. 778-789, 2013a.
- LIU, C. et al. Species distribution modelling for conservation planning in Victoria, Australia. *Ecological Modelling*, v. 249, p. 68-74, 2013b.
- LIU, K. et al. Identification of phenological growth stages of sugar apple (*Annona squamosa* L.) using the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, v. 181, p. 76-80, 2015.
- LORENZONI, R. M. Evidências cariotípicas e moleculares da hexoploidia em *Annona mucosa*. 2016. Dissertação de Mestrado em Produção vegetal. Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 2016.

- MAAS, P. J.M. et al. Annonaceae from central-eastern Brazil. *Rodriguésia*, v. 52, n. 80, p. 65-98, 2001.
- MITTERMEIER, R. A. et al. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 14-21, 2005.
- NABOUT, J. C. et al. Global climate change and the production of “Pequi” fruits (*Caryocar brasiliense*) in the Brazilian Cerrado. 2011.
- NABOUT, J. C. et al. The impact of global climate change on the geographic distribution and sustainable harvest of *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae) in Brazil. *Environmental Management*, v. 57, n. 4, p. 814-821, 2016.
- NUNES, F. A. Medida Provisória 910/2019 e os descaminhos para o desmatamento e a legalização de terras griladas na Amazônia. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 20, n. 224, p. 286-300, 2020.
- ODALIA-RIMOLI, A. et al. Biodiversidade, biotecnologia e conservação genética em desenvolvimento local. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, v. 1, n. 1, p. 21-30, 2000.
- PARMESAN, C.; HANLEY, M. E. Plants and climate change: complexities and surprises. *Annals of botany*, v. 116, n. 6, p. 849-864, 2015.
- PETERSON, A. T. Modelagem de nicho ecológico e padrões espaciais de transmissão de doenças. *Doenças infecciosas emergentes*, v. 12, n. 12, p. 1822, 2006.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for species Statistical Computing. Vienna, Austria. [2019]. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 01 out. 2019.
- REFLORA. Annonaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [2020] Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acessado em: 31 out. 2020.
- SANTOS, C. E.; ROBERTO, S. R.; MARTINS, A. B. G. Propagação do biribá (*Rollinia mucosa*) e sua utilização como porta-enxerto de pinha (*Annona squamosa*). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 27, n. 3, p. 433-436, 2005.
- SÃO JOSÉ, A. R. et al. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. spe1, p. 86-93, 2014.
- SCHEEL-YBERT, R. I. T. A. et al. Coleções de referência e bancos de dados de estruturas vegetais: subsídios para estudos paleoecológicos e paleoetnobotânicos. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 64, n. 3, p. 255-266, 2006.
- SENTHIL, R.; SILAMBARASAN, R. *Annona*: a new biodiesel for diesel engine: a comparative experimental investigation. *Journal of the energy institute*, v. 88, n. 4, p. 459-469, 2015.
- SOARES, T. N. et al. Patterns of genetic variability in central and peripheral populations of *Dipteryx alata* (Fabaceae) in the Brazilian Cerrado. *Plant Systematics and Evolution*, v. 301, n. 5, p. 1315-1324, 2015.
- TELWALA, Y. et al. Climate-induced elevational range shifts and increase in plant species richness in a Himalayan biodiversity epicentre. *PloS one*, v. 8, n. 2, p. e57103, 2013.
- THUILLER, W. BIOMOD: Otimizando previsões de distribuições de espécies e projetando potenciais mudanças futuras sob mudanças globais. *Biologia da mudança global*, v. 9, n. 10, p. 1353-1362, 2003.
- THUILLER, W. et al. BIOMOD—a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography*, v. 32, n. 3, p. 369-373, 2009.
- VEASEY, E. A. et al. Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. *Ciência Rural*, v. 41, n. 7, p. 1218-1228, 2011.
- ZHANG, L. et al. Consensus forecasting of species distributions: The effects of niche model performance and niche properties. *PLoS one*, v. 10, n. 3, p. e0120056, 2015.
- ZHANG, T. et al. Shifts in tree functional composition amplify the response of forest biomass to climate. *Nature*, v. 556, n. 7699, p. 99-102, 2018.

ZHU, K.; WOODALL, C. W.; CLARK, J. S. Failure to migrate: lack of tree range expansion in response to climate change. *Global Change Biology*, v. 18, n. 3, p. 1042-1052, 2012.

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE BESOUROS ROLA-BOSTAS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) DO NOROESTE MATOGROSSENSE

Taynara de Souza¹, Robson dos Santos Alves da Silva¹, Anildo Ferreira Machado¹, Ricardo José da Silva¹

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. Email: taynara.s@unemat.br;

Área: Biodiversidade

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de realizar o levantamento de espécies de escarabeídeos (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), na região Noroeste do estado de Mato Grosso. A coleta dos besouros ocorreu em 4 áreas, sendo cada uma com 6 repetições de armadilhas do tipo pitfall com isca de fezes humanas. Foram coletados 4.760 indivíduos, obtendo maior abundância da espécie *Eurysternus wittmerorum* e *Onthophagus* aff. *onorei*, representando 45,86% e 7,73% de todo o estudo respectivamente. A área quatro representou a maior riqueza, maior abundância e maior distribuição das espécies ($J' = 0,41$), podendo ser explicado pelo maior distanciamento da região antrópica desta área.

Palavras-chave: Diversidade; Equabilidade; Floresta.

INTRODUÇÃO

A subfamília Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) possui mais de 6200 espécies de besouros rola-bosta no mundo (TARASOV; GÉNIER, 2015), sendo mais de 700 espécies já registradas para o Brasil (VAZ-DE-MELLO et al., 2017). Vale ressaltar que cada espécie contém particularidades sobre o seu devido habitat, que estão ligadas principalmente a variações climáticas, propriedades de solo e disposição de alimento, o que torna as espécies especialista de habitat, facilitando o uso desse grupo como indicador de qualidade ambiental (VAZ-DE-MELLO et al., 2001; PESSÔA, 2019).

Os besouros rola-bostas são indivíduos detritívoros que se alimentam de carcaças, matéria vegetal em decomposição e principalmente de fezes de animais, recebendo esse nome devido ao seu comportamento dentre algumas espécies de manipular bolas de fezes e rolar para túneis onde irão depositar as bolas junto com seus ovos (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; SILVA et al., 2009). Este hábito, proporciona importantes serviços ecológicos que são realizados no ecossistema, como: a bioturbação, ciclagem de nutrientes, supressão de parasitas como o controle biológico de moscas do chifre e dispersão secundária de sementes (FLECHTMANN et al., 1995; NICHOLS et al., 2008).

Com o decorrer dos anos o homem vem utilizando áreas naturais de modo desordenado, provocando mudanças significativas como a fragmentação extrema dos ambientes e afetando diretamente a fauna e flora (DAVIS et al., 2000; HALFFTER; ARELLANO, 2002; ALMEIDA; LOUZADA, 2009). Na maior parte dos casos a diversidade das espécies de besouros é alterada por estarem ligados aos recursos do ambiente, provocando danos de curto a longo prazo e proporcionando a extinção de inúmeras espécies (NICHOLS et al., 2007; NICHOLS et al., 2008).

O arco do desmatamento que representa 75% de áreas verdes destruídas, engloba historicamente 256 municípios que vai desde a porção oeste do estado do Maranhão e sul do Pará em direção ao oeste, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre (MMA, 2020). A expansão do arco do desmatamento em Mato Grosso, acompanha a porção norte, sendo promovida por queimadas e desmatamento para a ocupação da terra por grandes fazendeiros pecuaristas (IPAM, 2020). A região noroeste ainda possui uma alta biodiversidade que não é completamente conhecida, por isso, frear o avanço do desmatamento é de suma importância para que se conheça a fauna e flora em sua completude afim de entender os seus serviços ecossistêmicos a partir de trabalhos de levantamentos, monitoramentos e consultorias que já são realizados para a região (LISBÔA et al., 1976; SÃO PEDRO et al., 2009)

Os rola-bostas possuem uma relação ecossistêmica direta com outros indivíduos. A heterogeneidade ambiental é um fator importante, já que a mesma proporciona maior disponibilidade de alimento, condição que permite a adequação das espécies em um mesmo ecossistema, proporcionando o aumento na disponibilidade de nichos e maior variação na diversidade de espécies (HALFFTER, 1991; HALFFTER; MORENO, 2005; ALMEIDA; LOUZADA, 2009). O objetivo deste trabalho foi realizar levantamento de rola-bostas na região Noroeste do estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O estudo foi dividido em quatro localidades em domínio amazônico: A1: 10°11'19"S 59°30'33"W, A2: 10°12'26"S 59°32'19"W, A3: 10°12'09"S 59°34'26"W, A4: 10°21'03"S 59°21'29"W às proximidades do município de Aripuanã, no estado de Mato Grosso. Sendo a localização A4 ~16 km do perímetro urbano. As demais localidades possuem ~6 km de distância da cidade. Na região predominam Florestas Ombrófilas com Transições de Florestas Estacionais (IBGE, 2012).

Coleta dos besouros rola-bostas. A coleta de dados ocorreu do dia 9 a 12 de outubro de 2018, no início da estação chuvosa, com um total de seis repetições por área. Foram utilizadas armadilhas de queda (Pitfall). Cada armadilha Pitfall foi constituída por um pote plástico com 19 cm de diâmetro e 11 cm de profundidade, além de uma cobertura normalmente feita com tampas ou pratos de plástico para que não caísse folhas ou água da chuva. Cada recipiente foi enterrado ao nível do solo, recebendo uma solução de água, sal e detergente. Foi usado aproximadamente 20g de fezes humanas como isca. Após a coleta, o material foi armazenado em álcool 70% e levado ao laboratório, onde foi triado, transferido para mantas entomológicas e seco em uma estufa por 72 horas em temperatura de 50°C. Todo material foi identificado com o auxílio de chave dicotômica para gêneros de escarabeídeos americanos (VAZ-DE-MELLO et al., 2011) e enviado para confirmação ao Setor de Entomologia da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso (CEMT), em Cuiabá - MT.

Análise dos dados. Para observar a eficiência na coleta dos besouros nas quatro áreas, foram feitas curvas de rarefação. Para observar o padrão de distribuição da abundância das espécies foram usados ranques de abundância com os dados transformados por log+1, gerando as curvas de espécies para cada área da mais abundante para a menos abundante. Para analisar a diferença na riqueza e abundância dos besouros entre as áreas foi usado o Modelo Linear Generalizado (GLM) com correção Quasi-Poisson e teste F. Para saber onde estava a diferença entre as áreas, foi usado o ajuste de Bonferroni. Para observar o nível de equabilidade, foi usado o Índice de Pielou (J). As análises foram feitas com o auxílio do programa R, utilizando o pacote Vegan (Oksanen et al., 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 4.760 indivíduos de besouros rola-bostas distribuídos em 20 gêneros, sendo os mais abundantes: *Eurysternus* (2739 indivíduos), *Onthophagus* (1013) e *Ateuchus* (349). Foi observado uma riqueza de 65 espécies em todo o estudo. As áreas dois e quatro tiveram riquezas semelhantes: 43 e 45 espécies, mas abundâncias diferentes (Figura 01).

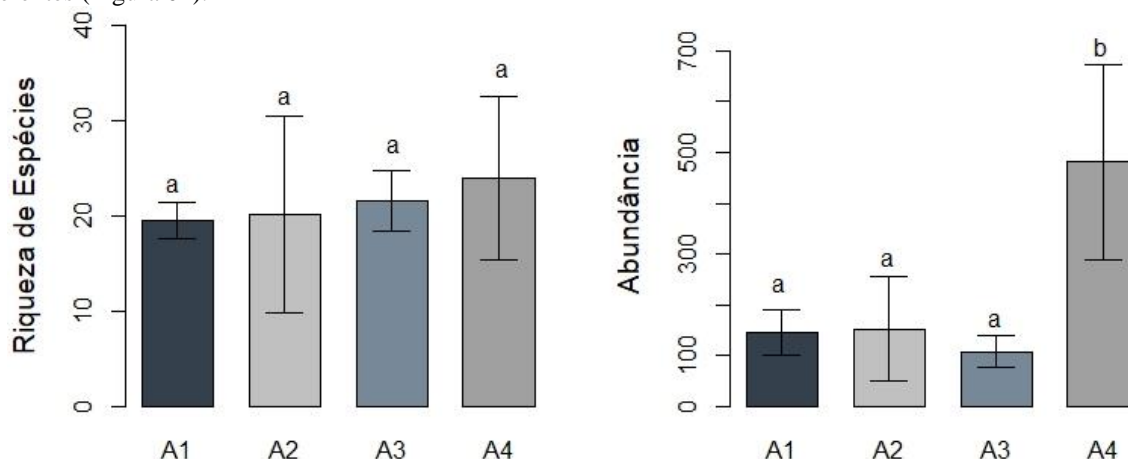


Figura 01 – Riqueza e abundância de besouros rola-bostas coletados em quatro áreas na região de Aripuanã - MT. * Instruções: “a”: representa que não há diferença. “b”: foi observado uma diferença nesta área. (Fonte: O autor).

O ranque de abundância com log+1 (Figura 02), mostrou uma maior distribuição da abundância de espécies na área 4, com 45 espécies e 1.829 indivíduos de *Eurysternus wittmerorum* que apresentou maior dominância em todas as áreas. *E. wittmerorum*, é uma espécie de ambientes de floresta estacional semidecidual, assim como neste estudo, foi observado uma grande abundância em estudos realizados no bioma amazônico (KORASAKI et al., 2012; BRAGA et al., 2013; SILVA et al., 2015). Outra espécie que mostrou frequente em todas as áreas foi *Onthophagus* aff. *onorei*, com 7,73% dos dados totais amostrados.

Assim como as duas espécies anteriores, *Ateuchus* aff. *pygidialis*, *Besourenge horacioi*, *Canthon bimaculatus*, *Coprophanaeus lancifer*, *Deltochilum carinatum*, *D. orbiculare*, *D. orbigny amazonicum*, *Dichotomius* aff. *lucasi*, *D. mamillatus*, *D. melzeri*, *Eurysternus arnaudi*, *E. atrosericus*, *E. caribaeus*, *E. cayennensis*, *E. foedus*, *E. hamaticollis*, *Onthophagus* aff. *rubrescens*, *O. osculati*, *Oxysternon macleayi* e *Phanaeus chalcomelas*, foram registrados por Pacheco et al., (2015) no estudo realizado no Parque Estadual do Cristalino, que se localiza ao norte do Mato Grosso.

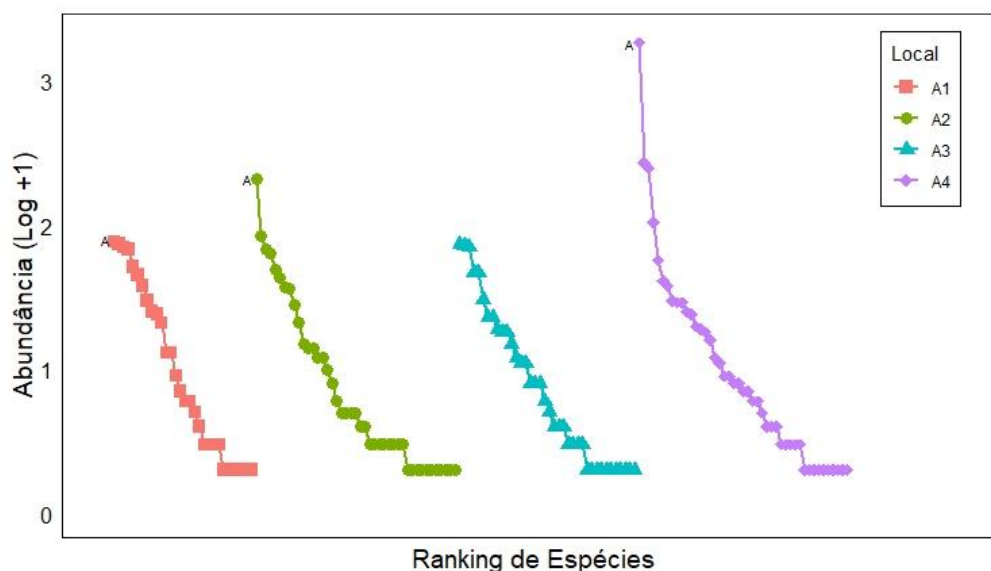


Figura 02 – Ranking de distribuição da abundância de espécies coletados em Aripuanã - MT. “A”: *Eurysternus wittmerorum*. A1: 0,78 (J'), A2: 0,71, A3: 0,78, A4: 0,41. (Fonte: O autor).

Para analisar a equabilidade de cada área, foi aplicado o Índice de Pielou (J'). Diante disso, as áreas um e três ($J' = 0.78$), foram consideradas com maior equabilidade, seguidas pela área dois ($J' = 0.71$). A área quatro ($J' = 0.41$) mostrou ser a menos uniforme na sua distribuição de abundância, no entanto, ao observarmos o levantamento de espécies (Tabela 1) nota-se que 63,40% de seu número amostral foi ocupado por uma única espécie, ocorrendo uma dominância significativa.

Tabela 01 – Lista de besouros rola-bostas coletados em Aripuanã no Noroeste do estado de Mato Grosso

Espécies	A1	A2	A3	A4	Total
<i>Anomiopus lunatipes</i>		1			1
<i>Ateuchus aff. murrayi</i>	44	42	10	29	125
<i>Ateuchus aff. pygidialis 1</i>				1	1
<i>Ateuchus aff. pygidialis 2</i>		13	14	28	55
<i>Ateuchus sp.1</i>	37	67	17	23	144
<i>Ateuchus sp.3</i>	1	1		2	4
<i>Ateuchus substriatus</i>	8	4	3	5	20
<i>Besourenge horacioi</i>		2	1	2	5
<i>Canthidium aff. fúnebre</i>	1				1
<i>Canthidium aff. melanocephalum</i>				2	2
<i>Canthidium aff. rufinum</i>				7	7
<i>Canthidium sp.1</i>				1	1
<i>Canthidium sp.2</i>		3		2	5
<i>Canthidium sp.3</i>	2	1			3
<i>Canthidium sp.4</i>	2		1	5	8
<i>Canthidium sp.5</i>		1			1
<i>Canthidium sp.6</i>	5	7	10	7	29
<i>Canthon rufocoeruleus</i>		1			1
<i>Canthon aff. brunneus</i>		1	3	10	14
<i>Canthon bimaculatus</i>				1	1
<i>Canthon fulgidus fulgidus</i>			5	3	8
<i>Canthon rufocoeruleus</i>	1		1		2
<i>Canthon semiopacus</i>		2	7	3	12
<i>Canthon sp.1</i>	1				1
<i>Canthon sp.2</i>	2				2
<i>Canthon triangularis</i>		2		11	13

<i>Copris amazonicus</i>		5			5
<i>Coprophanaeus lancifer</i>	1	2	1	3	7
<i>Deltochilum carinatum</i>			1		1
<i>Deltochilum enceladus</i>		4	17		21
<i>Deltochilum orbiculare</i>	6	14	46	19	85
<i>Deltochilum orbigny amazonicum</i>		1	1	1	3
<i>Deltochilum sp.1</i>			2		2
<i>Dichotomius aff. batesi</i>	50	63	22	37	172
<i>Dichotomius aff. lucasi</i>				7	7
<i>Dichotomius longiceps</i>		2	1		3
<i>Dichotomius mamillatus</i>		2	2	5	9
<i>Dichotomius melzeri</i>		1		1	2
<i>Dichotomius pelamon</i>			1		1
<i>Dichotomius worontzowi</i>		4	1	1	6
<i>Eurysternus arnaudi</i>	69	36	46	2	153
<i>Eurysternus atrosericus</i>	12	11	1	6	30
<i>Eurysternus caribaeus</i>	29	35	71	104	239
<i>Eurysternus cayennensis</i>	1	1		15	17
<i>Eurysternus foedus</i>			4	1	5
<i>Eurysternus hamaticollis</i>		2		18	20
<i>Eurysternus hypocrita</i>				24	24
<i>Eurysternus plebejus</i>	1	2	3		6
<i>Eurysternus uniformis</i>	12	20	29		61
<i>Eurysternus ventricosus</i>		1			1
<i>Eurysternus wittmerorum</i>	75	206	73	1829	2183
<i>Hansreia peugeoti</i>	24	13	11	4	52
<i>Isocopris imitator</i>	4	4	2		10
<i>Malagoniella astyanax</i>			1		1
<i>Onthophagus aff. onorei</i>	73	27	22	246	368
<i>Onthophagus aff. rubescens</i>	23	48	18	268	357
<i>Onthophagus onthochromus</i>	5	9	2	8	24
<i>Onthophagus osculatii</i>	67	84	70	40	261
<i>Onthophagus ptox</i>	2			1	3
<i>Oxysternon macleayi</i>	20	11		56	87
<i>Phanaeus chalcomelas</i>		3	7	17	27
<i>Scybalocanthon uniplagiatus</i>				1	1
<i>Sylvicanthon proseni</i>	3		7	28	38
<i>Trichillidium sp.1</i>		1			1
<i>Uroxys sp.1</i>				1	1
Abundância	581	760	534	2885	4760

Fonte: O autor.

Nas curvas do coletor foi observado que as áreas um, dois e três foram bem amostradas, não observando maior riqueza com o aumento do esforço amostral. Diferente da área quatro que tende a aumentar sua riqueza com o aumento do esforço amostral (Figura 03).

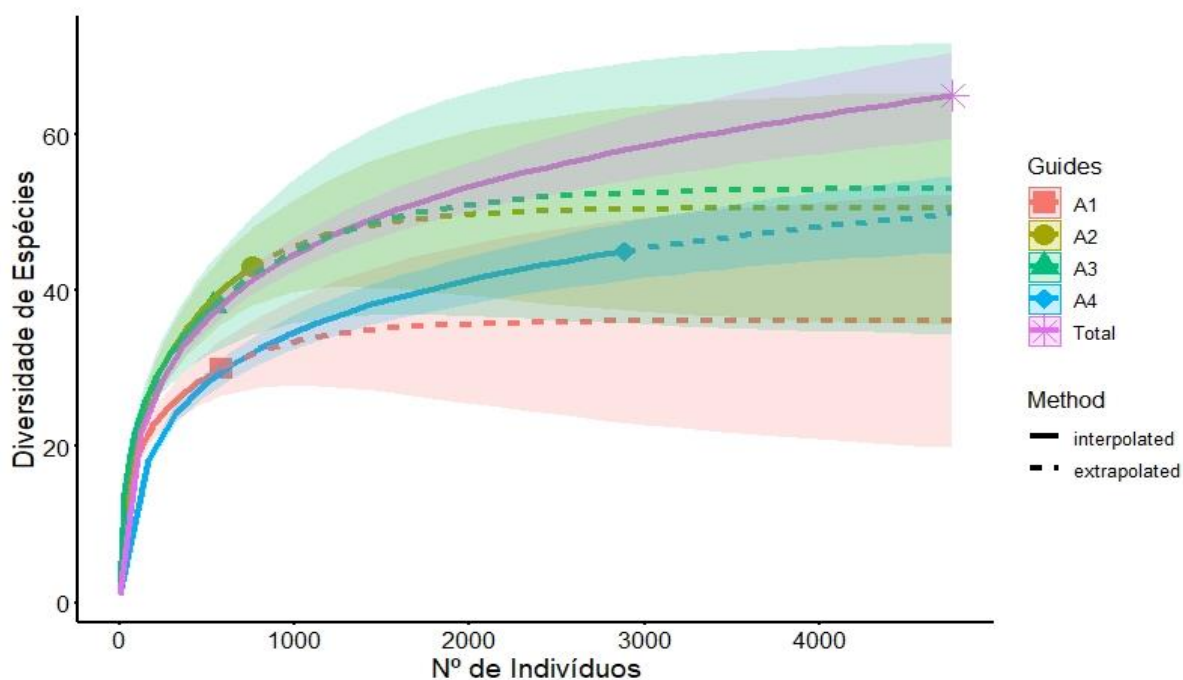


Figura 03 – Curva de acúmulo pela abundância da área com rarefação. (Fonte: O autor).

CONCLUSÃO

Portanto, este estudo mostrou que nas áreas de florestas mais próximas do ambiente urbano tendem a ter sua abundância e riqueza menor. Isso pode estar relacionado com o maior grau de perturbação ambiental por influência antrópica, favorecendo uma menor diversidade de espécies. Com isso, se faz importante o bom uso e preservação dos recursos naturais para garantir a manutenção da biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. D. S.; LOUZADA, J. N. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofisionomias do Cerrado e sua importância para a conservação. *Neotropical Entomology*, v. 38, n.1, p.32-43, 2009.
- BRAGA, R. F. et al. Dung Beetle Community and Functions along a Habitat-Disturbance Gradient in the Amazon: A Rapid Assessment of Ecological Functions Associated to Biodiversity. *PLOS ONE*, v.8, e57786, 2013.
- DAVIS A. J.; HUIJBREGTS H.; KRIKKEN J. The role of local and regional processes in shaping dung beetle communities in tropical forest plantations in Borneo. *Glob Ecol Biogeogr*, v.9, p.281-292, 2000.
- FLECHTMANN, C. A. H. et al. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul. 5. Seleção de besouros coprófagos. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.39, n.2, p.277-286.
- HALFFTER G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol Mexicana*, v.82, p.195-238, 1991.
- HALFFTER G.; ARELLANO L. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica*, v.34, p.144-154, 2002.
- HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomologica Mexicana*, n.12-14, p.1-312, 1966.
- HALFFTER, G.; MORENO, C. E. Significado biológico de las diversidades alfas, beta y gamma. In Halffter G, Soberón J, Koleff P, Melic A (eds). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. 2005. Monografías Tercer Milenio, v 4. Zaragoza, p.5-18. 2005.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ª edição. ISBN: 978-85-240-4272-0 (meio impresso). 2012.

- IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. 2020. Desmatamento na Amazônia sobe 35 % em um ano: Risco de Fogo é Alto em 2020. Disponível em: <https://ipam.org.br/desmatamento-na-amazonia-cresce-35-em-um-ano-e/>. Acessado em: 31/10/2020.
- KORASAKI, V.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; BRAGA, R. F.; ZANETTI, R.; LOUZADA, J. Taxocenose de Scarabaeinae (Coleoptera:Scarabaeidae) em Benjamin Constant, AM. *Acta Amazonica*, vol. 42, n.3, p.423 – 432, 2012.
- LISBÔA, P. L.; PRANCE, G. T; LISBÔA, R. L. Contribuição ao conhecimento da flora do Aripuanã (Mato Grosso). *Acta Amazonica*. 6(4). 33-41. 1976.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020. Componente Projeto Alternativas ao Desmatamento e às Queimadas. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/824-amaz%C3%B4nia.html>. Acessado em: 31/10/2020.
- NICHOLS, E. et al. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* v.137, p.1–19, 2007.
- NICHOLS, E. et al. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, v.141, p.1461-1474, 2008.
- OKSANEN, J. et al. Vegan: Community Ecology Package. R. Version: 2.5-5. <https://cran.r-project.org>. 2019.
- PACHECO, T. L. et al. Besouros rola-bostas (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). In. RODRIGUES, D. J.; NORONHA, J. C.; VINDICA V. F. Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino. Áttema Editorial, 2015.
- PESSÔA, M. B. Comunidades de besouros rola-bostas (coleoptera: Scarabaeinae): do macro a ecologia de indivíduos. 2019. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.
- SÃO PEDRO, V. A; COSTA, H. C; FEIO, R. N. A Herpetofauna do AHE Dardanelos, Aripuanã, Mato Grosso. Viçosa – MG. CDD 22 ed. 597. 2009.
- SILVA, P. G.; GARCIA, M. A. R.; VIDAL, M. B. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae sensu stricto) do município de Bagé, RS (bioma campos sulinos). *Revista Biociências*, v. 17, n. 1, p. 33-43, 2009.
- SILVA, R. J. et al. Influência da Granulometria do Solo na Estrutura de Guildas Funcionais de Besouros Rola-Bostas (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em Florestas Semidecíduais no Estado do Mato Grosso, Brasil. *Bioscience Journal*, v. 31, n. 2, 2015.
- SILVA, R. J.; DINIZ, S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Heterogeneidade do habitat, riqueza e estrutura da assembléia de besouros rola-bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em áreas de cerrado na Chapada dos Parecis, MT. *Neotropical Entomology*, v.39, n.6, p.934-940, 2010.
- TARASOV, S.; GÉNIER, F. Innovative Bayesian and Parsimony Phylogeny of Dung Beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) Enhanced by Ontology-Based Partitioning of Morphological Characters. *PLOS ONE*, v.10, n.3, e0116671, 2015.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado de Conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, p.183-195, 2000.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z. et al. Lista de espécies dos Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 107, 2017.

ESTUDO ANATÔMICO DE *Tovomita umbellata* Benth. EM FLORESTA ESTACIONAL PERENIFÓLIA NO ESTADO DE MATO GROSSO

Jaidle Irasnin Evangelista do Vale¹, Willian Schornobay Bochensky¹, Igor Pereira do Nascimento¹, Jaqueline Amorim de Oliveira², Maísa Barbosa Lauton², Ivone Viera da Silva³

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Graduanda do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, câmpus de Alta Floresta - MT.

² Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, câmpus de Alta Floresta - MT.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Coordenadora do Laboratório de Anatomia Vegetal, câmpus de Alta Floresta - MT.

Área: Biodiversidade

RESUMO

A espécie *Tovomita umbellata* Benth. (Clusiaceae) ocorre em florestas de terra firme do domínio fitogeográfico da Amazônia, mesmo a espécie tendo registros de ocorrência desde o Panamá até o Centro-Oeste brasileiro, não encontramos informações sobre suas características anatômicas. Assim, nosso objetivo no presente trabalho foi caracterizar anatomicamente amostras foliares de *T. umbellata* coletadas em uma porção florestal do município de Sinop - MT. Metodologicamente, realizamos cortes transversais na região mediana das folhas e a dissociação epidérmica para produção de lâminas histológicas, registro e caracterização estrutural. Como principais caracteres a espécie apresentou canais secretores e metabólicos secundários próximos ao parênquima homogêneo lacunoso da asa foliar, também registramos a ocorrência de sílica na epiderme, característica que possibilita a resistência do organismo vegetal a diversos fatores estressantes impostos pelo ambiente, tanto em relação a sazonalidade quanto a herbivoria.

Palavras-chave: Amazônia; Caracterização; Clusiaceae; Mato Grosso.

INTRODUÇÃO

A família Clusiaceae Lindley possui em torno de 800 espécies e 14 gêneros descritos, distribuída pelos trópicos em volta do mundo, tendo também algumas distribuições por regiões do semiárido (STEVENS, 2017; ALMEIDA et al., 2014). Nesta família, o gênero *Tovomita* Aubl., ocorre nos domínios fitogeográficos da Amazônia e Mata Atlântica, sendo um gênero de formas de vida distintas, com arbustos, árvores, hemiepífitas e epífitas (FLORA DO BRASIL, 2020; GAHAGEN, 2015), que agrupa até então cerca de 50 espécies, com registro de 36 espécies para o Brasil. Para Mato Grosso são relatadas 5 espécies de *Tovomita* Aubl., com ocorrência principalmente em locais alagáveis, como por exemplo na bacia Amazônica, dentre elas a espécie *Tovomita umbellata* Benth., apresenta ocorrência somente no domínio fitogeográfico da Amazônia, em florestas de terra firme (MARINHO et al, 2019; MARINHO; ENGELS, 2019; BITTRICH et al, 2015).

Em nossas buscas literárias não identificamos trabalhos científicos que descrevam as características anatômicas da espécie estudada. Considerando que nossa fonte de material está em uma região em ampla expansão do agronegócio e retirada da vegetação de Floresta Amazônica, aqui buscamos caracterizar anatomicamente as folhas de *Tovomita umbellata* Benth. (Clusiaceae) coletadas em uma floresta estacional perenifólia antes que se perca toda esta biodiversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foliares do estudo foram cedidas pelo Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração Cerrado-Amazônia (PELD) provenientes de uma comunidade de floresta estacional perenifólia no município de Sinop, norte do estado de Mato Grosso, sob as coordenadas 11° 51' 51" S 55° 30' 09" O. As folhas foram herborizadas de acordo com métodos usuais de herborização (FIDALGO; BONONI, 1984) e transportadas para o Laboratório de Anatomia Vegetal (LAAV) da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Alta Floresta.

No laboratório depositamos as amostras em potes coletores e reidratamos com glicerina e água quente na proporção de 3:1 por 30 minutos conforme Smith e Smith (1954), posteriormente armazenamos as amostras em álcool 70%. Da região mediana do limbo foliar produzimos cortes anatômicos transversais à mão livre com o auxílio de lâminas de aço. Clarificamos os cortes em hipoclorito sódico a 2%, lavamos em água destilada e coramos com fucsina e azul de Astra (KRAUS et al., 1998). Para análise da epiderme foliar procedemos com o método de dissociação Jeffrey (JOHANSEN, 1940) com modificações, depositamos as amostras em potes coletores e sob a solução de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio a uma proporção de 1:1, lacramos com fita adesiva e as mantivemos em estufa a 60 °C, por aproximadamente de 24 horas. Após esse período as amostras foram lavadas em água destilada, e as epiderme separadas e limpas com o auxílio de pincel, por fim coramos com fucsina básica (KRAUS; ARDUIN, 1997). A partir das lâminas histológicas montadas, obtivemos fotomicrográficas com capturador de imagens digital (LAS E.Z. 1.7.0 Leica®), acoplado a um fotomicroscópio Leica® ICC50.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em vista paradérmica, a espécie apresenta folha hipoestomática, epiderme de parede sinuosa em ambas as faces e presença de sílica (Fig. 1A). Na face abaxial estômatos reniformes do tipo paracítico ocorrem nivelados com a epiderme (Fig. 1B). A sinuosidade das paredes anticlinais das células epidérmicas pode ser atribuída às condições ambientais, sendo mais acentuada em plantas que se desenvolvem à sombra (WILKINSON, 1979) ou em ambientes úmidos (GOMES, 1992), onde a primeira condição está mais relacionada às amostras. A presença de apêndices epidérmicos (tricomias, paredes secundárias com sílica e carbonato de cálcio), compostos nitrogenados, terpenoides e fenólicos (lignina, flavonoides e taninos) são outras adaptações contra a pressão de herbívoros (CARVALHO et al., 2004; CÔRREA et al., 2008). A ocorrência de silício apresenta influência direta em vários aspectos estruturais, fisiológicos e bioquímicos da vida das plantas, com papel importante nas relações planta-ambiente, pois pode dar a capacidade da planta reduzir a susceptibilidade a doenças causadas por fungos. Uma vez que o silício presente na epiderme foliar ativa genes envolvidos na produção de compostos secundários do metabolismo, como os polifenóis, e enzimas relacionadas com os mecanismos de defesa das plantas (LIMA FILHO et al., 1998).

Em vista transversal da lâmina foliar, a nervura central apresenta uma epiderme unisseriada; cutícula delgada; espessamento periclinal voltado para a face interna na parede das células epidérmicas; colênquima angular subepidérmico e parênquima de preenchimento; o feixe vascular é envolvido por um cordão de fibras esclerenquimáticas; canais secretores e metabólicos secundários estão presentes desde a região colenquimática até o centro da nervura (Fig. 1C, 1D e 1E). Os tecidos ou estruturas secretoras apresentam esta denominação por serem encontradas em sua composição substâncias que são exsudadas do protoplasto para os vacúolos das células (FAHN, 1979; ESAU, 2013). Os metabólitos secundários, são produtos do metabolismo celular que assumem características funcionais, agindo como sinais químicos, permitindo que as plantas respondam aos estímulos ambientais, sendo encontrados restritos dentro de diferentes espécies de plantas (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Dentre as aplicações relevantes dos metabólitos secundários também podemos destacar a produção de fármacos provenientes de plantas, principalmente aquelas localizadas em ecossistemas ameaçados de extinção (GONÇALVES; ROMANO, 2013), o que reitera a importância de estudos como o nosso.

Na asa foliar a cutícula é delgada, assim como as epidermes adaxial e abaxial, mesofilo homogêneo composto apenas por parênquima lacunoso (Fig. 1F), canais secretores e metabólicos secundários (Fig. 1G e 1I) e pequenos agrupamentos de fibras floemáticas entorno dos feixes vasculares da asa foliar (Fig. 1H). Entre características comuns à família Clusiaceae estão: cutícula espessada, estômatos restritos à face abaxial, cavidades secretoras frequentes, cristais de oxalato de cálcio (drusas) e hipoderme somente na face adaxial (SOLEREDER, 1908; METCALFE; CHALK, 1957) o que não tivemos como regra para *T. umbellata* que apresentou apenas os estômatos restritos a face abaxial, descartando as demais características citadas para a família.

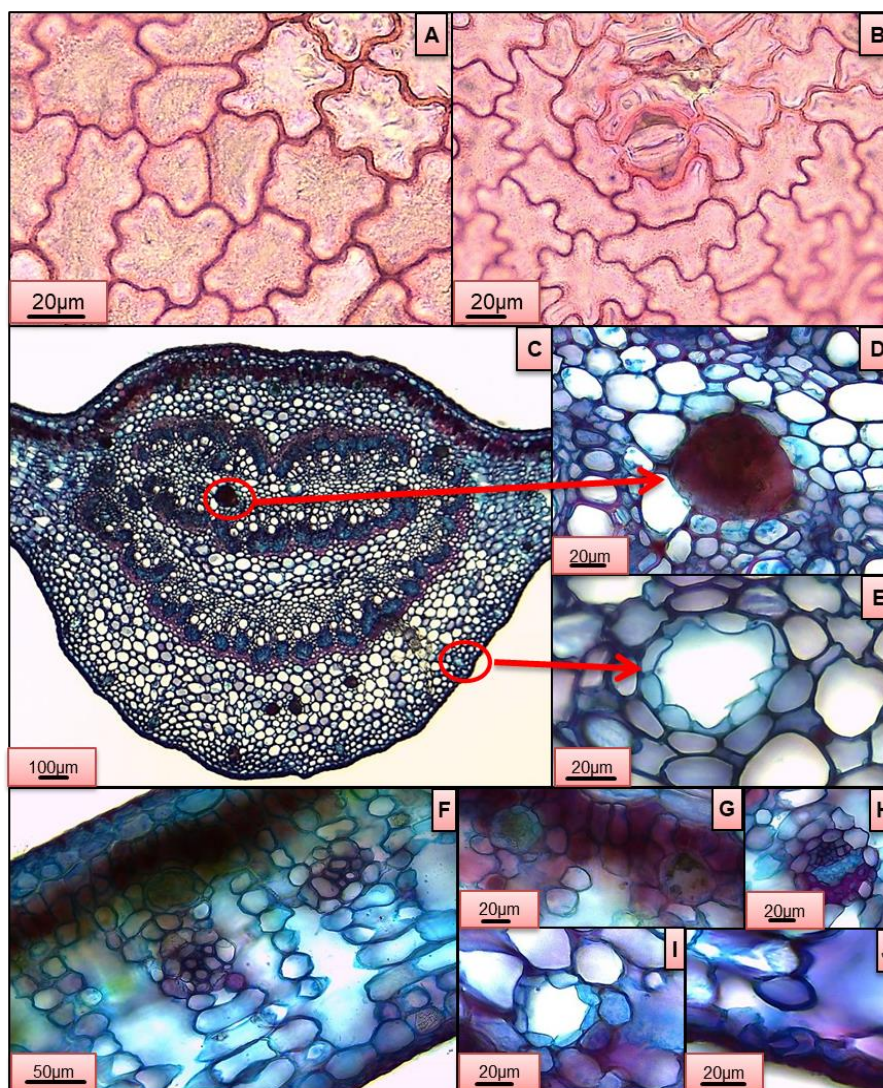


Figura 1- Descrição anatômica da lâmina foliar de *T. umbellata*; vista paradérmica; A- face adaxial. Barras: 20µm, 50µm, 100µm. (Fonte: O autor).

Os atributos medicinais que aparecem nas Clusiaceae estão diretamente relacionados a tipos especiais de estruturas secretoras, especialmente ductos e cavidades, pois são eles os sítios de produção dos metabólitos secundários responsáveis por estas propriedades, sendo esta uma característica de valor taxonômico para a família (METCALFE; CHALK, 1950; FERREIRA et al., 2012). Com destaque na área de farmacologia, devido aos seus efeitos biológicos sobre a saúde humana e desempenham papéis importantes na bioquímica e fisiologia das plantas (SOARES et al., 2019).

CONCLUSÃO

Concluimos que as características presentes em *Tovomita umbellata*, tais como, sinuosidade das paredes, presença de sílica na epiderme, estômatos paracítico, cutícula é delgada, metabólitos secundários, parênquima homogêneo lacunoso, são características essenciais para a resistência das espécies a diversas condições estressantes do ambiente.

Este estudo busca servir como subsídio de informações relevantes para melhor compreensão das reações bioquímicas que ocorrem na espécie, assim como, traz informações inéditas para a região Amazônica no que diz a respeito das estruturas anatômicas de *Tovomita umbellata*, que apresenta poucas informações científicas sobre a anatomia foliar até mesmo para o gênero *Tovomita*.

AGRADECIMENTO

Nossos agradecimentos aos nossos colaboradores, Angélica Oliveira Müller e Norberto Gomes Ribeiro Junior, doutorandos do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, da Universidade do Estado de Mato Grosso, câmpus Nova Xavantina, pelo auxílio na construção deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa, a Universidade do Estado de Mato Grosso e ao PELD Cerrado-Amazônia por ceder o material botânico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.; MARINHO, L.; AMORIM, A. M. First records of *Tovomita stergiosii* Cuello (Clusiaceae: Clusieae) in Brazil. *Check List*, v. 10, n.6, p. 1570-1572, 2014.
- BITTRICH, V. et al. *Clusiaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB81904>>. 2015. Acesso em: 02 de mar. 2020.
- CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P. DE; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Eds.) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre, Florianópolis: Editora da UFRGS/UFSC, v.6, p. 519-535, 2004.
- CÔRREA, P. G. et al. Herbívora e anatomia foliar em plantas tropicais brasileiras. *Ciência e Cultura*, v. 60, n.3, p.54-57, 2008.
- ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. Tradução de Berta Lange de Morretes. São Paulo: Blucher, 1974 (impressão 2013).
- Fabaceae in *Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115>>. Acesso em 22 mar. 2020.
- FAHN, A. *Secretory Tissues in Plants*. London: Academic Press, 1979.
- FERREIRA, R.O.; CARVALHO, M.G; SILVA, T.M.S. Ocorrência de biflavonoides em Clusiaceae: aspectos químicos e farmacológicos. *Química Nova*, v. 35, n.11, p. 2271-2277, 2012.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. *Manual prático de coleta, herborização e preservação*. Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, São Paulo, 1984.
- GAHAGEN, B. A. *A taxonomic revision of Tovomita (Clusiaceae)*. 2015. (Doctoral Thesis in Philosophy). Faculty of Arts and Sciences, Ohio University, Ohio, 2015.
- GOMES, D. M. S. *Anatomia foliar de Gomidesia spectabilis (DC) Berg e G. nitida (Vell) Legr. (Myrtaceae)*. 1992. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 102p. 1992.
- GONÇALVES, S. ROMANO, A. In vitro culture of lavenders (*Lavandula* spp.) and the production of secondary metabolites. *Biotechnology advances*, v. 31, n. 2, p. 166-174, 2013.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, Inc: London; 530p.
- KRAUS, J. E. et al. Astra blue and basic fuchsin double staining of plant materials. *Biotechnic & histochemistry*, v. 73, n. 5, p. 235-243, 1998.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal (Vol. 1)*. Seropédica: Edur. 1997.
- LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; E TSAI, S. M. Silício pode aumentar a resistência de plantas a doenças. *Boletim Informativo do Grupo de Estudos "Luiz de Queiroz"*, n. 2, p. 10-11, 1998.
- MARINHO, L. C.; ENGELS, M. E. Considerações sobre a distribuição e morfologia de *Tovomita calophyllophylla* García-Villacorta & Hammel (Clusiaceae) no Brasil. *Hoehnea*, v. 46, n. 2, 2019.
- MARINHO, L.C. *Tovomita* in *Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB6883>>. Acesso em: 26 out. 2020.
- MARINHO, L.C.; FIASCHI, P.; AMORIM, A. M. A gold mine: four more new species of *Tovomita* (Clusiaceae: Clusieae) from Amazonia. *Willdenowia*, v. 49, n. 3, p. 343-350, 2019.
- METCALF, C.R.; CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons - leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses*. Clarendon Press: Oxford. 1950, 1500p.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. (1957) *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. 2, Clarendon Press, Oxford, 557.

- METCALFE, C. R.; CHALK, L. (1979). Anatomy of the dicotyledons. Second edition, Oxford. England: Clarendon.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, c2007. 830 p.
- SMITH, F.H.; SMITH, E.C. Anatomy of the inferior ovary of Darbya. American Journal of Botany, vol. 29, pp. 464-471. 1942.
- SOARES, D. F.; HOLZBACH, J. C.; FARIA, E. O. Análise das classes de metabólitos secundários presentes no extrato de acetato das folhas de Clitoria guianensis Benth. In: 11º seminário de iniciação científica da UFT, V. 7, 2015. 2019.
- SOLEREDER, H. Systematic anatomy of the dicotyledons. Clarendon Press, Oxford. 1182p, 1908.
- STEVENS, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since].". Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em 01 mar. 2020.
- WILKINSON, H. P. The plant surface (mainly leaf). In: METCALFE, C.R.; CHALK, L. (Ed.). Anatomy of the dicotyledons. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1979. v.1, p.97-162.

PERCEPÇÃO DO QUE É CIÊNCIA PELOS INTEGRANTES DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA AMAZÔNIA MERIDIONAL/UNEMAT- AF

Geovanna Emanuely Almeida Rodriguês¹, Lucas dos Santos de Almeida², Leandro Fagner Da Silva³, Angélica Oliveira Muller⁴, Ivone da Silva Vieira⁵

¹⁻²Graduandos em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso- Alta Floresta – MT; E-mail rodriguesgeovannamanuely@gmail.com; lucas08afmt@hotmail.com;

³Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso- Alta Floresta – MT; E-mail: msnsocial@live.com;

⁴Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus-Nova Xavantina/MT; E-mail: angelmuller88@gmail.com.

⁵Docente do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos da Universidade do Estado de Mato Grosso; Laboratório de Biologia Vegetal. E-mail: ivibot@hotmail.com

Área: Biodiversidade

RESUMO

A ciência é forma de desenvolvimento tanto tecnológico quanto social, através de pesquisas científicas entre a comunidade acadêmica e em geral. O presente trabalho teve finalidade discutir sobre qual é percepção de ciência na visão dos bolsistas, estagiários, voluntários, mestrandos, doutorandos e pós-doutorado do Centro de Tecnologia da Amazônia Meridional (CEPTAM). Aplicamos um questionário semiestruturado para avaliar o conhecimento dos envolvidos e também as práticas nos laboratórios ao qual fazem parte. Obtivemos dos entrevistados um conjunto de respostas significativas sobre importância do compartilhamento e atualização dos métodos e práticas de estudo. Concluímos que na visão dos entrevistados a ciência é algo que se aprimora conforme as atividades desenvolvidas dentro do laboratório, ou seja, a curiosidade e o conhecimento científico está em cada um, e se apura conforme suas conexões com a ciência e quem trabalha com ela.

Palavras chaves: Estudo; metodologia; conhecimento.

INTRODUÇÃO

A ciência evolui em cada pessoa de diferente forma, explorando vários aspectos do cotidiano, como também nas experiências adquiridas em contato com outra pessoa, a partir de trocas de experiências, informações e evolução das ideias sobre o objeto estudado. Através de comunicação e reflexão do que é compartilhado que proporciona conhecimento para o indivíduo e o coletivo (PRAIA et al., 2002). O conhecimento científico produz sua própria evolução e tem origem dentro da própria ciência básica (DE VASCONCELLOS, 2003).

Nas duas últimas décadas, houve uma expansão significativa de ações dos governos federal e estaduais por meio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Secretarias de C&T e Fundações de Apoio à Pesquisa (FAPs), entre outros organismos preocupados com a divulgação científica no país (ROCHA et al., 2012). O objetivo é transformar a Ciência e Tecnologia em instrumentos efetivos de uma grande mudança econômica e social do Brasil, enfrentando desafios, resolvendo problemas, atendendo aos anseios da sociedade, tudo através da pesquisa (SILVA et al., 2001). Neste trabalho, objetivamos verificar a percepção dos integrantes do Centro de Tecnologia da Amazônia Meridional (CEPTAM) quanto a definição e aplicabilidade da ciência, possibilitando futura intervenção.

MATERIAL E MÉTODOS

Aplicamos um questionário aos discentes (público-alvo) que participam dos laboratórios do CEPTAM (Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional). Criamos duas categorias para a análise dos dados: 1- Graduandos (bolsistas, estagiários e voluntários) e 2- Pós-graduandos (mestrandos, doutorandos e pós-doutorados). A entrevista consistia em cinco questões sobre a ciência, a fim de verificar como essa pauta está sendo compreendida, praticada e desenvolvida, na maneira de como ela influencia a comunidade, e como ela é exercida. As respostas descritivas foram analisadas e para a tabulação utilizamos palavras ou frases chaves e rodamos a estatística no Programa Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CEPTAM é formado por 7 laboratórios: Laboratório de Fitotecnia, de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, Tecnologia de Sementes e Matologia, Genética e Biologia Molecular, Anatomia Vegetal, Ecologia e Tecnologia da Madeira. A maioria dos integrantes são do curso de Ciências Biológicas, graduandos, e do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – PPGBioAgro, mestrandos (Figura 1). Esse fato se deve porque o polo é voltado para a área ambiental, e esta por mais que contemple algumas matérias do curso de Agronomia e Engenharia florestal, a atuação dos laboratórios é dentro das Ciências biológicas, pois dos sete laboratórios, apenas dois

estão diretamente voltados para as pratica da Engenharia florestal e Agronomia, enquanto o restante contempla os três cursos. Também vale ressaltar que o curso de Ciências Biológicas ocorre no período noturno o que favorece no desenvolvimento das atividades nos laboratórios, os outros cursos ocorrem no período diurno.

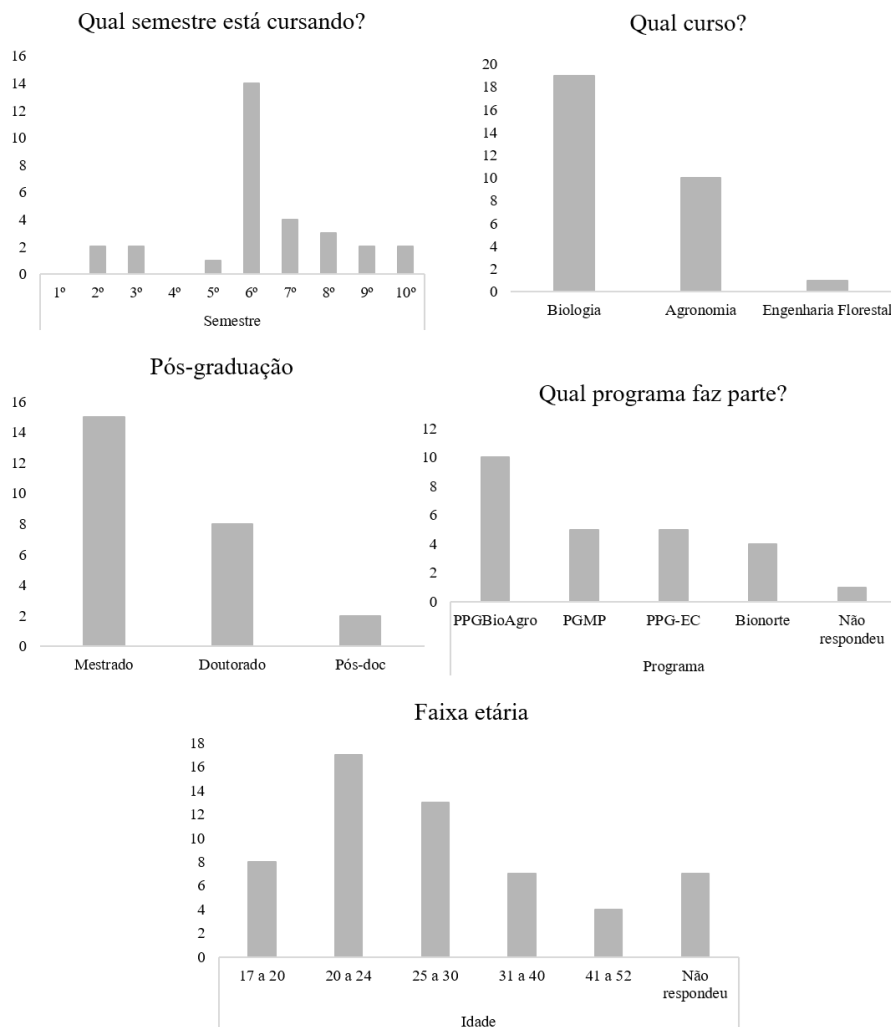


Figura 1 - Dados pessoais dos participantes da pesquisa sobre Extensão desenvolvida no Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional (CEPTAM), Universidade do Estado de Mato Grosso, câmpus de Alta Floresta. (Fonte: Angélica Oliveira Muller).

Entre os graduandos, quando perguntados “o que é ciência”, 24% deles afirmaram que é o conhecimento, 19% disseram que é a prática de estudos onde se desenvolve através de pesquisas, e 11% deles afirmaram que ciência é constituída de um método científico (Figura 2a). Com os pós-graduandos, 25% deles afirmaram que também é o conhecimento, 16% disseram que ela se constitui de um método científico onde é feita a investigação de hipóteses e teorias, e ainda 12% desses afirmaram que a ciência é a prática de estudos e pesquisas com a compreensão do que foi adquirido (Figura 2b). A ciência busca, essencialmente, desvendar e compreender a natureza e seus fenômenos, através de métodos sistemáticos e seguros, o que significa que seus resultados só podem ser considerados conclusivos em determinadas circunstâncias (TARGINO, 1995).

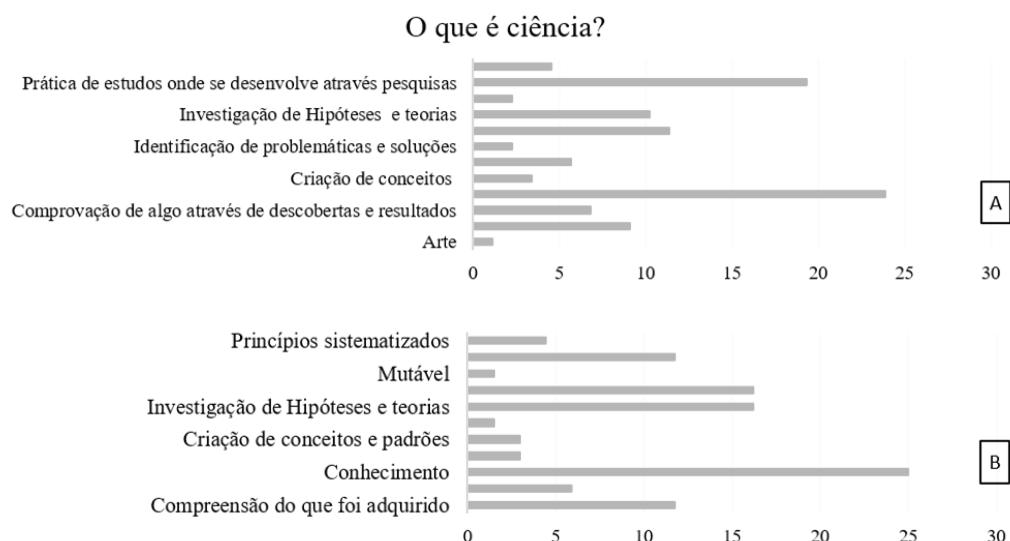


Figura 2 - Percepção dos entrevistados sobre o conceito do que é ciência. A – graduandos e B – pós-graduandos. (Fonte: Geovanna Emanully Almeida Rodrigues).

Quando questionados sobre o que metodologia científica, entre os graduandos: 26% afirmaram que ela é constituída de protocolos e procedimentos, 18% disseram que ela serve para a construção do conhecimento, 16% afirmaram que são os métodos utilizados, dos quais 8% afirmaram que são técnicas e estratégias a serem empregadas na realização do trabalho ou experimento (Figura 3 a). Com os pós-graduandos, os dados obtidos foram de 25,4% afirmando que é constituída de protocolos e procedimentos, 18% complementando que ela seja os métodos e metodologias utilizadas na construção do conhecimento e 10% dissendo que auxilia na obtenção de resultados através de formulações e investigação na constituição do trabalho científico (Figura 3b). A metodologia é um conjunto de abordagens, técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição objetiva do conhecimento, de uma maneira sistemática (RODRIGUES, 2007).

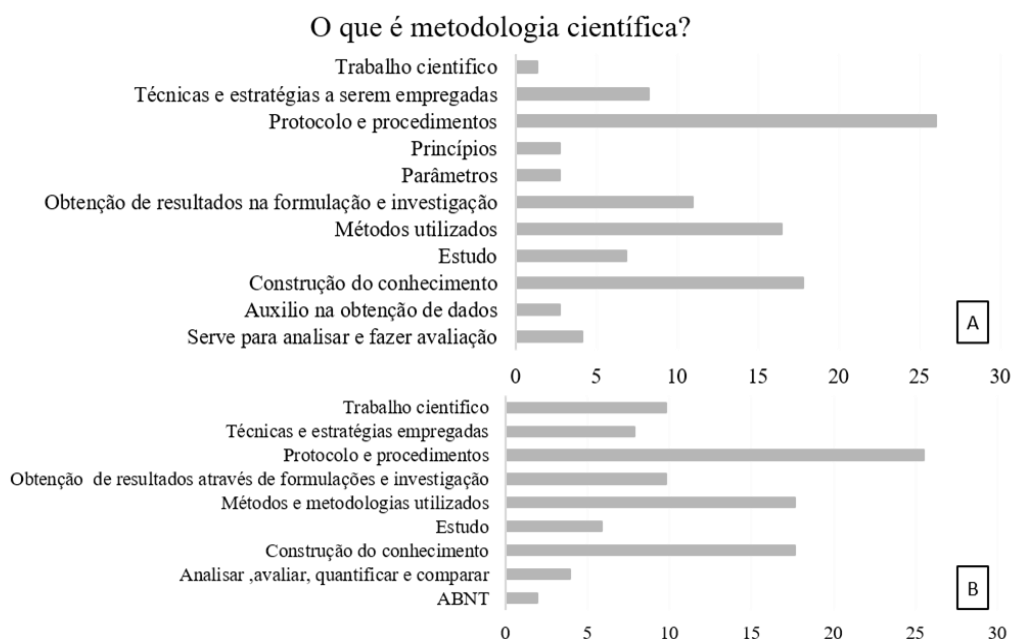


Figura 3 - Percepção dos entrevistados sobre o conceito do que é metodologia científica. A – graduandos e B – pós-graduandos. (Fonte: Geovanna Emanully Almeida Rodrigues).

Sobre o que é publicação científica e qual sua definição, entre os entrevistados da graduação quatro não souberam responder e dois deixaram em branco (Figura 4a). Entre os pós-graduandos todos responderam e 33% afirmaram que a publicação científica é a divulgação de resultados obtidos com a pesquisa e 11% é uma forma de comunicação de dados para comunidade científica, através de publicações de livros, periódicos nas revistas e/ou eventos (Figura 4b). Acreditamos que esse fato esteja relacionado na pós-graduação pela cobrança por publicações ser maiores. Segundo Petroianu (2002), essa cobrança pode chegar ao ponto de bloquear a ascensão de competentes profissionais, por não apresentarem atividade de pesquisa, pois o desenvolvimento científico é de interesse governo e de várias instituições, que através de bolsas e outros auxílios financeiros, incentiva o profissional a produzir e formar bom currículo científico

(PETROIANU, 2002). Lembrando que o pesquisador é julgado pelo número de trabalhos publicados, sua qualidade e tipo de veículo publicitário (PETROIANU, 2000; PETROIANU,1995). Assim uma pesquisa realizada e não publicada, não é divulgada, e se não se torna disponível para a comunidade científica ou leiga esse conhecimento, é igual à uma pesquisa não realizada (MUCCIOLI, 2004). Essas publicações de trabalhos científicos que são feitas seguem rígidas normas ético-científicas, chamadas Diretrizes e Normas de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, por meio da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, foram criadas para proteger tanto o indivíduo da pesquisa (seja ele humano ou não), quanto à credibilidade de seus resultados e, por consequência, do pesquisador (MUCCIOLI et al., 2008).



Figura 4 - Percepção dos entrevistados quando perguntados sobre o que é publicação científica e qual sua definição. A – graduandos e B – pós-graduandos. (Fonte: Geovanna Emanully Almeida Rodrigues).

Em relação a publicação científica, foi também questionado aos entrevistados se no laboratório que participam, se a fazem e quais seriam os tipos de trabalhos, destacamos entre os graduandos que 29% deles afirmaram que fazem publicação de trabalhos, e 3% disseram que não, e houve 1% que deixou em branco a pergunta. Dos que afirmaram que sim, 11% deles disseram que eram publicações relacionadas as atividades do laboratório e sendo a maioria resumos simples (Figura 5a), 7% publicam em eventos da própria universidade. Que foi em eventos da UNEMAT e 4% em congressos e eventos locais, regionais e nacionais. Esse fator destaca a importância de eventos acadêmicos dentro da própria instituição. Com os pós-graduandos quando perguntados a mesma pergunta se fazem publicação científica, a resposta foi 100% afirmativa. Ao contrário da graduação, a maioria de suas publicações são em artigos, livros e capítulos de livros e os resumos simples se encontram com a porcentagem de 7% (Figura 5). No qual o principal responsável pela produção científica nacional é o sistema de pós-graduação (SOUZA, 2002). Essas publicações científicas se devem pelo fato de que os pós-graduandos querem validar o que apreendeu e promover isso, esse comportamento só tende a aumentar conforme o grau de graduação, pois estes se capacitam e cada vez mais querem fazer contribuições científicas para a comunidade em geral (GUIMARÃES, 2007). As publicações, tanto na graduação quanto na pós-graduação, se intensificam quando se está ativamente desenvolvendo atividades nos laboratórios.

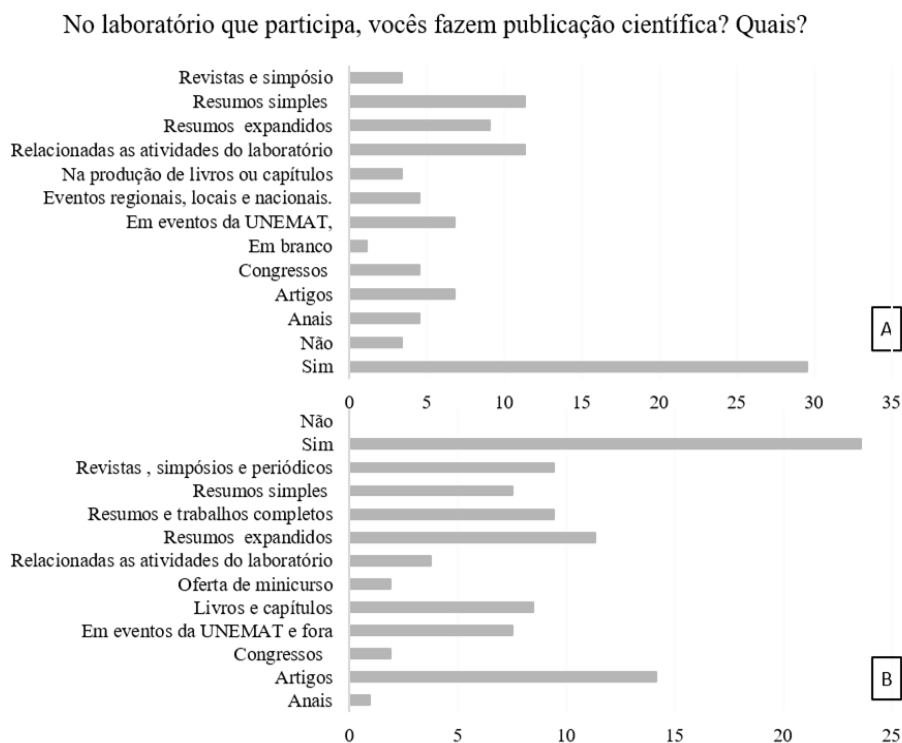


Figura 5 - Percepção dos entrevistados quando perguntados se fazem publicações no laboratório que participam e que tipo de publicações seriam .A – graduandos e B – pós-graduandos. (Fonte: Geovanna Emanully Almeida Rodrigues).

Dentre as respostas para entendermos sobre a percepção dos entrevistados em relação a elaboração do trabalho científico, e quais são as etapas e os procedimentos para a sua realização: entre os graduandos 1% deixou em branco e 1,5% afirmou não saber aprofundar sobre o assunto. Dos que responderam 17% deles afirmaram que o trabalho científico, se tem em um de seus procedimentos e etapas a constituição de materiais e métodos utilizados. Dentro disso 12% deles disseram que o trabalho científico tem que ter uma conclusão onde responda à problemática e seja feita sua publicação e contribuição com a ciência, nisto 11% deles afirmaram que é de suma importância fazer as referências. 8% deles afirmaram que a introdução é uma etapa onde objetivo é levantando, junto com as hipóteses a serem testadas (Figura 6a). Com os pós-graduandos, o que mais se destacou foi a importância da hipótese e/ou problemática a ser respondida no trabalho científico (Figura 6). A hipótese numa percepção empirista tem como função servir para a elaboração de um exame comprovando determinados fatos, mas essa ideia pode ser vista por outra perspectiva a qual diz que a hipótese intervém ativamente em um trabalho e desempenha a função de construção do meio científico (PRAIA, 2002), ou seja, para o desenvolvimento de um trabalho científico é necessária uma hipótese que o preceda.

Quais são as etapas/procedimentos para a realização de um trabalho científico?

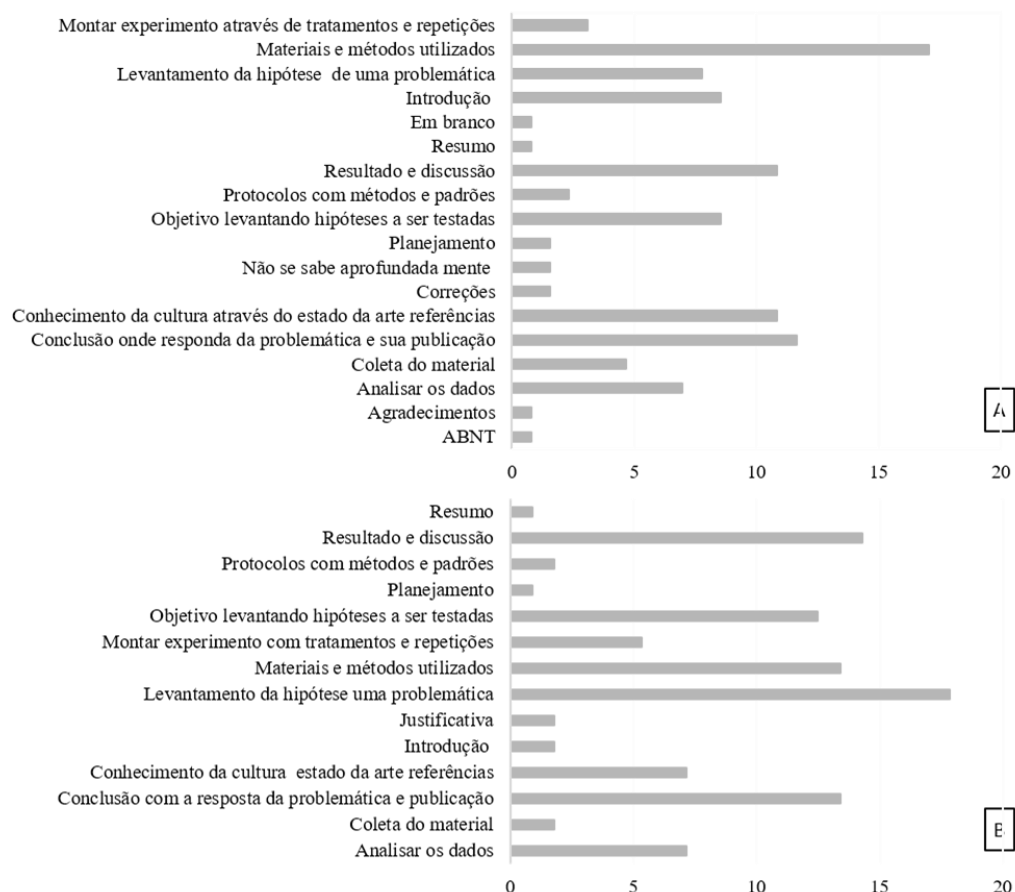


Figura 6 - Percepção dos entrevistados quando perguntados sobre quais são as etapas/procedimentos para a realização de um trabalho científico .A – graduandos e B – pós-graduandos. (Fonte: Geovanna Emanully Almeida Rodrigues).

CONCLUSÃO

Concluimos através da análise que para os entrevistados o entendimento da ciência é fundamental para a formação, atualização acadêmica. Portanto, ressaltamos que é fundamental para o desenvolvimento dos acadêmicos a participação nos laboratórios de pesquisa, pois isso afetará o seu desenvolvimento científico positivamente, tanto por estar com profissionais experientes, quanto por adquirir conhecimento através da prática e teoria, assim adquirindo experiência para criar novos meios no exercício na ciência.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPEMAT pela concessão de bolsa ao primeiro, segundo e terceiro autor, pelo projeto Percepção do que é Ciência & Extensão pelos integrantes do Centro de Tecnologia da Amazônia Meridional pelo edital N.º 011/2018 - PROEC. E aos integrantes do CEPTAM pela participação no projeto.

REFERÊNCIAS

- DE VASCONCELLOS, M. J. E. Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência. Papirus Editora, 2003.
- GUIMARÃES, R. O futuro da pós-graduação: avaliando a avaliação. Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 4, n. 8, 2007.
- MUCCIOLI, C. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e as publicações científicas. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, v. 67, n. 2, p. 195-196, 2004.
- MUCCIOLI, C. et al. Relevância do Comitê de Ética em Pesquisa nas publicações científicas. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, v. 71, n. 6, p. 773-774, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. National science education standards. National Academies Press, 1996.

PETROIANU, A. Considerações sobre a pós-graduação stricto sensu em Medicina. Rev Assoc Med Bras, v. 4, p. 391-396, 1995.

PETROIANU, A. Ética Moral e Deontologia Médicas. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p 197-204.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. Ciência & Educação, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

ROCHA, J. N., COSTA, T. M. L., ALMEIDA, R. A. F. A percepção da ciência dos professores da educação básica. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 3, n. 3, p. 139-151, 2012.

RODRIGUES, W. C. Metodologia científica. Faetec/IST. Paracambi, p. 01-20, 2007.

SILVA, C. G. D., MELO, L. C. P. D. Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira–livro verde. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), 2001.

SOUZA PR. O crescimento da produção científica. Folha de São Paulo, 2002, Nov 06. p. A3.

TARGINO, M. D. G. A interdisciplinaridade da ciência da informação como área de pesquisa. 1995.

VARIABILIDADE GENÉTICA DE GENGIBRE POR MEIO DE DESCRITORES FENOTÍPICOS QUANTITATIVOS

Edimilson Leonardo Ferreira¹, Elisa dos Santos Cardoso¹, Uéilton Alves de Oliveira², Ana Aparecida Bandini Rossi¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. E-mail: edimilson_bio@outlook.com

² Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

Área: Biodiversidade

RESUMO

O estudo da variabilidade genética é importante para o desenvolvimento de variedades melhoradas, propiciando a seleção de características que possam contribuir para qualidade da espécie, sendo frequentemente realizado por meio de características morfológicas e agrônomicas. Diante do exposto, o presente estudo objetivou analisar a variabilidade genética entre genótipos de gengibre com base em descritores fenotípicos quantitativos. Foram cultivados 16 genótipos de gengibre, sendo a caracterização fenotípica realizada a partir de sete descritores quantitativos: altura da planta (AP), comprimento da folha (CF), largura da folha (LF), número de perfilhos por planta (NPP), número de folhas por perfilho (NFP), espessura do rizoma (ER) e produtividade dos rizomas por indivíduo (PRI). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos programas Genes e Rbio. A maior distância genética foi observada entre os genótipos AF03 e AF11 (1,75) e o método de otimização de Tocher reuniu os genótipos em sete grupos distintos, onde os genótipos de maior PRI apresentaram-se separados dos demais, sendo este o descritor que mais contribuiu para a variabilidade encontrada. A avaliação dos descritores fenotípicos quantitativos possibilitou a identificação da variabilidade genética entre os genótipos estudados e os níveis de correlação constatados indicam que indivíduos de maior produtividade possam ser selecionados, indiretamente, a partir da LF e do NPP.

Palavras-chave: Diversidade Genética; Recursos Vegetais; Rede de Correlações; *Zingiber officinale*;

INTRODUÇÃO

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), originário da Ásia e atualmente amplamente cultivado em regiões tropicais é utilizado, especialmente, na culinária e na medicina. Na indústria gastronômica o gengibre está presente na produção de molhos, sopas, embutidos, bebidas, condimentos, pães e doces (JÚNIOR; LEMOS, 2010; RAVINDRAN; BABU, 2016), enquanto na medicina é utilizado no tratamento de diversas doenças, conforme relatado em estudos sobre plantas medicinais (SOUZA; DÓRIA, 2016; TATAGIBA et al., 2019).

Atualmente o gengibre é cultivado em diversos países do mundo, sendo a Índia o maior produtor mundial, com uma produção de aproximadamente 464 mil toneladas (FAO, 2020). No Brasil, a produção de gengibre em 2017 foi de aproximadamente 24 mil toneladas, sendo as regiões sudeste e sul do país as maiores produtoras, com destaque para o estado do Espírito Santo, com cerca de 18 toneladas produzidas no ano de 2017, representando 75% da produção total do Brasil neste ano (IBGE, 2018).

Para aumentar a produção e a qualidade de espécies cultivadas, como o gengibre, é necessário o desenvolvimento de variedades com características melhoradas, sendo para isso fundamental estudar a variabilidade genética da espécie (RAVISHANKER et al., 2013) para que, a partir desse conhecimento, seja possível identificar genes de interesse (FALCONER; MACKAY, 1996). O conhecimento desta diversidade genética permite a seleção e a determinação de novas populações superiores, geralmente, visando seleção para resistência a estresses ou para uma maior produção (VIEIRA et al., 2008).

Estudos de características morfológicas e agrônomicas em plantas cultivadas são importantes ferramentas para se determinar a distância genética entre genótipos para fins de utilização em programas de melhoramento genético (ELIAS et al., 2007). A caracterização morfológica e agrônômica, por meio de descritores fenotípicos, tem sido utilizada para avaliar a variabilidade entre genótipos de gengibre (RAVINDRAN, 1994; PANDEY; DOBHAL, 1993; SASIKUMAR et al., 1992).

Assim o presente estudo tem como objetivo analisar a variabilidade genética existente entre 16 genótipos de gengibre com base em caracteres fenotípicos quantitativos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campus da UNEMAT em Alta Floresta, MT, sendo cultivados 16 genótipos de gengibre (11 de Alta Floresta e 5 de Nova Mutum) oriundos da coleção de trabalho iniciada por Cardoso (2018). O plantio foi realizado em vasos plásticos, com 12 litros de capacidade e identificados de acordo

com o local de origem do genótipo. Em cada vaso foram plantados dois pedaços de aproximadamente 5 cm de rizoma, perfazendo um total de dois vasos para cada genótipo (plântio em quadruplicata).

O solo utilizado foi coletado em propriedade rural do município, sendo a análise físico-química realizada pelo Laboratório de Análise do Solos, Adubos e Foliar (LASAF) da UNEMAT/Alta Floresta. Quanto ao manejo, foram realizadas capinas manuais periódicas e, 30 dias após o plantio, foi feita uma adubação com NPK 04 14 8, de acordo com orientação técnica. Para manter os rizomas protegidos, utilizou-se a técnica de amontoa, que consiste em recobrir os rizomas que aparecem na superfície do solo. O experimento foi irrigado diariamente, por microaspersão automática e, após a emergência do primeiro pseudocaule, o mesmo foi demarcado para posterior identificação dos perfilhos.

A caracterização dos genótipos foi realizada a partir de sete descritores quantitativos propostos por Wicaksana et al. (2011) e Blanco & Pinheiro (2017) (Figura 1; Tabela 1).



Figura 1 - Descritores quantitativos avaliadas em germoplasma de gengibre. A: altura da planta; B: comprimento da folha; C: largura da folha; D: número de perfilhos por planta e de folhas por perfilho; E: espessura e produtividade do rizoma. (Fonte: os autores).

Tabela 1 - Descritores quantitativos avaliadas em germoplasma de gengibre. MCV: Máximo crescimento vegetativo

Variável	Método e época de avaliação
Altura da planta (AP)	No MCV: Mensuração, em cm, da superfície do solo até extremidade final da última folha, do primeiro perfilho.
Comprimento da folha (CF)	No MCV: Mensuração do pecíolo até o ápice da folha.
Largura da folha (LF)	No MCV: Mensuração na região mediana da folha.
Número de perfilhos por planta (NPP)	Contagem do nº de perfilhos após a floração.
Número de folhas por perfilho (NFP)	Contagem do nº de folhas por perfilho após a floração.
Espessura do rizoma (ER)	Mensuração dos rizomas em pós-colheita (mm).
Produtividade dos rizomas por indivíduo (PRI)	Pesagem dos rizomas por indivíduo em pós-colheita (g).

Fonte: os autores

Para os dados CF e LF foram mensuradas todas as folhas do perfilho principal e feita a média por indivíduo. As médias dos descritores foram utilizadas para determinar a sua importância, conforme proposto por Singh (1981), a frequência relativa, a correlação de Pearson e a dispersão de acordo com os componentes principais. As médias foram convertidas em matriz de distância euclidiana para estimativa das distâncias genéticas e formação de grupos genéticos. As análises estatísticas foram realizadas com auxílios dos programas Genes (CRUZ, 2016) e RBio (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização fenotípica realizada por meio de descritores quantitativos é baseada na diversidade observada entre os genótipos, sendo possível estabelecer classes para cada descritor e assim, estimar a frequência relativa das mesmas (Figura 2). Os genótipos deste estudo apresentaram altura média de 62,80 cm, folhas com média de comprimento e largura de 18,20 e 2,31 cm, respectivamente, sendo encontrada uma média de 3,88 folhas por perfilho e de 4,18 perfilhos por planta. Os descritores quantitativos do rizoma, parte da planta de interesse comercial, apresentaram uma espessura média de 15,04 mm, enquanto a média de produtividade por indivíduo foi de 269,97 g. Dentre os descritores avaliados, a produtividade do rizoma por indivíduo, característica agrônoma de maior interesse comercial, foi o que mais contribuiu para divergência entre os genótipos (97,48%), o que também foi constatado por Blanco e Pinheiro (2017) ao avaliar a diversidade genética entre 61 acessos coleção de germoplasma de gengibre da ESALQ/USP.

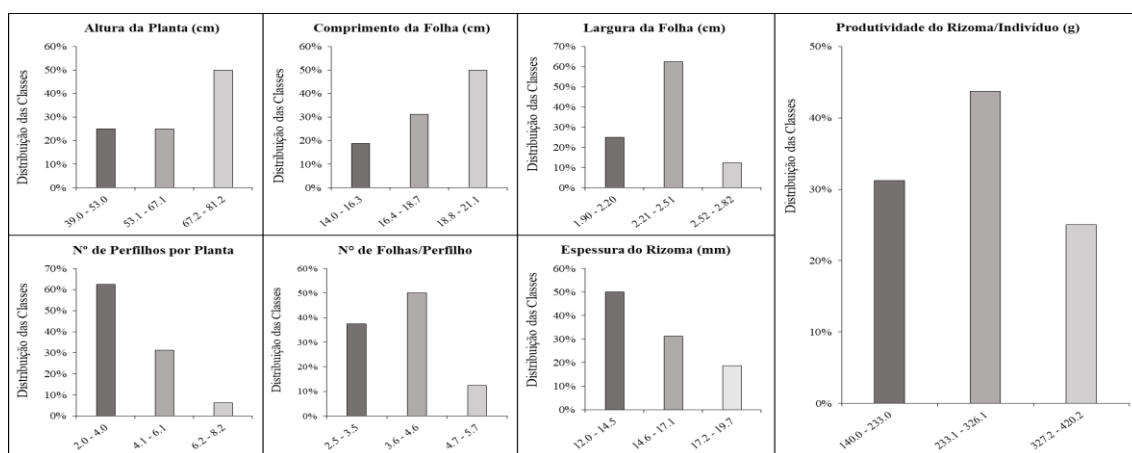


Figura 2 - Frequência relativa das classes dos descritores fenotípicos quantitativos utilizados para avaliar os genótipos de gengibre. (Fonte: os autores).

De acordo com Silva et al. (2015) a avaliação da importância relativa dos caracteres possibilita utilizar apenas características que mais contribuíram para discriminar os genótipos, diminuindo, neste sentido, mão-de-obra, tempo e custos despendidos na experimentação. Considerando, portanto, a produtividade do rizoma, os genótipos AF04, AF08, AF11, NM01 e NM03 se destacam por apresentarem um rendimento acima da média, sendo, portanto, indicados para propagação e cultivo de interesse comercial.

A análise de correlação entre os descritores fenotípicos quantitativos indicou, de acordo com Miot et al. (2018), correlação positiva, significativa e moderada da PRI com a LF (0,6329) e com o NPP (0,6984), da AP com a LF (0,6411), além de uma forte correlação positiva entre o CF e a LF (0,7499) e uma correlação muito forte entre a AP e o CF (0,9109), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2- Matriz de Correlação de Pearson entre os descritores fenotípicos quantitativos utilizados para caracterização dos genótipos de gengibre

	AP	CF	LF	NPP	NFP	ER	PRI
AP	1	0,9109**	0,6411**	0,2413 ^{ns}	-0,6496**	-0,3883 ^{ns}	0,2865 ^{ns}
CF		1	0,7499**	0,3024 ^{ns}	-0,6687**	-0,2039 ^{ns}	0,4075 ^{ns}
LF			1	0,3943 ^{ns}	-0,5273*	-0,1744 ^{ns}	0,6329**
NPP				1	-0,0286 ^{ns}	-0,2747 ^{ns}	0,6984**
NFP					1	0,2124 ^{ns}	-0,1379 ^{ns}
ER						1	0,0004 ^{ns}
PRI							1

ns, * e **: não significativo, significativo à 5% e 1% respectivamente pelo teste *t*. Fonte: os autores

O estudo de correlações é uma ferramenta importante, sendo bastante aplicada no melhoramento de plantas por meio da manipulação de características correlacionadas, onde um caráter de interesse que é de difícil avaliação apresenta correlações significativas com outro de mais fácil acesso, pode-se fazer a seleção indireta com base no caráter de fácil acesso, possibilitando a obtenção de ganhos para o caráter de interesse (NASCIMENTO et al., 2014). A partir dos resultados obtidos nesse estudo, genótipos mais produtivos podem ser selecionados indiretamente pela LF e pelo NPP, uma vez que esses descritores apresentam correlação significativa com a PRI.

A correlação entre os descritores pode ser representada por uma rede, conforme demonstrado na Figura 3A, onde cores verdes indicam correlação positiva e cores vermelhas, correlação negativa, enquanto a espessura da linha indica o grau de correlação entre os descritores, sendo possível observar a forte correlação positiva entre AP, CF e LF. Correlações positivas indicam que há uma relação direta entre as variáveis, enquanto correlações negativas indicam relação inversa, ou seja, determinada característica só irá se favorecer em detrimento da outra (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014, MIOT et al., 2018). A influência dos descritores na caracterização dos genótipos também pode ser avaliada por meio da análise dos componentes principais, sendo que os componentes agrupam as características que mais contribuíram para variabilidade. Para os genótipos avaliados, os dois primeiros componentes principais são capazes de explicar 72,45% da variabilidade (Figura 3B), sendo este um resultado satisfatório, pois segundo Rencher (2002), os dois primeiros componentes devem explicar no mínimo 70% da variabilidade.

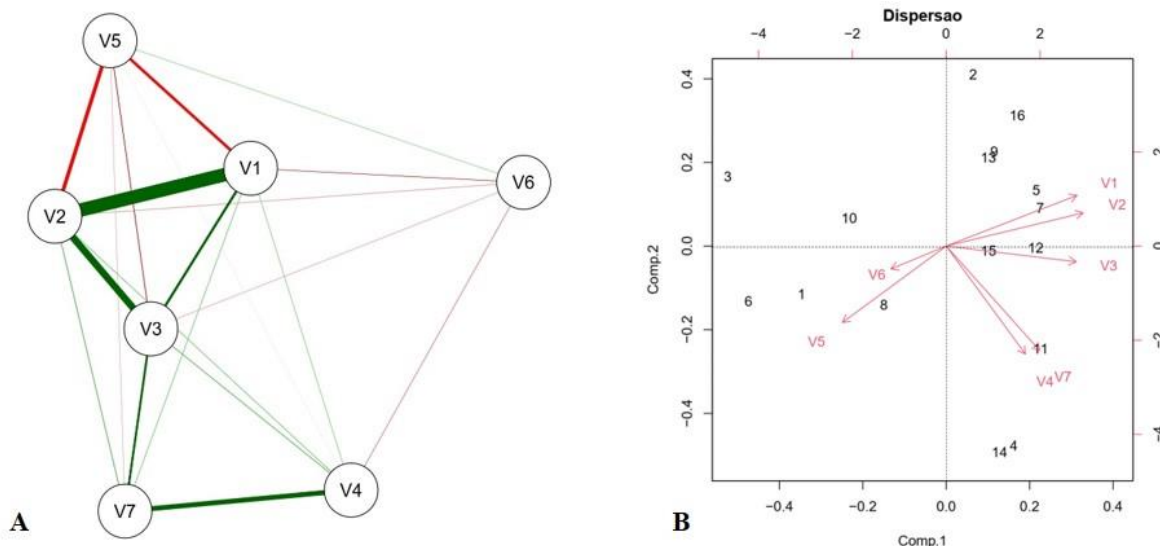


Figura 3 - Rede de correlações fenotípicas (A) e análise de componentes principais (B) dos descritores fenotípicos quantitativos utilizados para avaliar os genótipos de gengibre. V1: altura da planta (AP); V2: comprimento da folha (CF); V3: largura da folha (LF); V4: número de perfilhos por planta (NPP); V5: número de folhas por perfilhos (NPP); V6: espessura do rizoma (ER); V7: produtividade do rizoma por indivíduo (PRI). Números de 1 a 11 representam os genótipos coletados em Alta Floresta, enquanto os números de 12 a 16 indicam os coletados em Nova Mutum (NM 01, 02, 03, 04 e 05, respectivamente). (Fonte: os autores).

O primeiro componente principal explica, aproximadamente, 52% da variabilidade, com destaque para os descritores V1 e V2, enquanto o segundo componente principal, explica em torno de 21% da variabilidade, apresentando os descritores V4 e V7 como os mais representativos. A análise gráfica dos componentes principais possibilita uma melhor interpretação da variabilidade identificada por meio dos descritores fenotípicos quantitativos, alocando em cada quadrante os genótipos que mais se destacaram, como, por exemplo, os genótipos AF04 (4) e NM03 (14) que apresentam os maiores valores de PRI (V7) e NPP (V4).

De acordo com Yan (2001), ao analisar os autovetores do gráfico de dispersão (Figura 3B), ângulos menores, maiores e iguais a 90° graus indicam associação positiva, negativa e ausência de associação, respectivamente, corroborando com os resultados da rede de correlação fenotípica (Figura 3A).

A conversão das médias dos descritores fenotípicos quantitativos em uma matriz de distância euclidiana indicou que a maior distância genética está entre os genótipos AF03 e AF11 (1,75), enquanto os menos divergentes foram AF05 e AF09 (0,33), sendo a mesma matriz utilizada para análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher, onde o agrupamento é sequencial e a distância média dentro dos grupos é sempre menor que a distância média entre os grupos, indicando mais homogeneidade entre os genótipos alocados em um mesmo grupo (CRUZ; CARNEIRO, 2006). Os genótipos de gengibre avaliados neste estudo foram alocados em sete grupos distintos (Tabela 3), onde o grupo I é o mais representativo, com 31,25% dos genótipos, enquanto os grupos V, VI e VII são representados por apenas um genótipo. Segundo Barros et al. (2005) a formação de grupos constituídos por apenas um genótipo, evidencia a existência de diversidade destes indivíduos em relação aos demais, e de acordo com Bispo et al. (2014), genótipos que apresentam maior divergência são importantes em programas de melhoramento, contribuindo, por meio de cruzamentos, para aumento da variabilidade.

Tabela 2- Agrupamento pelo método de otimização de Tocher dos 16 genótipos de gengibre avaliados

Grupos	Genótipos
I	AF05, AF09, AF02, NM05, AF07
II	AF04, NM03, AF11
III	AF01, AF06, AF03
IV	NM02, NM04
V	NM01
VI	AF10
VII	AF08

Fonte: os autores

Dentre os grupos formados, os grupos II, V e VII incluem os genótipos de maior PRI, que se diferenciam pela largura da folha (V) e espessura do rizoma (VII).

CONCLUSÃO

O método de Tocher foi eficiente em evidenciar, a partir dos descritores fenotípicos quantitativos, a variabilidade genética entre os 16 genótipos de gengibre. A correlação positiva constatada entre a produtividade do rizoma e o número de perfilhos por planta e também com largura da folha permite a produtores e melhoristas fazer uma seleção visual dos genótipos mais produtivos, tendo em vista que a produtividade do rizoma é principal característica de interesse comercial do gengibre.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa ao primeiro autor, à Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso e a todos que colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARROS, A.M. et al. Variabilidade genética e ecológica de *Stylosanthes macrocephala* determinadas por RAPD e SIG. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n. 9, p. 899-909, 2005.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 17, n.2, p. 187-190, 2017.

BISPO, R.B. et al. Análise da divergência genética de tamarindeiros cultivados em quintais no município de Alta floresta, MT por meio de diferentes métodos de agrupamento. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 1978-1987, 2014.

BLANCO, E.Z.; PINHEIRO, J.B. Agronomie evaluation and clonal selection of ginger genotypes (*Zingiber officinale* Roscoe) in Brazil. Agronomía Colombiana, v. 35, n. 3, p. 275-284, 2017.

CARDOSO, E.S. Caracterização molecular, efeito alelopático, citotóxico e utilização de *Zingiber officinale* Roscoe. (2018). 90f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos), Universidade Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2018.

CRUZ, C.D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Editora da UFV. 2006.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 668p. 2014.

ELIAS, H.T. et al. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1443-1449, 2007.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. London: Longman, 464p. 1996.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 25 out 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6619#notas-tabela>. Acesso em 13 out. 2020.

JÚNIOR, H.P.L.; LEMOS, A.L.A. Gengibre. Revista Diagnóstico e Tratamento, v. 15, n. 4, p. 174-178, 2010.

MIOT, H.A. Análise de correlação em estudos clínicos e experimentais. Jornal Vascular Brasileiro, v. 17, n. 4, p. 275-279, 2018.

NASCIMENTO, W.M.O. et al. Pré-melhoramento do camucamuzeiro: estudo de parâmetros genéticos e dissimilaridade. Ceres, v. 61, n. 4, p. 538-543, 2014.

PANDEY, G.; DOBHAL, V.K. Genetic variability, character association and path analysis for yield components in ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). Journal of Spices and Aromatic Crops, v. 2, n. 1, p. 16-20, 1993.

- RAVINDRAN, P.N. Genetic resources of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and its conservation in India. Plant Genetic Resources Newsletter, v. 98, p. 1-4, 1994.
- RAVINDRAN, P.N.; BABU, K. Nirmal (Ed.). Ginger: the genus *Zingiber*. Washington: CRC press, 2016. 576p.
- RAVISHANKER, S.K. et al. Genetic variability for yield and quality traits in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). The Bioscan, v. 8, n. 4, p. 1383-1386, 2013.
- RENCHER, A.C. Methods of Multivariate Analysis. A John Wiley & Sons, Inc. Publication. 2002.
- SASIKUMAR, B. et al. Variability, correlation and path analysis in ginger germplasm. Indian Journal of Genetics and Plant breeding, v. 52, n. 4, p. 428-431, 1992.
- SILVA, K.C.L. et al. Divergência genética de genótipos de milho com e sem adubação nitrogenada em cobertura. Revista Agro@mbiente On-line, v.9, n.2, p.102-110, 2015.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, v. 41, p. 237-245, 1981.
- SOUZA, L; DÓRIA, K.M.A.B.V.S. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no bairro Massaguaçu, Caraguatatuba-SP. Unisanta BioScience, v. 5, n. 4, p. 335-345, 2016.
- TATAGIBA, S.D.; SOUSA, I.S.; OLIVEIRA, A.E.W. Etnobotânica de plantas medicinais na Região de Integração do Rio Tapajós, Comunidade do Bairro Maria Magdalena, Município de Itaituba, Pará, Brasil. Biota Amazônia, v. 9, n. 4, p. 41-49, 2019.
- VIEIRA, E.A. et al. Divergência genética entre acessos açucarados e não açucarados de mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 12, p. 1707-1715, 2008.
- WICAKSANA, N. et al. Morphological and molecular characterization of underutilized medicinal wild ginger (*Zingiber barbatum* Wall.) from Myanmar. Plant Genetic Resources, v. 9, n. 4, p. 531-542, 2011.
- YAN, W. GGEbiplot—A Windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two-way data. Agronomy journal, v. 93, n. 5, p. 1111-1118, 2001.

VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Hymenaea courbaril* L. PELO TESTE DE TETRAZÓLIO

Daniela Domicia da Silva¹, Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida², Laiz Bruna Diniz da Silva², Juliana Garlet⁴

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. Email: danieladomiciadasilva@gmail.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso, Professora adjunta da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias e do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Biodiversidade

RESUMO

Hymenaea courbaril L. é uma espécie conhecida da família Fabaceae pertencente a subfamília Caesalpinioideae, conhecida popularmente como jatobá. A propagação dessa espécie é basicamente seminal, o que dificulta o plantio, pois suas sementes apresentam dormência. Para a determinação da viabilidade de um lote de sementes é importante utilizar como ferramentas testes que demandam um curto período para a obtenção dos resultados como o teste de tetrazólio. Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade das sementes de *H. courbaril* por meio do teste de tetrazólio. O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus II de Alta Floresta - MT. O teste de tetrazólio foi realizado com quatro concentrações T1=0.225, T2=0.03, T3=0.75 e T4=1.5%, para cada concentração foram colocadas 10 sementes em quatro repetições em copos plásticos envoltos por papel alumínio para evitar a claridade do ambiente, posteriormente ficaram expostas na solução por seis horas na câmara de incubação a temperatura de 35°C. A determinação da viabilidade das sementes através do teste de tetrazólio foi comparada com o teste de germinação. O teste de tetrazólio na concentração de 0.225% a 35°C durante 6h é indicado para avaliar a viabilidade das sementes de *Hymenaea courbaril*, pois foi a concentração que mais se aproximou dos resultados obtidos no teste de germinação.

Palavras - chave: Teste de Germinação; Jatobá; Espécie Amazônica; Biodiversidade.

INTRODUÇÃO

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) é uma espécie conhecida da família Fabaceae pertencente a subfamília Caesalpinioideae. A árvore do jatobazeiro fornece uma gama de opções para uso ecológico, social e econômico. Os extrativos da casca, polpa do fruto, madeira de alta durabilidade e outros extratos possuem valor econômico para a sociedade, sendo utilizados na medicina popular (EMBRAPA, 2004).

H. courbaril possui alta distribuição por toda a América latina e está presente desde o México até a América do Sul, com ampla ocorrência no Brasil (PETTIT et al., 2003; PESTANA, 2010). Segundo Oliveira et al. (2012) os indivíduos descritos pelo gênero *Hymenaea* são conhecidos no Brasil pelos nomes vulgares como “jatobá”, “jetai”, “jatai-uva”, “jetaiva”. A espécie é muito utilizada por indígenas, o nome vulgar jatobá, vem do tupi que significa “fruto de casca dura” (COSTA, 2011).

O gênero *Hymenaea*, compreende aproximadamente 14 espécies, a maioria das espécies descritas para este gênero possui alto valor para o mercado florestal. No Brasil, verifica-se a presença de 13 espécies. Algumas das espécies possuem grande valor econômico para o setor madeireiro, sendo utilizadas para múltiplas finalidades, como na construção civil, para fabricação de dormentes, e na fabricação de moveis (RIZZINI, 2000).

Espécies desse gênero possuem resina que é extraída da casca e utilizada como verniz vegetal, combustível, impermeabilizador e polimento (COSTA, 2011). A inflorescência deste gênero varia entre espécies sendo entre brancas ou avermelhadas, são hermafroditas, a polinização dentre as espécies do gênero é feita por morcegos (LORENZI, 2002). O fruto do tipo legume, lenhoso de coloração verde quando ainda está imaturo, e um marrom avermelhado quando atinge o seu ponto de maturação, cada fruto produz em média de 2 a 6 sementes que apresentam formato oval e achatado, as mesmas apresentam textura lisa e coloração escura avermelhada (SHANLEY et al., 2005).

A propagação desta espécie ocorre basicamente por sementes, sendo que ocorre grande perda das mesmas pela predação dos frutos e sementes por animais, outra dificuldade para a germinação é a dormência presente nas sementes (SILVA, 2006). Por causa desta dormência a formação de mudas de *H. courbaril* é complexa, sem um tratamento adequado antes de serem colocadas para germinação, ocorre baixa percentagem de germinação e uma ampla variação no tempo necessário para a emissão de radícula e formação da plântula (ALMEIDA, 1999).

A qualidade fisiológica da semente de uma determinada espécie representa o potencial de gerar um novo indivíduo, quando estiver sob condições favoráveis para seu desenvolvimento. As sementes podem ser verificadas pela avaliação do

índice germinativo, definido pelo percentual de sementes germinadas, ou seja, por sua viabilidade e vigor (VIEIRA; RAVA, 2000).

Para a determinação do poder germinativo de sementes, é indicado a utilização de testes rápidos, pois irá facilitar o produtor nas tomadas de decisões em relação ao manejo dos lotes durante as etapas de pós-colheita das sementes e pré-plantio. O teste de tetrazólio é baseado na integridade da membrana celular, atividade enzimática e respiratória das sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Esses testes que demandam curto período para a determinação da qualidade dos lotes de sementes têm se mostrado eficientes pois permitem obter resultados a respeito da viabilidade e do vigor da semente em menos de 24 horas (DIAS; ALVES, 2008; FOGAÇA; MALAVASI; ZUCARELI, 2006).

O teste de tetrazólio é fundamentado pelo nível de atividade das enzimas desidrogenases, especificamente a desidrogenase do ácido málico, que reduz o sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio nos tecidos vivos da semente, onde íons de hidrogênio são transferidos para o referido sal (DELOUCHE et al., 1976). Quando a semente é embebida em solução de tetrazólio, ocorre uma difusão através dos tecidos, onde células com atividade metabólicas resultam em um composto de coloração rósea a vermelho vivo, conhecido como rifenilformazan, indicando que o tecido é saudável e viável, já para tecidos em senescência (em deterioração) apresentam uma coloração arroxeada e em tecidos mortos (inviáveis) não ocorre reação, apresentando sua coloração natural (LAZAROTTO et al., 2011).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade das sementes de *H. courbaril* por meio do teste de tetrazólio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus II de Alta Floresta - MT.

O material utilizado de *Hymenae courbaril*, foi proveniente de árvores adultas localizadas no Município de Alta Floresta - MT, disponibilizado pelo Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais. Após o recebimento dos frutos, estes foram armazenados em um saco de estopa durante 8 meses em ambiente escuro com temperatura média de 25°C, posteriormente as cápsulas foram abertas com auxílio de um martelo, as sementes foram separadas da polpa farinácea do fruto, e submetidas a um processo de limpeza (Figura 1), posteriormente foram armazenadas em uma geladeira no laboratório da Universidade do Estado de Mato grosso (UNEMAT), Campus Alta Floresta até o momento da utilização para a montagem do experimento.



Figura 1 - Sementes de *H. courbaril* após serem submetidas ao processo de limpeza. (Fonte: O Autor).

A determinação da viabilidade das sementes através do teste de tetrazólio foi comparada com o teste de germinação. As sementes de *H. courbaril* foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1% da solução comercial com 2,5% de princípio ativo por 5 minutos, seguindo-se com três enxágues em água para desinfestação.

Devido a presença de tegumento espesso nas sementes do jatobá, fato que dificulta a penetração de água, há necessidade da utilização de técnicas de escarificação, seja mecânica ou química. Após a assepsia, as sementes foram submetidas a escarificação manual do tegumento com lixa, na extremidade oposta à micrópila, até atingir os cotilédones, as sementes escarificadas passaram novamente por assepsia e enxague, posteriormente foram imersas em água durante 48 horas, depois desse período de imersão as sementes foram depositadas em solução de detergente (5 gotas de detergente - 100mL água) por um período de 10 minutos seguindo-se com enxague em água até a remoção de todo o detergente segundo especificações do MAPA (BRASIL, 2013). Após esses tratamentos as sementes foram separadas para os testes de tetrazólio e teste de germinação.

O teste de germinação foi realizado de acordo com Stockman et al. (2007), foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, dispostas em rolo de papel (Figura 2), em câmara de germinação em temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, até a formação de plântulas segundo recomendações do MAPA (BRASIL, 2013) tendo o teste duração de 20 dias.



Figura 2 - Disposição das sementes de *H. courbaril* para o teste de germinação. (Fonte: O Autor).

Para a avaliação da viabilidade das sementes por tetrazólio houve a necessidade de deixar as sementes em repouso na água durante cinco dias para facilitar a abertura das mesmas. Para este teste foram utilizadas 160 sementes seccionadas ao meio em sentido longitudinal que ficaram em contato com a água até o momento de colocar na solução de tetrazólio (Figura 3).



Figura 3 - Sementes seccionadas ao meio para realização do teste de tetrazólio. (Fonte: O Autor).

O teste de tetrazólio foi realizado com quatro concentrações $T1=0.225$, $T2=0.03$, $T3=0.75$ e $T4=1.5\%$ para cada concentração foram colocadas 10 sementes em quatro repetições em copos plásticos envoltos por papel alumínio para evitar a claridade do ambiente (Figura 4), posteriormente ficaram expostas na solução por seis horas na câmara de BOD a temperatura de 35°C seguindo a metodologia de Oliveira et al. (2005).



Figura 4 - Copos com as sementes embebidas na solução de Cloreto Trifenil Tetrazolio (TTC). (Fonte: Autor).

Após as seis horas de exposição do material a solução do TTC, nos diferentes tratamentos, as sementes foram retiradas e avaliadas individualmente, de acordo com a intensidade de coloração. Os embriões foram avaliados de acordo com o método de coloração púrpura, conforme com os diferentes padrões de coloração que variam do vermelho intenso até o branco.

Para a determinação da viabilidade foram estabelecidos os seguintes níveis de coloração: Viáveis: quando os tecidos apresentaram 50% ou mais de coloração, sendo entre as cores vermelho vivo, uniforme ou rosa vivo, típicos de tecidos com atividade metabólica. Inviáveis: sementes que apresentaram menos que 50% de coloração nos tecidos, ou tecidos com coloração branca ou vermelho escuro intenso próximo ao tom do roxo, que são características de tecidos sem ou baixa atividade metabólica, indicando deterioração dos tecidos (MOORE, 1972; ISTA, 1993).

Os dados coletados foram submetidos ao teste estatístico por ANOVA, e posteriormente foi aplicado o teste de média Scott-Knott a 5% de significância. Os dados foram avaliados pelo Software R (R Core Team, 2016), com auxílio do pacote ExpDes (FERREIRA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de tetrazólio se mostrou eficiente para a espécie *Hymenaea courbaril* apresentando coloração condizente com sementes viáveis em seis horas de exposição na concentração de 0.225 %, mostrando que as sementes eram viáveis mesmo após 8 meses de armazenamento. A coloração nas sementes quando em contato com a solução de tetrazólio é resultado da reação que ocorre quando entra em contato com os íons de hidrogênio indicando se os tecidos das sementes estão viáveis ou não, isso ocorre por meio da detecção de atividade metabólica das células vegetais (FRANÇA et al., 1998).

A germinação das sementes que foram submetidas a escarificação mecânica e posteriormente deixadas de repouso em água por 48 horas apresentou ótimo índice de germinação. Ao comparar os resultados obtidos com o teste de tetrazólio e o teste de germinação podemos observar na Tabela 1 que o tratamento que ficou mais próximo a média de germinação foi a concentração de 0.225%, já as concentrações 0.03, 0.75 e 1.5% se diferenciaram do percentual de germinação.

Tabela 1 - Viabilidade e vigor das sementes de *Hymenaea courbaril* avaliadas pelo teste de tetrazólio (TTC) e germinação

Tratamentos	Sementes		
	Viáveis	Inviáveis	
TTC (%)	0.225	82.5 a	17.5 a
	0.03	97.5 b	2.5 b
	0.75	95.0 b	5.0 b
	1.5	90.0 b	10.0 b
Germinação	80.0 a	20.0 a	

*Médias seguidas de mesma letra em cada coluna, apresentam um mesmo grupo perante teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Foi possível analisar a diferença de intensidade de coloração apresentada no endosperma das sementes entre os quatro tratamentos, porém o embrião coloriu na mesma intensidade de cor nas quatro concentrações expostas. Na Figura 5 pode-se observar o padrão de coloração das sementes que foram consideradas viáveis variando da coloração rósea à vermelho intenso.

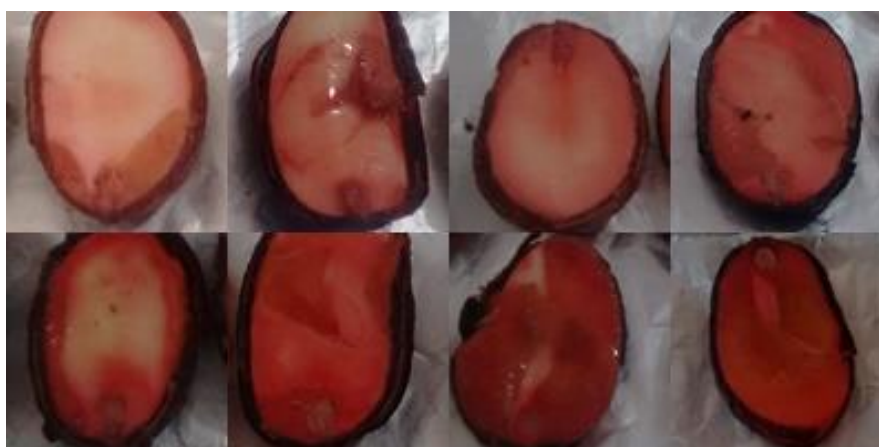


Figura 5 - Padrão de coloração apresentado em sementes viáveis de *Hymenaea courbaril* no teste de tetrazólio. (Fonte: O Autor).

A Figura 6 mostra o padrão de sementes inviáveis encontrados no teste realizado variando a sua coloração de parda vermelhas sem coloração, á sementes com tecido vegetal morto, bege pardo com pouca pigmentação e tons de

vermelho escuro que mostram a inviabilidade da semente devido o estado de degradação dos tecidos. Segundo França Neto et al. (1998) nos tecidos mortos, onde não há atividade metabólica ou respiratória as enzimas desidrogenases não estão ativas, o que acarreta na não reação da solução de TTC, assim não pigmentando as sementes. A coloração nas sementes é produto do contato da solução com o hidrogênio, sua reação irá ocorrer a partir da detecção da respiração das células (FRANÇA NETO et al. 1998).



Figura 6 - Padrão de coloração apresentado em sementes inviáveis de *Hymenaea courbaril* no teste de tetrazólio. (Fonte: O Autor).

CONCLUSÃO

O teste de tetrazólio na concentração de 0.225% a 35°C durante 6h é indicado para avaliar a viabilidade das sementes de *Hymenaea courbaril*, pois foi a concentração que mais se aproximou dos resultados obtidos no teste de germinação.

REFERENCIAS

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

COSTA, W. S.; SOUZA, A. L.; SOUZA, P. B. Ecologia, Manejo, Silvicultura e Tecnologia de Espécies Nativas da Mata Atlântica. Viçosa - MG, 2011.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, v. 1, p. 427-452, 1973.

DELOUCHE, J. C. et al. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Brasília: AGIPLAN, 1976. p. 103.

DIAS, M. C. L. L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Panicum maximum* Jacq pelo teste de tetrazólio. Revista Brasileira de Sementes, v. 30, n. 3, p. 152-158, 2008.

EMBRAPA. A EMBRAPA nos biomas Brasileiros. Ano 2004. 16 f.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA D. A. Função para analisar experimentos em fatorial duplo com um tratamento adicional, em uma só rodada. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 19, 2010, Lavras. Resumos... Lavras: UFLA, 2010.

FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, M. M.; ZUCARELI, C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 3, p.101-107, 2006.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1998. 72p. (Documentos, 116).

LAZAROTTO, M. et al. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Ceiba speciosa*. Semina: Ciências Agrárias, v. 32, n. 4, p. 1243-1250, 2011.

LORENZI H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Planatarum; 2002.

MOORE, R. P. Interpretation of color differences in tetrazolium testing. Seed Technologist News, v.44, n.3, p.22-24, 1972.

OLIVEIRA, L. M. et al. Teste de tetrazólio em sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – Bignoniaceae. *Revista Ciência Agronômica*, v.36, n.2, p.169-174, 2005.

PESTANA, L. T. C.; SARTORI, A. L. B.; MANSANO, V. F. Estudo taxonômico de *Hymenaea* L.: *Complexo H. courbaril, H. martiana e H. stigonocarpa* (Fabaceae: Caesalpinoideae: Dertarieae). Dissertação Mestrado em Biologia Vegetal. Campo Grande - MS, 2010. 56 p. UFMS.

PETTIT, G.R. et al. Isolation and structure of palstatin from the Amazon tree *Hymenaea palustris*. *Journal of Natural Products*, v. 66, n. 2, p. 259-262. 2003. <http://dx.doi.org/10.1021/np020231e>. PMID:12608861.

RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher; 2000.

SILVA S. Árvores da Amazônia: Brasil. São Paulo: Empresa das Artes; 2006.

Área:
PRODUTOS NATURAIS

ANÁLISE DO RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE LIMÃO-TAITI EM TANGARÁ DA SERRA/MT

Vanessa Cardoso Nunes^{1*}, José Gustavo Ramalho Casagrande¹, William Cardoso Nunes¹, Carlos Henrique Costa Reverte¹, Lucas Henrique Mendes Vieira², Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Letras, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: cardoso.vanessa@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

O limão-taiti, *Citrus latifolia* é uma lima ácida bastante comum em ilhas tropicais asiáticas, e com ampla distribuição nas regiões tropicais de todo mundo. No Brasil, essa espécie é um dos principais cítricos produzidos para exportação tanto dos frutos como da polpa. A extração do óleo essencial (OE) presente nas folhas e frutos do limoeiro apresenta grande potencial antibacteriano, antifúngico e inseticida. Considerando isso, este trabalho teve como objetivo realizar a extração do OE de folhas do limão-taiti, *C. latifolia* coletadas em uma planta na região urbana de Tangará da Serra/MT. Para isto, folhas frescas foram submetidas à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, em triplicatas de 100 g durante 4 horas. O resultado desse trabalho mostrou que o rendimento (%) de OE das folhas do limão-taiti foi de 6,80 µL/g, com rendimento total de 234,51 µL/100 g.

Palavras-chave: Lima ácida; bioprodutos; citros, *Citrus latifolia*.

INTRODUÇÃO

O limão-taiti *Citrus latifolia* T. é uma lima ácida da família Rutaceae, originou-se a partir de cruzamento de plantas do gênero *Citrus*, é bastante comum em regiões tropicais. Essa lima ácida é bastante comum em ilhas tropicais asiáticas, e com ampla distribuição nas regiões tropicais de todo mundo, que foi introduzida a partir das grandes navegações. A sua dispersão se deu devido seu potencial econômico, além de ser bastante apreciada e utilizada em chás e coquetéis medicinais (COELHO et al., 1998).

Devido ao seu potencial econômico, para a produção de matéria-prima para alimentos e bebidas, foi sendo adicionado à polpa em diversos processos industriais de produção alimentícia. No Brasil, o limão-taiti é um dos principais cítricos produzidos para exportação tanto dos frutos como da polpa e de produtos derivados de matéria-prima da fruta. Ainda, é o segundo país no ranking de produção mundial de limas ácidas e um dos principais exportadores de matéria-prima dos frutos dessa espécie, ficando atrás somente dos EUA na quantidade de produção e exportação (VIANA, 2010). O óleo essencial (OE) presente nas folhas e frutos do limoeiro, apresenta potencial antibacteriano, antifúngico e inseticida. Com isso a extração desses OEs torna-se interessante na busca de novas alternativas de utilização de compostos de origem vegetal, como por exemplo, na produção de fitoterápicos, conservação de subprodutos de soja e na composição de fitoinseticidas agrícolas (ROSA, 2010; GONZÁLEZ-ESTRADA et al., 2017).

A utilização desses OE tanto para fins fitoterápicos, como para testes em pragas agrícola, é baseada em diversos estudos e pesquisas para melhor conhecimento da matéria-prima obtida, principalmente porque pode ocorrer a variação de compostos nesses OEs devido fatores ambientais e variações de solo, que podem afetar por exemplo as quantidades obtidas no processo de extração (SILVA et al., 2009).

A literatura tem mostrado que os OEs dessa espécie geralmente apresentam em sua composição compostos terpenóides, como o limoneno, pineno, terpineno, felandreno, mirceno, citral, ninalina e linalol (SILVA et al., 2009), variando o percentual desses compostos de uma região para outra, ou de uma parte da planta para outra, como por exemplo a variação de compostos da casca do fruto para as folhas.

Ainda, óleos essenciais de citrus são bastante usados na composição de cosméticos e perfumes, pois seus compostos aromáticos servem de base para diversas fragrâncias, o que os torna importante nesta indústria, já que cosméticos e perfumarias são focados no aroma proporcionado aos consumidores, tornando o óleo essencial do *C. latifolia* um produto de interesse das indústrias do ramo de cosméticos e perfumes (SANTOS, 2013).

Considerando o exposto, este trabalho teve como objetivo conhecer o rendimento de OE de folhas frescas de limão-taiti *Citrus latifolia* coletadas em uma planta na região urbana de Tangará da Serra/MT.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de folhas frescas de limão-taiti, *Citrus latifolia* foi realizada no mês de outubro de 2020 em árvores da espécie localizada na região de urbana de Tangará da Serra-MT (14°36'48''S - 57°29'00''W - 387 m alt.) (Figura 1). Após a coleta as folhas foram levadas aos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, onde foram preparadas para este estudo.

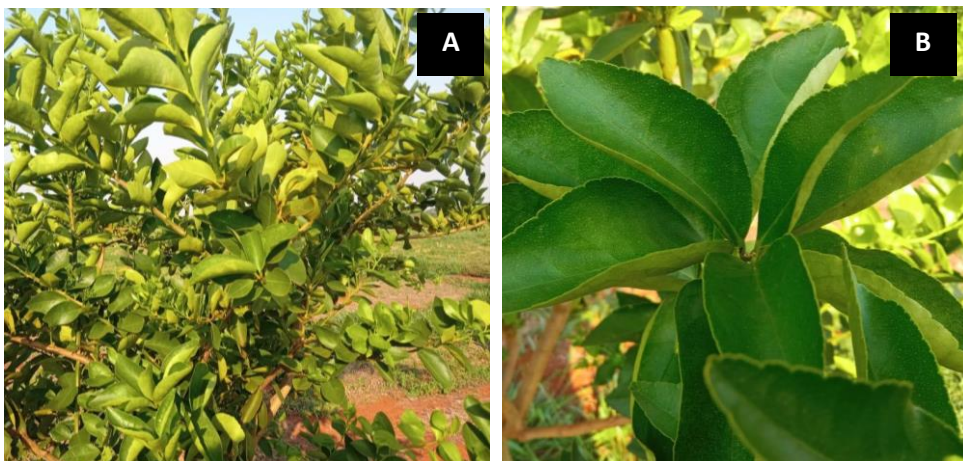


Figura 1 – Árvore de limoeiro, *Citrus latifolia* (A), Folhas de limão-taiti utilizadas no estudo (B). (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta das folhas de limão-taiti foram separadas aproximadamente 20 g para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa foliar em relação à base úmida (MF BU) e à base seca (MF BS) do material vegetal. A massa foliar à base seca (MF BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MF BS = \frac{(100-TU) \cdot MF BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE de folhas de limão-taiti, *Citrus latifolia*

Para extração do OE de folhas de limão-taiti, *Citrus latifolia*, folhas frescas foram submetidas à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µL de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs obtidos das folhas frescas foram submetidas aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento médio (%) de OE das folhas frescas de limão-taiti, *C. latifolia* por grama de matéria seca foi de 6,80 ± 0,19 µL/g; apresentando rendimento total médio de 234,51 ± 8,58 µL/100 g nas extrações realizadas.

Analisando esses dados percebemos que o rendimento de OE de folhas de *C. latifolia* coletas em Tangará da Serra/MT, foi superior com dados encontrados na literatura, sendo cerca de 850% maior que o verificado por Estevam et al., (2016). Essa variação do rendimento de óleo essencial pode ocorrer devido diversos fatores, tais como características de solo, clima, incidência solar, estação do ano, distribuição geográfica e período do dia em que as folhas, por isso é

importante que novas pesquisas sejam feitas na região para analisar essas variáveis (FERREIRA et al., 2012; VENÂNCIO et al., 2006).

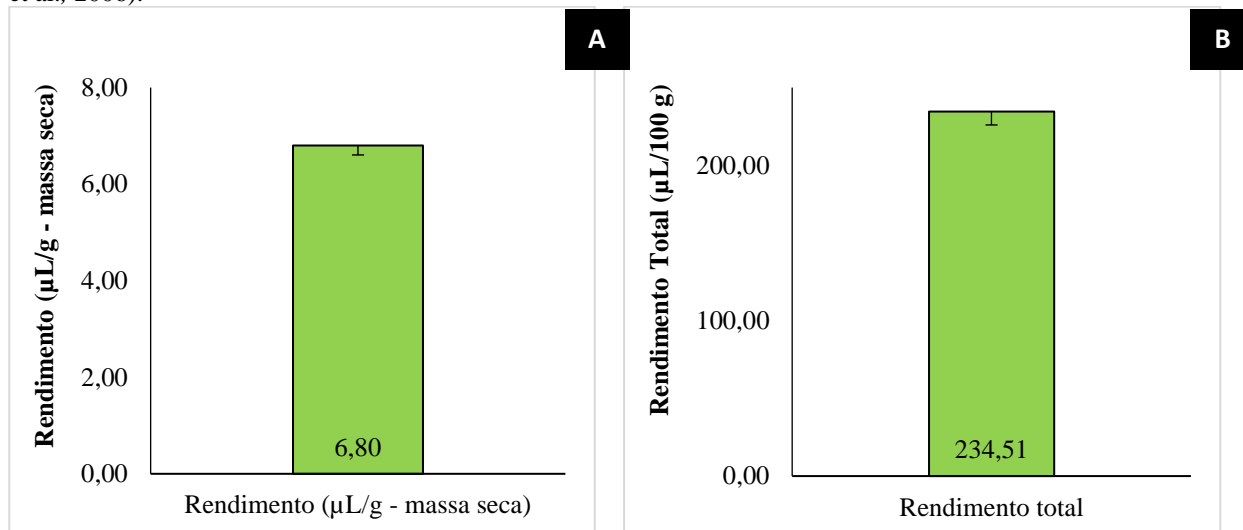


Figura 2 – Rendimento médio de óleo essencial obtido das folhas frescas de limão-taiti, *Citrus latifolia*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca (% ± erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total ± erro padrão). (Fonte: Os autores).

Com isso, novos estudos para avaliar o rendimento dos óleos essenciais de espécies desse grupo, bem como dos seus constituintes abrem margem para novas pesquisas onde pode-se por exemplo, avaliar como os fatores como temperatura de secagem, tipo de solo, tempo de extração, entre outros afetam os compostos presentes na composição do OE.

Além disso, novos dados produzidos com limão-taiti, *C. latifolia* em diferentes regiões, possibilita a otimização dos processos de extração do OE, permitindo adaptações nesses processos que visam a obtenção de quantidades mais significativas dessa matéria-prima, bem como tornando viáveis as extrações em várias as regiões onde a planta é cultivada, independente dos fatores acima citados.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o rendimento de OEs das folhas de limoeiro *C. latifolia* cultivado em Tangará da Serra foi superior aos relatados na literatura. Esta análise reforça a hipótese de que fatores de clima, solo e de distribuição, entre outros, podem estar afetando o rendimento desses óleos.

REFERÊNCIAS

- COELHO, Y. S. et al. A cultura do limão-taiti. Coleção Plantar, 39. 2. ed. rev. aument. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1998. 71 p.
- ESTEVAM, E. B. B. et al. Composição química e atividades biológicas dos óleos essenciais das folhas frescas de *Citrus limonia* Osbeck e *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). Revista Virtual de Química, v. 8, n. 6, p. 1842-1854, 2016.
- FERREIRA, S. D. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 18, n. 1, p. 67-73, 2016.
- GONZÁLEZ-ESTRADA, R. R. et al. Revestimentos à base de proteína de soja antimicrobiana: Aplicação à lima persa (*Citrus latifolia* Tanaka) para proteção e preservação. Postharvest Biology and Technology, v. 132, p. 138-144, 2017.
- ROSA, J. D. Atividade repelente e sistemas nanoestruturados desenvolvidos com limoneno: Revisão. 2010. Trabalho de Conclusão da Disciplina de Estágio Curricular em Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.
- SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.
- SANTOS, J. Z. Caracterização química de óleos essenciais de folhas de tangerineiras e híbridos. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, R. S. et al. Óleo essencial de limão no ensino da cromatografia em camada delgada. Química Nova, v. 32, n. 8, p. 2234-2237, 2009.

VENÂNCIO, A. M. Toxicidade aguda e atividade antinociceptiva do óleo essencial do *Ocimum basilicum* L. (manjeriço), em *Mus musculus* (camundongos). 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2006.

VIANA, D. S. Lima ácida (*Citrus latifolia*, Tanaka), cv. Tahiti, de cultivos convencional e orgânico biodinâmico: avaliação da capacidade antioxidante dos sucos in natura e clarificados por membranas de microfiltração. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS E INFLORESCÊNCIAS DO MANJERICÃO-DO-CAMPO NA REGIÃO DE TANGARÁ DA SERRA/MT

José Gustavo Ramalho Casagrande^{1*}, Carlos Henrique Costa Reverte¹, Vanessa Cardoso Nunes¹, Willian Cardoso Nunes¹, Lucas Henrique Mendes Vieira², Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Letras, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: gustavo.casagrande@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

Plantas do gênero *Ocimum* pertencem à família Labiatae e contém aproximadamente 30 espécies conhecidas. A espécie *Ocimum gratissimum* L. é uma planta conhecida como alfavaca ou manjeriço e tem diversos usos como na culinária e erva medicinal. O óleo essencial (OE) dessa espécie tem diversas aplicações podendo ser usado no controle biológico de pragas, além de ter propriedade antifúngica, antibacteriana, hipoglicemiante e anti-inflamatória. Essa diversidade de aplicações se deve principalmente devido a presença da substância eugenol. Considerando isto, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento do OE de folhas e inflorescências do manjeriço-do-campo, e *O. gratissimum* de plantas crescidas de forma espontânea na região urbana de Tangará da Serra/MT. Para isso, plantas dessa espécie foram coletadas, e folhas e inflorescências foram submetidas separadamente à hidrodestilação em triplicadas de 100 g durante 4 horas. Após a extração dos OEs verificou-se que as folhas apresentaram rendimento significativamente maior do que as inflorescências, inclusive com dados superiores com outros estudos já realizados com a espécie em outras regiões.

Palavras-chave: Alfavaca; Labiatae; eugenol, *Ocimum gratissimum* L.

INTRODUÇÃO

O gênero *Ocimum* pertencente à família Labiatae contém aproximadamente 30 espécies originárias dos trópicos e subtropicais, com diversas espécies cultivadas em áreas temperadas e são conhecidas popularmente como alfavacas ou manjeriços (BICCA-DODE et al., 2003). A espécie *Ocimum gratissimum* L. é uma planta conhecida como alfavaca-cravo, manjeriço-cheiroso, manjeriço-do-campo ou simplesmente alfavaca ou manjeriço que cresce naturalmente em diversas regiões tropicais do mundo: ilhas do Pacífico Sul, Taiti e Nova Caledônia, Ilhas Seychelles, Comores, Madagascar, Indonésia, África e sul da Rússia (PEREIRA; MAIA, 2007).

Essa espécie é cultivada em pequena escala no sul da França e no norte da África (PEREIRA; MAIA 2007) e de acordo com Paton (1992) foi introduzida no Brasil pelos escravos africanos que também tiveram um importante papel para espalhar diversas outras espécies de *Ocimum* em várias regiões do brasileiras, com a intenção de preservar a tradicional medicina africana.

Ocimum gratissimum é uma planta com várias aplicações na culinária, sendo utilizada em molhos, pizzas, temperos, entre outros. Os ramos verdes também podem ser usados em saladas, ou, secos, como condimento (LAWRENCE, 1992). Vale ressaltar que de acordo com Pereira e Maia (2007) existem dois tipos importantes de *O. gratissimum* cultivados em todo o mundo, um deles cultivado no oeste da África e na África Central, e outro cultivado nas demais regiões do planeta, tendo como principal diferença os compostos químicos presentes em seus óleos essenciais, onde o primeiro tipo é rico na substância timol e o segundo na substância eugenol.

No Brasil ocorre o segundo tipo de *O. gratissimum* que contém de 70-80% de eugenol (ARCTANDER 1960), o que torna essa espécie muito importante para a produção comercial de compostos bioativos tanto na indústria como na agricultura para o controle biológico de pragas (RODRIGUES et al., 2008). Entre as diversas aplicações da espécie, destaca-se as propriedades antifúngica, antibacteriana, antidiarreica, hipoglicemiante, anti-inflamatória e ação antisséptica local (SILVA et al., 2010) (PEREIRA et al., 2004).

Considerando isso, esse trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de óleo essencial de folhas e inflorescências do manjeriço-do-campo, *Ocimum gratissimum*, encontrado em um terreno baldio na região urbana de Tangará da Serra/MT, onde as plantas se desenvolveram de forma espontânea.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das plantas do manjeriço-do-campo, *Ocimum gratissimum*, foi realizada em outubro de 2020 em um terreno baldio localizado no entorno da nascente do Córrego Figueira, município de Tangará da Serra/MT (14°38'08.6"S 57°29'53.0"W - 413 m) (Figura 1).



Figura 1 - *Ocimum gratissimum* coletada no entorno do Córrego Figueira, município de Tangará da Serra/MT. (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta da planta, foram separadas aproximadamente 20 g de folhas e inflorescências frescas de *O. gratissimum*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa vegetal (das folhas e inflorescências frescas) em relação à base úmida (MV BU) e à base seca (MV BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MV BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MV BS = \frac{(100-TU) \cdot MV BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE das folhas e inflorescências de *Ocimum gratissimum*

Para extração do OE de *Ocimum gratissimum*, folhas e inflorescências foram submetidas separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µL de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de OE das folhas *O. gratissimum* foi significativamente maior do que a quantidade presente nas inflorescências, tanto para o rendimento por grama de matéria seca (folhas= 14,34 ± µL/g; inflorescências= 4,91 ± µL/g)

quanto para o rendimento total do OE extraído (folhas= 366,67 ± µL/100 g; inflorescências= 222,96 ± µL/100 g) (Tabela 1, Figura 2).

Ao comparar os resultados obtidos com outros trabalhos com *O. gratissimum* observou-se que o rendimento de OE foi maior do que vários estudos já realizados (SILVA et al., 2010; BORGES et al., 2012). Vale ressaltar que diferentes variáveis podem estar interferindo na produção de OE, tais como luminosidade, sazonalidade, ritmo circadiano, distribuição geográfica, entre outros (FERREIRA et al., 2012 VENÂNCIO et al., 2006), por isso é importante destacar que novos estudos sejam realizados na região em que foi feito este trabalho a fim de avaliar outras variáveis.

Tabela 1 - Análise de variância para o rendimento do óleo essencial (OE) obtido de folhas e inflorescências do manjeriçã-do-campo, *Ocimum gratissimum*. Tangará da Serra/MT, 2020

Fonte de variação	G.L.	Valores de F	
		Rendimento de OE (µL/g - massa seca)	Rendimento Total de OE (µL/100 g da extração)
Tratamentos	1	285.1409 **	29.1160 **
Resíduo	4	-	-
Valor de P	-	<.0001	0.0057
C.V. (%)	-	7.11	11.06

**significativo a 1% quando aplicado o Teste t de Student. (Fonte: Os autores).

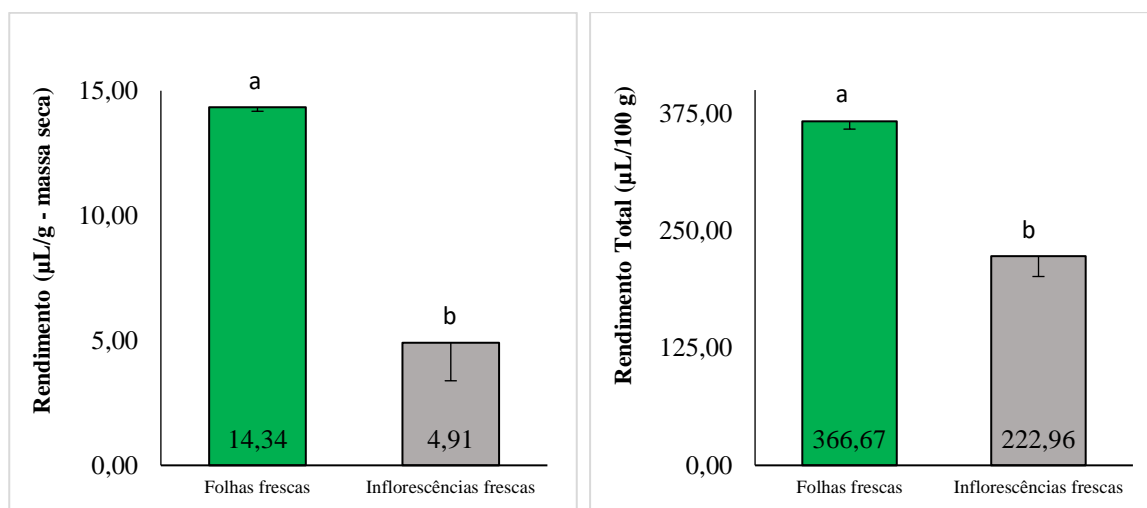


Figura 2 – Comparação do rendimento médio de óleo essencial obtido de folhas e inflorescências de *Ocimum gratissimum*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca (% ± erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total ± erro padrão). (Fonte: Os autores).

Sendo assim novos estudos que avaliem o rendimento e a qualidade de óleos essenciais dessas espécies em várias regiões é um passo fundamental para gerar novos dados que propiciem a otimização dos processos de obtenção do OE de *O. gratissimum* a fim de verificar e conhecer as épocas mais viáveis para uma maior produção/obtenção dessa matéria prima em diferentes localidades.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que as folhas de manjeriçã-do-campo, *Ocimum gratissimum*, apresentaram maior rendimento de OE quando comparado com as inflorescências, o que o torna a extração direta das folhas vantajoso e viável. No entanto, sugere-se que devido ao pequeno porte das plantas dessa espécie, a extração seja feita da planta inteira, o que pode propiciar maior rendimento de óleo essencial.

REFERÊNCIAS

ARCTANDER, S. Perfume and flavor materials of natural origin. p. 458-459, 1960.

BICCA DODE, L. et al. In vitro propagation of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). Acta Scientiarum, Biological Sciences, v. 25, n. 2, p. 435-437, 2003.

BORGES, A. M. et al. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 14, n. 4, p. 656-665, 2012.

- LAWRENCE, B. M. Chemical components of Labiatea oils and their exploitation. In: Harley, Reynolds, T. (Ed.). Advance in labiatae science. Kew: Royal Botanic Gardens, 1992. p.399-436.
- PATON, A. A synopsis of *Ocimum* L. (Labiatae) in Africa. Kew Bulletin, v. 47, n. 3, p. 403-435, 1992.
- PEREIRA, C. A. M.; MAIA, J. F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). Food Science and Technology, v. 27, n. 3, p. 624-632, 2007.
- PEREIRA, R. S. et al. Atividade antibacteriana de óleos essenciais em cepas isoladas de infecção urinária. Revista de Saúde Pública, v. 38, p. 326-328, 2004.
- RODRIGUES, E. A. et al. Potencial da planta medicinal *Ocimum gratissimum* no controle de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 28, n. 2, p. 213-220, 2008.
- SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.
- SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- SILVA, L. L. et al. Composição química, atividade antibacteriana in vitro e toxicidade em *Artemia salina* do óleo essencial das inflorescências de *Ocimum gratissimum* L., Lamiaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 5, p. 700-705, 2010.
- VENÂNCIO, A. M. Toxicidade aguda e atividade antinociceptiva do óleo essencial do *Ocimum basilicum* L. (manjeriço), em *Mus musculus* (camundongos). 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2006.

COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS VERDES E CASCAS FRESCAS DE FRUTOS DE LIMÃO-CRAVO, *Citrus limonia* OSBECK CULTIVADO EM TANGARÁ DA SERRA/MT

Martina Romeiro-Alves^{1*}, Jéssica Trindade dos Santos^{1*}, Lohanna Missany de Figueiredo Nishida¹, Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil
*E-mail: martina.romeiro@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

O óleo essencial de limão é um dos óleos essenciais mais usados na aromaterapia para obtenção de diversos benefícios à saúde. O limoeiro é uma árvore pertencente à família das rutáceas, e o óleo essencial extraído por da casca do fruto ou da folha apresenta uma agradável fragrância de limão fresco, é um líquido esverdeado e trata-se de um óleo rico em limoneno, cuja indústria de extração teve início na Itália no século XIX. Considerando isso, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE das cascas frescas e folhas frescas de limão-cravo, *Citrus limonia* Osbeck (Rutaceae) de plantas cultivadas na Universidade do Estado de Mato Grosso Tangará da Serra/MT. Para isso as folhas verdes e as cascas de frutos frescos foram submetidos extração do OE por hidrodestilação em triplicadas durante 4 horas. Os resultados desse trabalho apontam que pode-se utilizar tanto a casca dos frutos quanto as folhas frescas do limão-cravo *C. limonia* para obtenção do OE dessa espécie, uma vez que não foi observada diferença significativa no rendimento médio (%) e total do OE dessa espécie.

Palavras-chave: Rutaceae; limoneno; citros.

INTRODUÇÃO

Os cítricos são os frutos mais produzidos no mundo, incluindo-se as laranjas, as tangerinas e híbridos, limões e limas e grapefruit ou pomelos, entre outros. O Brasil, os Estados Unidos e a China são os países responsáveis pela maior parte da produção mundial de citros (FAO, 2020).

As frutas do gênero *Citrus* estão entre as com maior expressão no agronegócio brasileiro, sendo o Brasil o maior produtor mundial, com uma produção aproximada de 20,5 milhões de toneladas de fruta por ano. A cultura de citros é realizada por dezenas de milhares de produtores familiares e de empresas agrícolas, movimentando cerca de três bilhões de dólares por ano (IBGE, 2012).

O limoeiro cravo, *Citrus limonia* Osbeck, é uma árvore frutífera pertencente à família botânica Rutacea, possui folhas perenes. Seus frutos são utilizados em diversos preparos como aperitivos, remédios, xaropes, temperos, dentre outros, sendo uma das frutas mais conhecida e utilizada (TONET et al., 2010).

Nesse sentido, flores, folhas, cascas, e frutos cítricos tem se tornado as matérias-primas para a produção/obtenção de OEs, visando sua utilização principalmente como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias, em composições farmacêuticas e orais, fornecendo substâncias purificadas como o limoneno, citral, citronelal, eugenol, mentol e safrol (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). Esses autores relatam ainda que o Brasil está entre os quatro maiores produtores e exportadores mundiais de OEs que são obtidos como subprodutos da indústria de sucos (ALMEIDA et al., 2013).

As folhas de *C. limonia* tem sido utilizadas para infusões no combate de resfriados e coriza, além disso, o suco é utilizado na medicina popular para tratamento de problemas gastrointestinais e contra infecções bacterianas (SPETHMANN, 2004). A constituição do OE de *C. limonia* tem o limoneno como composto majoritário (aproximadamente 95%) (FISHER; PHILLIPS, 2006).

Considerando o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi comparar a quantidade de OE extraído das cascas de frutos frescos e folhas verdes do limão-cravo, *Citrus limonia*, cultivada no entorno da Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra/MT, e verificar se partes distintas da planta podem gerar quantidades diferentes de OE.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das folhas e frutos de limão-cravo, *C. limonia* foi realizada em plantas cultivada no entorno da Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra/MT (14°36'01.1"S 57°28'41.0"W - 366 m alt.) (Figura 1). Após a coleta os frutos foram levados aos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Univeritário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, onde foram preparados para este estudo.

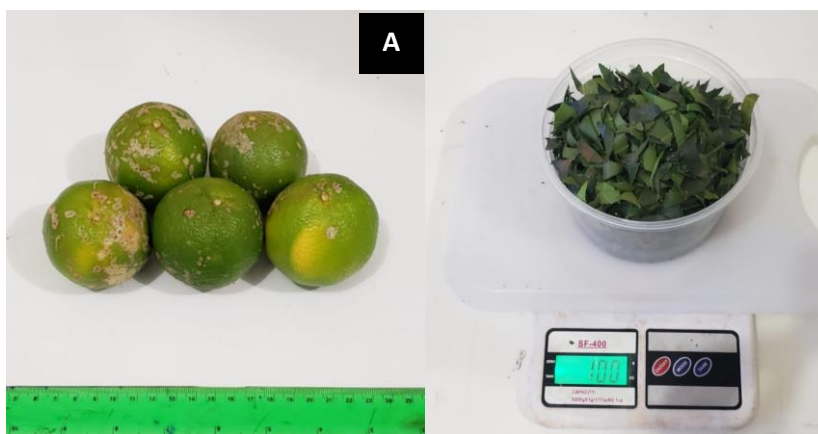


Figura 1 – *Citrus limonia*. Frutos (A) e folhas (B) utilizadas para a pesquisa. (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta do material vegetal, foram separadas aproximadamente 20 g de folhas verdes e cascas frescas de frutos de limão-cravo, *C. limonia*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa vegetal em relação à base úmida (MV BU) e à base seca (MV BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MV BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MV BS = \frac{(100 - TU) \cdot MV BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE das cascas frescas de frutos e folhas verdes de limão-cravo

Para extração do OE de *C. limonia*, cascas de frutos frescos e folhas frescas foram submetidas separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µl de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de OE produzido em cada grama de matéria seca das folhas verdes e cascas frescas de frutos de limão-cravo, *C. limonia* não apresentou diferença significativa tanto para o rendimento por grama de matéria seca (%) (casca de frutos fresco= 17,40 ± 0,19 µL/g; folhas verdes= 12,59 ± 1,15 µL/g), quanto para o rendimento total do OE extraído (casca de frutos fresco= 421,78 ± 7,08 µL/g; folhas verdes= 403,53 ± 14,50 µL/g) (Tabela 1; Figura 2).

A produção de óleos essenciais é muitas vezes influenciada por fatores internos e externos à planta que vão condicionar não só o tipo de compostos voláteis a serem produzidos, mas também as quantidades em que estes se

encontram (Cunha et al., 2009). Pauletti e Silvestre (2018) relatam ainda que OEs podem ter diferentes rendimentos, composições químicas, físico-químicas e aromas conforme a espécie e parte da planta utilizada no processo de extração. Em nosso trabalho não foi verificada diferença entre a quantidade de OE obtidos de folhas ou casca dos frutos de limão-cravo, embora geralmente os OEs extraídos de diferentes partes da planta podem apresentar composições muito distintas de acordo com o órgão de onde se extrair esses compostos. Tais variações muitas vezes são decorrentes da existência de diversas estruturas secretoras que estão distribuídas pela planta de forma heterogênea (Cunha et al., 2009). No entanto, as diferentes partes utilizadas em nosso estudo não interferiram no rendimento dos OEs obtidos.

Isso é importante, principalmente quando consideramos que o limoeiro cravo nem sempre possui frutos disponíveis para extração de OEs, e como as folhas são produzidas continuamente pela planta, ela pode ser utilizada o ano todo para extração e obtenção dessa matéria-prima.

Tabela 1 - Análise de variância para o rendimento do óleo essencial (OE) obtido de folhas verdes e cascas frescas de frutos de limão-cravo, *Citrus limonia*. Tangará da Serra/MT, 2020

Fonte de variação	G.L.	Valores de F	
		Rendimento de OE (%) ($\mu\text{L/g}$ - massa seca)	Rendimento Total de OE ($\mu\text{L}/100$ g da extração)
Tratamentos	1	5.0983 <i>ns</i>	0.3836 <i>ns</i>
Resíduo	4	-	-
Valor de P	-	0.0867	0.5691
C.V. (%)	-	17.40	8.74

ns: não significativo quando aplicado o Teste *t* de Student. (Fonte: Os autores).

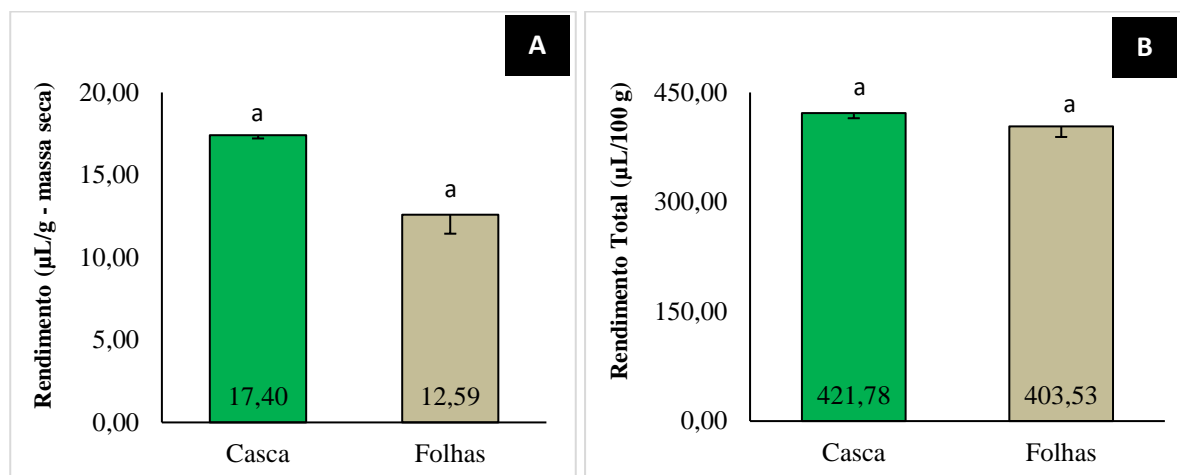


Figura 2 – Comparação do rendimento médio de óleo essencial obtido de folhas verdes e cascas frescas de frutos de limão-cravo, *Citrus limonia*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca (% \pm erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total \pm erro padrão). (Fonte: Os autores).

CONCLUSÃO

Concluimos que tanto a casca de frutos fresca quanto de folhas verdes do limão-cravo, *Citrus limonia* podem ser usadas para a obtenção dos OEs em quantidades estatisticamente iguais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. L. et al. Elaboração de licor de casca de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco), variedade Ponkan, com diferentes concentrações de casca e tempos de processamento. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 23, n. 2, p. 259-265, 2013.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- CUNHA, A. P. et al. Fármacos aromáticos (Plantas aromáticas e óleos essenciais). In: Cunha, A. P. d. (ed.) Farmacognosia e Fitoquímica. 2ª ed. Lisboa Fundação Caloust Gulbenkian, 2009. pp.339 - 401.
- PAULETTI, G. F.; SILVESTRE, W. P. Óleo Essencial Cítrico: Produção, Composição e Fracionamento. In: Efrom, C. F.; Souza, P. V. D. (Org.). Citricultura do Rio Grande do Sul: Indicações Técnicas. 1ed. Porto Alegre: SEAPI, 2018, p. 245-268.

SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.

SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

TONET, F. P. et al. Variedade de limão comercializadas em Cuiabá – MT: Origem, preferência, demanda e perdas. UNICiências, v. 14, n. 2. 2010.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática - Sidra. Produção. Disponível em: <[<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>]>. Acesso em: 10 setembro 2020.

FAO. FAOSTAT Statistical databases. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 10 setembro 2020.

SPETHMANN, C. N. Medicina alternativa de A a Z. 7.ed. Uberlândia: Natureza, 2004, 392p.

FISHER, K.; PHILLIPS, C. A. The effect of lemon, orange and bergamot essential oils and their components on the survival of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* in vitro and in food systems. Journal of Applied Microbiology. v. 101, p. 1232-40, 2006.

COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DE CASCAS FRESCAS E SECAS DA TANGERINA, *Citrus Reticulata* BLANCO CULTIVADA EM TANGARÁ DA SERRA/MT

Jéssica Trindade dos Santos^{1*}, Lohanna Missany de Figueiredo Nishida¹, Martina Romeiro-Alves¹, Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil

*E-mail: jessica.trindade@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

A espécie de tangerina, *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae) é uma das mais populares tangerinas apreciadas pelos brasileiros para o consumo *in natura*. No entanto, após o consumo do fruto, muitos resíduos são descartados, como as cascas que podem ser reaproveitadas para obtenção de novos produtos ou substâncias com alto valor nutricional, como o óleo essencial (OE). Nesse sentido, as cascas de frutas cítricas em geral são consideradas importantes fontes de nutrientes, OEs e pigmentos naturais. Dentre esses subprodutos, os OEs de citros são bastante utilizados pela indústria, alimentícia, farmacêutica e cosmética. Considerando isso, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE das cascas frescas e secas da tangerina, *Citrus reticulata* e verificar se o processo de secagem pode otimizar a obtenção de OE de plantas cultivadas na região de Tangará da Serra/MT. Para isto, as cascas frescas e secas a 50 °C foram submetidas à hidrodestilação em triplicatas durante 4 horas. Os resultados desse trabalho apontam que a casca fresca da tangerina apresentou rendimento de OE significativamente maior do que as cascas que foram secas, evidenciando que o processo de secagem a 50 °C pode interferir no rendimento deste subproduto de interesse econômico.

Palavras-chave: Rutaceae; limoneno; citros.

INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais (OEs) são utilizados há milhares de anos em todo o mundo e são constantemente alvo de estudos para potenciais aplicações (PAULETTI; SILVESTRE, 2018). Esses autores destacam ainda, que nos últimos anos o interesse em OEs têm aumentado ainda mais, devido sobretudo às suas características como biodegradabilidade e também por apresentarem diversas aplicações, desde para uso *in natura* ou nas indústrias alimentícia, cosmética, química e farmacêutica.

Nesse sentido, flores, folhas, cascas, rizomas e frutos tem se tornado as matérias-primas para a produção/obtenção de OEs, visando sua utilização principalmente como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias, em composições farmacêuticas e orais, fornecendo substâncias purificadas como o limoneno, citral, citronelal, eugenol, mentol e safrol (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Bizzo; Hovell e Rezende (2009) relatam também que o Brasil está entre os quatro maiores produtores e exportadores mundiais de OEs, ao lado de países como a Índia, China e Indonésia, e está posição se deve principalmente aos OEs de cítricos, que são obtidos como subprodutos da indústria de sucos (ALMEIDA et al., 2013).

Considerando o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi comparar a quantidade de OE extraído das cascas frescas e secas da tangerina, *Citrus reticulata* Blanco, cultivada em um sítio na região de Tangará da Serra/MT, e verificar qual processo de extração pode gerar maior rendimento do OE a partir desse subproduto vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das tangerinas (*C. reticulata*) para obtenção das cascas dos frutos foi realizada em plantas em um sítio localizado no município de Tangará da Serra-MT (14°36'01.1"S 57°28'41.0"W - 366 m alt.) (Figura 1). Após a coleta os frutos foram levados aos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, onde foram preparados para este estudo.



Figura 1 – Planta de *Citrus reticulata* Blanco (A); Tangerinas coletadas (B); Cascas utilizadas para a pesquisa (C). (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta das tangerinas, foram separadas aproximadamente 20 g das cascas frescas e secas de *C. reticulata*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa vegetal em relação à base úmida (MV BU) e à base seca (MV BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MV BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MV BS = \frac{(100 - TU) \cdot MV BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE das cascas frescas e secas de tangerina, *Citrus reticulata*

Para extração do OE de *C. reticulata*, cascas frescas e cascas secas a 50 °C foram submetidas separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µl de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de OE produzido em cada grama de matéria seca das cascas frescas e cascas secas dos frutos de tangerina *C. reticulata* apresentou diferença significativa tanto para o rendimento por grama de matéria seca (%) (casca fresca= 12,82 ± 0,038 µl/g; casca seca= 2,13 ± 0,04 µl/g), quanto para o rendimento total do OE extraído, com o rendimento da casca seca sendo cerca de 1/3 menor do que o OE obtido das cascas frescas (casca fresca= 348,38 ± 6,02 µl/g; casca seca= 212,94 ± 3,72 µl/g) (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1 - Análise de variância para o rendimento do óleo essencial (OE) obtido de cascas frescas e secas de tangerina, *Citrus reticulata*. Tangará da Serra/MT, 2020

Fonte de variação	G.L.	Valores de F	
		Rendimento de OE (%) (µL/g - massa seca)	Rendimento Total de OE (µL/100 g da extração)
Tratamentos	1	234.5206 **	109.8238 **
Resíduo	4	-	-
Valor de P	-	<.0001	0.0003
C.V. (%)	-	11,44	5,64

**significativo a 1% quando aplicado o Teste *t* de Student. (Fonte: Os autores).

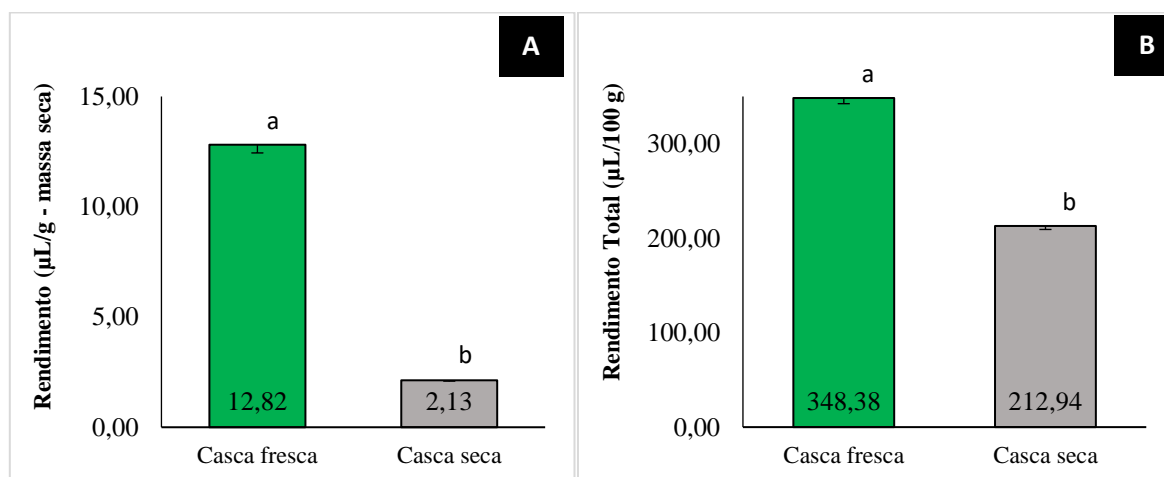


Figura 2 – Comparação do rendimento médio de óleo essencial obtido de cascas frescas e cascas secas de tangerina, *Citrus reticulata*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca (% ± erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total ± erro padrão). (Fonte: Os autores).

A redução no rendimento do OE após o processo de secagem das cascas das tangerinas, indica que a temperatura utilizada para secar as cascas pode ter sido muito alta (50 °C), fazendo com que parte do OE volatilizasse juntamente com a perda d'água. Desta forma, seria interessante e necessário que faixas de temperaturas de secagem inferiores fossem testadas para verificar se secar as cascas em temperaturas mais baixas, menor quantidade de OE seja perdido.

Além disso, autores como Martinazzo et al. (2010), destacam em seu trabalho que dentre os processos de pós-colheita, a secagem e o armazenamento do material vegetal utilizado são fundamentais para que se obtenha um produto de qualidade, no entanto, quando uma dessas etapas não é realizada adequadamente, a qualidade do produto final fica comprometida, e considerando isso, possivelmente a alta temperatura utilizada para a secagem das cascas em nosso estudo pode ter comprometido o rendimento do OE.

Assim, podemos perceber que a temperatura utilizada na secagem além de ter influência direta na remoção de água, também pode carregar consigo o OE (BORSATO; DONI-FILHO; AHRENS, 2005). Considerando isto, a temperatura se torna um fator determinante na vaporização dos compostos voláteis que fazem parte do OE. Portanto, podemos inferir que existe uma determinada faixa de temperatura que seja mais adequada no sentido de ocasionar menores perdas de óleo das cascas de tangerina, e que também seja tecnicamente viável, principalmente quando levamos em conta os vários estudos citados no trabalho de Lemos et al. (2012), que destacam a importância dos métodos de secagem e armazenamento para conservar as características das plantas, tentando preservar ao máximo a qualidade do produto que se pretende obter.

CONCLUSÃO

Concluimos que a casca fresca da tangerina *Citrus reticulata* produz uma quantidade maior de OE do que quando se utiliza as cascas secas. No entanto, a obtenção dos OEs a partir das cascas secas ainda pode ser uma opção viável, principalmente quando consideramos o período de produção de frutos pela planta, se dá somente em alguns meses do

ano. Assim, a obtenção do OE a partir das cascas secas podem propiciar o armazenamento deste subproduto para extração posterior a colheita, já que a casca fresca não poderia ser armazenada por muito tempo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L. et al. Elaboração de licor de casca de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco), variedade Ponkan, com diferentes concentrações de casca e tempos de processamento. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 23, n. 2, p. 259-265, 2013.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BORSATO, A. V.; DONI-FILHO, L.; AHRENS, D. C. Secagem da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Raeuchert] com cinco temperaturas do ar. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 7, n. 2, p.77-85, 2005.

LEMONS, D. R. H. et al. Influência da temperatura do ar de secagem sobre a composição química do óleo essencial de melaleuca. Revista Engenharia na Agricultura, v. 20, n. 1, p. 5-11., 2012.

MARTINAZZO, A. P. et al. Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 12, n. 4, p. 488-498, 2010 .

PAULETTI, G. F.; SILVESTRE, W. P. Óleo Essencial Cítrico: Produção, Composição e Fracionamento. In: Efrom, C. F.; Souza, P. V. D. (Org.). Citricultura do Rio Grande do Sul: Indicações Técnicas. 1ed. Porto Alegre: SEAPI, 2018, v. , p. 245-268.

SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.

SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

DENSIDADE BÁSICA E DIMENSÕES DAS FIBRAS DE MADEIRA DE CEDRO AMAZONENSE (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) (Ducke) E DE TAMARINDO (*Martiodendron elatum* (Ducke) (Gleason))

Jaciele Pereira Silva¹, Wescley Viana Evangelista².

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias (FACBA), Curso de Engenharia Florestal, Alta Floresta, MT, Brasil. jacielepereirasilva@hotmail.com

² Universidade do Estado do Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias (FACBA), Curso de Engenharia Florestal, Alta Floresta, MT, Brasil.

Área: Produtos Naturais

RESUMO

Os estudos anatômicos da madeira são muito importantes na Ciência Florestal, bem como nas ciências agrárias e da natureza, tendo como objetivo a identificação e diferenciação de madeiras que aparentemente são idênticas, de forma a determinar usos adequados da madeira conforme suas características. Este trabalho teve como objetivo determinar as dimensões anatômicas das fibras e a densidade básica das madeiras de cedro amazônico (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke) e da tamarindo (*Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason). Para isto, foram coletadas amostras de madeiras de cedro amazônico e tamarindo provenientes de quatro tábuas de cada espécie, provenientes de duas empresas madeireiras localizadas no município de Alta Floresta-MT. A madeira do cedro amazônico apresentou os menores valores de densidade básica e comprimento das fibras e os maiores valores de largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras quando comparado a madeira do tamarindo. A madeira do cedro amazônico apresentou também os menores valores do índice de enfiletamento, fração parede e índice de Runkel e os maiores valores de coeficiente de flexibilidade, índice de Mulsteph e índice de Boiler. Concluiu-se que ambas as espécies apresentaram diferenças entre si das propriedades anatômicas.

Palavras-chave: Anatomia; Índices de qualidade; Usos;

INTRODUÇÃO

O estudo da anatomia da madeira é significativo na área da Ciência Florestal, sendo considerado fundamental para vários empregos industriais que se proponha destinar a madeira. Além disso, os estudos anatômicos também objetivam a identificação das espécies e diferenciação de madeiras que aparentemente são idênticas, sendo um importante instrumento no auxílio da fiscalização de cargas, além de prever possíveis utilizações mais adequadas conforme suas características, entre outros (BOTOSSO, 2009).

O estudo das propriedades físico-anatômicas das madeiras de cada espécie florestal é de grande importância, levando-se em consideração também que suas características influenciam em seu comportamento tecnológico quando em uso e também interferindo diretamente no seu processo de industrialização (BONDUELLE et al., 2015; FREITAS et al., 2015; GALLIO et al., 2016; GIL et al., 2018).

As dimensões das fibras têm variações tanto no sentido longitudinal (direção base-topo) quanto no sentido radial (direção medula-casca) dentro do tronco da árvore (MIRANDA; CASTELO, 2012). As dimensões, distribuição e a frequência dos constituintes anatômicos afetam as propriedades físicas das madeiras. Algumas dimensões, como o comprimento e a espessura da parede celular, estão correlacionadas com a resistência das fibras celulares e afetam a densidade e a estabilidade dimensional das madeiras (FRANÇA et al., 2015). A densidade, por sua vez, afeta as propriedades mecânicas das madeiras. Segundo Benites et al. (2015), entretanto, essas correlações com as propriedades anatômicas devem ser cautelosas, pois são características de cada fibra, que por sua vez podem ser influenciadas por diferentes condições climáticas, que variam entre a mesma espécie e até no mesmo indivíduo.

A densidade da madeira varia entre espécies, entre indivíduos, procedências da mesma espécie e até dentro da mesma árvore, tanto em seu sentido longitudinal (direção base-topo), como no seu sentido radial (direção medula-casca), sendo que do ponto de vista da utilização tecnológica da madeira é de suma importância esse estudo dessas variações nesses sentidos (GAMA et al., 2014).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 2020), a espécie *Cedrelinga cateniformis* é também conhecida como cedrorana, cedro-branco, cedroarana, cedromara, cedrorama, taperibá-açu e no mercado internacional como tornillo. Essa espécie pertence à família Meliaceae e no Brasil tem ocorrência nos estados do Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia. A madeira tem cerne e alburno indistintos pela cor, bege-rosado; cheiro perceptível, desagradável quando está úmida e imperceptível depois que seca; gosto indistinto; densidade baixa; grã ondulada; textura grossa. O parênquima axial é visível apenas sob lente, sendo paratraqueal vasicêntrico e aliforme losangular de expansões curtas. Os raios são visíveis apenas sob lente no topo e na face tangencial, onde se observa a olho nu um ondulado, lembrando estratificação, sendo finos. Os vasos são visíveis a olho nu, grandes, pouco numerosos,

com disposição difusa; solitários e múltiplos; vazios. As camadas de crescimento são indistintas. A madeira apresenta densidade aparente a 12% de umidade de 520 kg.m⁻³, densidade verde de 900 kg.m⁻³ e densidade básica de 440 kg.m⁻³. De acordo com Logsdon et al. (2013), a espécie tamarindo (*Martiodendron elatum*) pertence à família Fabaceae, tendo uma distribuição natural por toda a região Amazônica, principalmente em florestas ombrófilas densas submontanas nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia, sendo particularmente abundante nos estados do Mato Grosso e Pará. A madeira dessa espécie apresenta cerne e alburno distintos; o cerne possui cor castanho-avermelhado; possui textura média, grã regular, não possui cheiro e o seu gosto é indistinto. Sua madeira é moderadamente pesada e de fácil trabalhabilidade, sendo utilizada para obras externas e especialmente para uso na forma de deques, devido a sua boa durabilidade natural (LOGSDON, 2013).

O objetivo desse trabalho foi determinar as dimensões das fibras e a densidade básicas das madeiras de cedro amazônico (*Cedrelinga cateniformis*) e do tamarindo (*Martiodendron elatum*) usadas na produção de pisos no município de Alta Floresta-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de madeiras de cedro amazônico (*Cedrelinga cateniformis*) e tamarindo (*Martiodendron elatum*) provenientes de quatro tábuas de cada espécie, que foram obtidas de duas empresas madeireiras localizadas no município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso. A seleção e amostragem das tábuas seguiu os critérios estabelecidos pela NBR 7190 (ABNT, 1997).

Para a avaliação das propriedades físico-anatômicas das madeiras foram obtidos corpos de provas com dimensões de 2 x 3 x 5 cm (direções tangenciais x radial x axial, respectivamente), que foram posteriormente usadas para os estudos anatômicos propostos nesse trabalho. De cada espécie foram preparados quatro corpos de prova, um por tábua, totalizando oito corpos de prova. Em seguida, os corpos de prova foram saturados em água limpa dentro de um dessecador de vidro com a aplicação de vácuos intermitentes, até que a madeira atingisse máxima saturação. Nesse trabalho cada corpo de prova consistiu de uma repetição, tendo-se, assim, quatro repetições por espécie.

Para a determinação das dimensões das fibras, de cada corpo de prova de cada espécie, foram coletados pequenos fragmentos de madeira (palitos muito finos ao longo do sentido longitudinal, paralelo às fibras) e colocados em um tubo de ensaio com solução de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio, na proporção de 1:1. Posteriormente, a mistura foi colocada na estufa elétrica, à temperatura de 60°C, por um período médio de 48 h, até a completa dissociação da lamela média e individualização das fibras das madeiras. Após a maceração, a mistura foi lavada em água corrente, sendo posteriormente coradas com safranina aquosa 1%. Depois de corado, o macerado produzido de cada corpo de prova e de cada espécie foi devidamente identificado e armazenado em compartimentos plásticos com água.

Posteriormente foram montadas lâminas temporárias e se mediram-se 30 fibras, individualmente, determinando-lhes o comprimento, a largura e o diâmetro do lume. O registro fotográfico das fibras de madeira foi feito com o auxílio do programa LEICA ICC50, disponível no Laboratório de Anatomia Vegetal, situado no Campus II da UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta-MT. Depois de realizado o registro fotográfico, as medições anatômicas das fibras foram realizadas com o auxílio do software Anati-Quanti.

A espessura da parede foi determinada a partir da Equação 1.

$$EP = \frac{L-DL}{2} \quad \text{Equação 1}$$

em que:

EP = espessura da parede da fibra, em µm;

L = largura da fibra, em µm;

DL = diâmetro do lume da fibra, em µm.

As medições anatômicas das fibras de madeiras seguiram as recomendações da Iawa Committee (IAWA, 1989). A partir dos resultados obtidos das dimensões das fibras foram também estimados alguns índices anatômicos da madeira que auxiliam na avaliação da qualidade da madeira para a produção de papel (Tabela 1).

A determinação da densidade básica das madeiras foi feita com base nas recomendações da NBR 7190 (ABNT, 1997). Os corpos de prova usados para a determinação da densidade básica foram os mesmos de onde se retirou os pequenos fragmentos de madeira para a confecção do macerado.

Tabela 1 – Índices anatômicos determinados

Índice anatômico	Equação ¹
Índice de enfileiramento (IE)	C/L
Coefficiente de Flexibilidade (CF)	(DL/L) x 100
Fração de Parede (FP)	(2 x EP/L) x 100
Índice de Runkel (IR)	(2 x EP/DL) x 100
Índice de Mulsteph (IM)	(L ² - DL ²)/L ²
Índice de Boiler (IB)	(L ² -DL ² /L ² +DL ²)

¹ C= Comprimento das fibras; L= largura das fibras; DL= diâmetro do lume das fibras; EP = espessura da parede das fibras

Para a análise dos dados procedeu-se uma análise estatística descritiva com a determinação da média e do desvio padrão. Por se tratar de um trabalho envolvendo madeiras nativas, onde a coleta do material foi realizada em empresas madeireiras, muitas fontes de variação são desconhecidas, como idade das árvores, sítio, posição de retirada da madeira no tronco etc. Por esse motivo não foi possível a aplicação de testes de médias para a comparação dos resultados entre as duas espécies. Para a avaliação da relação entre as propriedades anatômicas e as densidades básicas das madeiras foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson, a 5% de significância.

As análises estatísticas foram realizadas em planilhas do Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das propriedades estudadas podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores das características anatômicas avaliadas para as madeiras de cedro amazonense (*Cedrelinga cateniformis*) e tamarindo (*Martiodendron elatum*)

Propriedades	Espécies	
	Cedro amazonense (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)	Tamarindo (<i>Martiodendron elatum</i>)
Comprimento das fibras (mm)	1,667 ± 0,07 ¹	1,827 ± 0,069
Largura das fibras (µm)	32,53 ± 2,55	21,46 ± 1,09
Diâmetro das fibras (µm)	21,34 ± 3,36	10,42 ± 1,04
Espessura da parede das fibras (µm)	5,59 ± 0,54	5,52 ± 0,08
Índice de enfeltramento	52,67 ± 2,68	87,59 ± 5,64
Coefficiente de flexibilidade (%)	64,40 ± 5,72	47,54 ± 2,34
Fração parede (%)	35,60 ± 5,72	52,46 ± 2,34
Índice de Runkel	0,60 ± 0,18	1,25 ± 0,10
Índice Mulsteph	0,57 ± 0,07	0,76 ± 0,03
Índice de Boiler	0,41 ± 0,07	0,63 ± 0,03
Densidade básica (g cm ⁻³)	0,535 ± 0,033	0,782 ± 0,066

Fonte: O Autor.

¹ Valor médio ± desvio padrão.

Com relação as dimensões das fibras, a madeira do cedro amazonense (*Cedrelinga cateniformis*) apresentou o menor comprimento e maior largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras quando comparado a madeira do tamarindo (*Martiodendron elatum*).

Com relação aos índices de qualidade que auxiliam na avaliação da qualidade da madeira para a produção de papel, observou-se que a madeira do cedro amazonense (*Cedrelinga cateniformis*) apresentou menores valores do índice de enfeltramento, fração parede e índice de Runkel e os maiores valores de coeficiente de flexibilidade, índice de Mulsteph e índice de Boiler quando comparado a madeira de tamarindo (*Martiodendron elatum*). Considerando as madeiras exóticas tradicionais usadas na produção de celulose e papel no Brasil, como *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. a madeira do cedro amazonense tende a ter seus resultados mais próximos aos observados para as madeiras de *Eucalyptus* spp., conforme revisão de literatura relatada no trabalho de Pego, Bianchi e Veiga (2019).

Com relação a densidade básica, a madeira do cedro amazonense (*Cedrelinga cateniformis*) apresentou os menores valores de densidades básica (0,535 g.cm⁻³). A madeira de tamarindo (*Martiodendron elatum*), por sua vez, apresentou os maiores valores de densidades básica (0,782 g.cm⁻³), assim partir dos resultados obtidos, observou-se que a madeira de tamarindo apresenta maior densidade.

A partir dos resultados observados na Tabela 2 verificou-se as madeiras de cedro amazonense (*Cedrelinga cateniformis*) e tamarindo (*Martiodendron elatum*) apresentaram diferenças de suas propriedades físico-anatômicas, possivelmente ocasionadas pela diferença de gênero e espécie botânica.

As correlações entre a densidade básica e as dimensões das fibras das duas espécies estudadas pode ser vista na Tabela 3. Observou-se que para as duas espécies estudadas não existe correlação estatística significativa entre a densidade básica, as dimensões das fibras e os índices anatômicos de qualidade.

Tabela 3 – Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre a densidade básica e as dimensões anatômicas e os índices anatômicos de qualidade da madeira de cedro amazonense (*Cedrelinga cateniformis*) e tamarindo (*Martiodendron elatum*)

Cedro amazonense (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)										
Propriedades	CF ¹	LF	DL	EP	IE	CFL	FP	IR	IM	IB
Densidade básica	ns ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tamarindo (<i>Martiodendron elatum</i>)										
Propriedades	CF	LF	DL	EP	IE	CFL	FP	IR	IM	IB
Densidade básica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ CF = comprimento das fibras, LF = largura das fibras, DL = diâmetro do lume, EP = espessura das paredes, IE = índice de enfiamento, CFL = coeficiente de flexibilidade, FP = fração parede, IR = índice de Runkel, IM = índice de Mulsteph e IB = índice de Boiler.

² ns = não significativo.

Fonte: O Autor.

CONCLUSÃO

As madeiras de cedro amazonense (*Cedrelinga cateniformis*) e tamarindo (*Martiodendron elatum*) apresentam diferenças entre si das suas propriedades físico-anatômicas. A madeira do cedro amazonense tem menores valores médios de densidade básica e comprimento das fibras e maiores valores médios de largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras quando comparado a madeira do tamarindo.

A madeira do cedro amazonense apresenta também menor índice de enfiamento, fração parede e índice de Runkel e os maiores coeficiente de flexibilidade, índice de Mulsteph e índice de Boiler quando comparado a madeira de tamarindo. Considerando os índices de qualidade da madeira que auxiliam na avaliação da sua qualidade para a produção de celulose e papel, a madeira de cedro amazonense apresenta seus resultados mais próximos àqueles observados para as madeiras de *Eucalyptus* spp.

Não existe correlação estatística significativa entre a densidade básica e as propriedades anatômicas das madeiras de cedro amazonense e tamarindo.

REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190. Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: 1997. 107p.

BENITES, P. K. R. M. et al. Caracterização anatômica das fibras de oito espécies florestais do Cerrado de Mato Grosso do Sul para a produção de papel. *Ciência da Madeira*, v. 6, n. 2, p. 88-93, 2015.

BONDUELLE, G. M. et al. Análise da massa específica e da retratibilidade da madeira de *Tectona grandis* nos sentidos axial e radial do tronco. *Revista Floresta*, v. 45, n. 4, p. 671-680, 2015.

BOTOSSO, P. C. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. Embrapa Florestas, 65 p. 2011. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1517-52X; 194). Colombo: Embrapa Florestas, 2009.

FRANÇA, T. S. F. A. et al. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. *Cerne*, Lavras, v. 21, n. 4, p. 633-640 2015.

GAMA, A. T. et al. Variações da densidade básica da casca e da madeira do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville). *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 18, p. 3027-3038, 2014.

IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, n.s., Leiden, The Netherlands, v. 10, n. 3, p. 221-332, 1989.

IPT-INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 2020. Disponível em: https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=30. Acesso em: 25 set 2020.

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z.; MENDOZA, Z. M. S. H. Caracterização físico-mecânica da madeira de tamarindo, *Martiodendron elatum* (Ducke) Gleason. *Multitemas*, Campo Grande, MS, n. 44, p. 97-119, jul./dez. 2013.

MIRANDA, M. C.; CASTELO, P. A. R. Avaliações anatômicas das fibras de madeira de *Parkia gigantocarpa* DUCKE. *Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)*, Pelotas/RS, v. 03, n. 02, p.80-88, 2012.

DENSIDADE BÁSICA E UMIDADE DAS MADEIRAS DE AMESCLA-AROEIRA E A SUCUPIRA-AMARELA

Milaine Barboza Gaudêncio¹, Wescley Viana Evangelista².

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT). Faculdade Ciências Biológicas e Agrárias (FACBA), Acadêmica do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. milainebarbosa.mbg@gmail.com.

² Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT). Professor Adjunto da Faculdade Ciências Biológicas e Agrárias (FACBA), Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Área: Produtos Naturais

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a densidade básica e as umidades saturada e de equilíbrio higroscópico de duas espécies florestais comercializadas na região norte do estado de Mato Grosso, sendo elas a amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia* Mart) e a sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii* Benth). Para isso foram coletadas amostras de madeiras dessas duas espécies em serrarias do município de Alta Floresta, estado do Mato Grosso, e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade do Estado do Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), campus II de Alta Floresta. Determinou-se a densidade básica e as umidades saturada e de equilíbrio higroscópico para as condições climáticas da região do município de Alta Floresta, conforme NBR 7190. Verificou-se que a espécie sucupira-amarela apresentou os maiores valores médios de umidade saturada e de equilíbrio higroscópico da madeira em comparação com a espécie amescla-aroeira. Para a densidade básica o maior valor médio foi registrado na espécie de amescla-aroeira, entretanto os valores médios de densidade foram próximos entre si, com diferença entre as espécies de apenas 0,001 g.cm⁻³. Conclui-se que as madeiras de amescla-aroeira e a sucupira-amarela apresentam valores muitos similares de suas propriedades físicas analisadas, apresentando grande similaridade entre si.

Palavras-Chave: propriedades físicas das madeiras; umidade de equilíbrio hidrosférico; umidade saturada; madeiras da Amazônia.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de grande vocação e potencial na área florestal, tendo aproximadamente 498 milhões de hectares cobertos por florestas nativas e plantios florestais, o que corresponde a 59% do território do País. Isso representa a segunda maior área de florestas do mundo, ficando somente atrás da Rússia. (MAPA, 2019). No Brasil, muitos estados ainda têm sua economia florestal voltada as florestas nativas, principalmente nas regiões norte e centro-oeste.

Na região centro-oeste as atividades do setor florestal mato-grossenses estão ainda mais concentradas na produção de madeiras de espécies nativas. Com isso, garantir a sustentabilidade na extração de madeira dessas espécies está sendo cada vez mais fundamental (GOVERNO DE MATO GROSSO, 2020). A região norte do Estado de Mato Grosso apresenta muitas indústrias madeireiras que processam diversas espécies de madeiras nativas. Para que ocorra o melhor uso tecnológico das madeiras é importante o conhecimento das suas propriedades, dentre elas as físicas, que abrangem características específicas das espécies (MELLO, 2007). Nesse sentido são muito importantes os estudos e o conhecimento das propriedades físicas ainda pouco descritas ou pouco conhecidas de madeiras de espécies comerciais importantes do Mato Grosso, dentre elas a amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia* Mart) e sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii* Benth).

A espécie amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) pertence à família Burseraceae e tem ocorrência nos estados do Pará, Amazonas, Acre, Mato Grosso, Roraima e Maranhão. Essa espécie apresenta árvores com altura entre 9 a 35 metros, a base do tronco é reta, tendo o diâmetro a altura do peito (DAP) de 40 cm em árvores maduras (FARIAS, 2015). Com relação a madeira da amescla-aroeira, o albúrnio e o cerne são pouco distintos pela cor, varia de bege escuro a rosado até rósea-acastanhada. A madeira apresenta exsudação de resina incolor e tem o cheiro e gosto imperceptíveis (SANTINI JUNIOR, 2013). Apresenta uma textura média, superfície irregularmente lustrosa, camadas de crescimento pouco distintas, delimitadas por zonas fibrosas ligeiramente mais escuras (IPT, 2020). Sua madeira é utilizada especialmente na indústria de lâminas e de compensados, sendo, também, muito utilizada na construção civil em obras internas, como assoalhos, podendo ainda ser torneada e também muito indicada para marcenaria e carpintaria (LOGSDON et al., 2005).

A espécie sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) pertence à família Fabaceae e sua ocorrência natural abrange os estados da Amazônia, Pará, Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso e Goiás. As árvores dessa espécie apresentam altura de 10 a 50 metros e DAP de 60 a 200 cm (CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015). A madeira dessa espécie apresenta albúrnio e cerne distintos pela cor, brilho moderado, cheiro e gosto imperceptíveis, densidade média, dura ao corte, grã irregular a reversa e textura média de aspecto fibroso atenuado. A madeira é usada na produção de

pisos, deques, e para confecção de peças para decorações internas (LORENZI, 2009). E ainda outros usos muito utilizados são em marcenaria, assoalhos, ripas, compensados, vigas, moveleira, construção civil (RAMOS; FERRAZ, 2008).

As espécies amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) e sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) são geralmente usadas pelas indústrias situadas na região norte do estado de Mato Grosso. O comércio madeireiro dessas espécies basicamente corresponde a indústrias produtoras de madeira na forma serrada, de lâminas ou de produtos sólidos acabados. O município de Alta Floresta, por sua vez, que está localizado na região do extremo norte do estado, apresenta muitas empresas madeireiras, como serrarias, indústrias moveleiras, laminadoras, indústrias produtoras de portas, compensados e produtos sólidos de maior valor agregado, além de uma indústria produtora de deques e pisos de madeiras nativas voltada para exportação.

Para a avaliação da qualidade da madeira para produção de produtos sólidos, a determinação e o conhecimento das propriedades físicas são muito importantes. As principais propriedades físicas das madeiras que auxiliam na determinação da qualidade da madeira para a produção de produtos sólidos são a densidade, umidade, contrações e inchamentos.

A densidade é uma das propriedades físicas mais importante da madeira, sendo considerada uma das características que melhor se correlaciona com outras propriedades tecnológicas. Segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997), a densidade básica é determinada pela razão entre a massa seca a 0% de umidade e o volume saturado. Segundo Moreschi (2014), a umidade da madeira corresponde à relação entre a massa da água contida nela e a massa da madeira absolutamente seca, a 0% de umidade, sendo expressa em porcentagem. Outro parâmetro importante relacionado a umidade é a umidade de equilíbrio higroscópico, que corresponde a umidade em que a madeira se apresenta quando está em equilíbrio com o meio que a circunda, sendo dependente da espécie florestal, da temperatura do ar e da umidade relativa do ar (CARDIN, 2011).

De maneira a se conhecer melhor sobre algumas propriedades físicas de madeiras comercializadas no estado de Mato Grosso, este trabalho tem como objetivo geral avaliar a densidade básica, umidade saturada e umidade de equilíbrio higroscópico para as condições climáticas da região do município de Alta Floresta das madeiras de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) e a sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*).

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse trabalho foram coletadas amostras de madeiras de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) e a sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) em duas empresas madeireiras localizadas no município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso, com base nos critérios estabelecidos pela NBR 7190 (ABNT, 1997). Após a coleta, as espécies foram identificadas anatomicamente, através de uma análise anatômica macroscópica da madeira. Em seguida, para a determinação das propriedades físicas das madeiras, foram confeccionados corpos de provas com dimensões de 2 x 3 x 5 cm (direção tangencial x radial x axial, respectivamente), conforme NBR 7190 (ABNT, 1997), para a determinação da densidade básica, umidade saturada e umidade de equilíbrio higroscópico para as condições climáticas da região do município de Alta Floresta.

Para a determinação dessas propriedades foram confeccionados 20 corpos de prova para cada espécie, totalizando 40 corpos de prova. A determinação das propriedades físicas da madeira foi realizada no Laboratório de Tecnologia da Madeira, localizado no Campus II da Universidade do Estado do Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta.

Inicialmente os corpos de prova foram saturados em água limpa dentro de baldes plásticos de 8 litros, a temperatura ambiente, por cerca de dois meses. Em seguida, para completar essa saturação, os corpos de prova foram colocados em dentro de um dessecador de vidro, totalmente imersos em água limpa até que a madeira atingisse massa constante. Para isso, nesse período foi também feita a aplicação de vácuos intermitentes, com o auxílio de uma bomba de vácuo, até que houvesse a completa saturação dos corpos de prova. Esse procedimento foi realizado também por cerca de dois meses.

Após a saturação da madeira determinou-se a massa úmida dos corpos de prova em uma balança digital, com precisão de 0,01 g, o volume úmido com o auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm. Para determinar o volume úmido, mediu-se as dimensões lineares dos corpos de prova e estimou-se o seu volume pela multiplicação dos valores obtidos em cada corpo de prova. Feitas as determinações da massa úmida, os corpos de prova foram colocados para secagem ao ar livre, em ambiente coberto e ventilado, protegido da ação direta da umidade, até que os corpos de prova atingissem a umidade de equilíbrio higroscópico com as condições climáticas do município de Alta Floresta (Figura 1). O clima em Alta Floresta, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, com temperatura média anual de 25,4 °C. Os corpos de prova foram secos ao ar livre, durante os meses de maio a junho do ano de 2020.



Figura 1- Secagem dos corpos de prova de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*). e sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) ao ar livre e em local coberto e ventilado. (Fonte: o autor).

Durante o período do experimento, o município de Alta Floresta apresentou no mês de maio de 2020 uma precipitação pluviométrica total de 0,1 mm, pressão atmosférica média de 980,1 hPa, temperatura do ar média de 24,8°C e umidade relativa do ar de 82 %. No mês de junho de 2020 a precipitação total foi de 0,00 mm, uma pressão atmosférica média de 979,8 hPa, temperatura do ar média de 24°C e umidade relativa do ar de 75 %, conforme INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET, 2020).

Após obtida a umidade de equilíbrio higroscópico para as condições climáticas do município de Alta Floresta, foram feitas as determinações da massa seca ao ar, adotando-se a mesma metodologia realizada na avaliação da massa da madeira no estado úmido. Após serem concluídas todas essas análises, os corpos de provas foram levados a uma estufa elétrica com temperatura de $103 \pm 2^\circ \text{C}$ até que a madeira atingisse massa constante. Em seguida, determinou-se a massa seca a 0% de umidade, novamente adotando-se a mesma metodologia usada nas medições anteriores de massa úmida e seca ao ar para as condições climáticas do município de Alta Floresta.

Com base nos valores de massa e volume dos corpos de prova nos estados saturado, seco ao ar para as condições climáticas do município de Alta Floresta e a 0% de umidade, determinou-se as propriedades físicas das madeiras estudadas através das seguintes equações:

- Densidade básica

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{v_{sat}}$$

Sendo que:

ρ_{bas} = densidade básica, em g.cm⁻³;

m_s = massa seca a 0% de umidade, em g;

V_{sat} = volume saturado, em cm⁻³.

- Umidade de equilíbrio higroscópico

$$UEH = \frac{m_{seca.ar} - m_s}{m_s} \times 100$$

Sendo que:

UEH = umidade de equilíbrio higroscópico, em %;

$m_{seca.ar}$ = massa seca ao ar para as condições de Alta Floresta, em g;

m_s = massa seca a 0% de umidade, em g.

- Umidade total da madeira

$$U = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100$$

Sendo que:

U = umidade em, %;

m_i = massa úmida, em g;

m_s = massa a 0% de umidade, em g.

Para a realização da análise estáticas dos dados das propriedades físicas das madeiras estudadas utilizou-se a estatística descritiva, por meio da estimativa das médias e do desvio padrão. Devido ao desconhecimento das fontes de variação das madeiras estudadas, como idade, local de retirada da madeira no tronco, sítio etc. não foi aplicado nenhum teste de média, de forma a se avaliar se havia ou não diferença estatística das propriedades físicas das duas espécies estudadas entre si. Para a avaliação das correlações entre as propriedades estudadas, determinou-se o coeficiente de correlação de Pearson, a 5% de significância, entre a densidade básica e as umidades das madeiras. Todas as análises foram realizadas em planilhas do Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da densidade básica, umidade saturada e umidade de equilíbrio higroscópico das madeiras de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) e a sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) são apresentadas na Tabela 1. As madeiras das duas espécies apresentaram valores médios das propriedades físicas muito próximas entre si, embora fossem espécies diferentes. A madeira de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) apresentou diferença de apenas 0,001 g.cm⁻³ da densidade básica da madeira de sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) (Tabela 1). A madeira de sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) apresentou os maiores valores de umidade saturada e de equilíbrio higroscópico.

Os valores médios das densidades das espécies de amescla-aroeira e sucupira-amarela também apresentaram baixos valores de desvio padrão e coeficiente de variação (Tabela 1). Isso mostra baixa variação dos valores individuais registrados das densidades dessas espécies entre si e também em torno do valor médio.

Tabela 1 – Valores das propriedades físicas avaliadas para as madeiras de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) e sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*)

Propriedade	Espécie	
	Amescla-aroeira (<i>Trattinnickia burserifolia</i>)	Sucupira-amarela (<i>Enterolobium schomburgkii</i>)
Densidade básica (g.cm ⁻³)	0,632¹ ± 0,023	0,631 ± 0,024
Umidade de equilíbrio higroscópico (%)	11,32 ± 0,10	11,77 ± 0,23
Umidade total (%)	81,77 ± 6,55	89,10 ± 6,45

Fonte: O Autor.

¹ Valor médio ± desvio padrão

Silva (2013), realizando uma pesquisa sobre a qualidade das madeiras de árvores caídas em uma área de manejo florestal, registraram uma densidade básica para *Enterolobium schomburgkii* de 0,68 g.cm⁻³. Gonçalves e Gonçalves (2001) registraram uma densidade básica de 0,69 g.cm⁻³ para a madeira de *Enterolobium schomburgkii*. Logsdon et al. (2005), ao realizarem a caracterização das propriedades físicas da madeira de amescla-aroeira, registraram uma densidade básica média de 0,671 g.cm⁻³. Os valores de densidade básica registrados pelos autores supracitados foram superiores aos observados nesse trabalho, a princípio sem um motivo aparente que explicasse essa diferença.

Na umidade da madeira observou-se que as espécies de amescla-aroeira e sucupira-amarela apresentaram valores muito próximos entre si para a umidade de equilíbrio higroscópico. A espécie de amescla-aroeira apresentou um valor mais baixo na umidade de equilíbrio higroscópico com 11,32%, em comparação com a espécie de sucupira-amarela. Na umidade saturada da madeira obteve um valor maior na espécie de sucupira-amarela, com 89,10%. O maior valor de desvio padrão da umidade de equilíbrio higroscópico foi registrada para a madeira de sucupira-amarela, enquanto para a umidade total os maiores valores foram observados na madeira de amescla-aroeira. Esses valores, no entanto, podem ser considerados baixos, mostrando certa homogeneidade da umidade das amostras avaliadas entre si para essas duas espécies.

As correlações entre a densidade básica e as umidades das madeiras podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre a densidade básica e as umidades das madeiras de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) e sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*)

Propriedade	Espécie			
	Amescla-aroeira (<i>Trattinnickia burserifolia</i>)		Sucupira-amarela (<i>Enterolobium schomburgkii</i>)	
	Umidade de equilíbrio higroscópico	Umidade saturada	Umidade de equilíbrio higroscópico	Umidade saturada
Densidade básica	ns¹	-0,69	-0,73	-0,99

¹ ns = não significativo.

Fonte: O Autor.

Observou-se correlação estatística significativa da densidade básica com as umidades em todas espécies, exceto entre a densidade básica e a umidade de equilíbrio higroscópico na madeira de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*). Importante destacar a forte correlação entre a densidade básica e a umidade saturada da madeira de sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*), indicando que quanto maior a densidade básica da madeira, menor será a umidade saturada.

CONCLUSÃO

As madeiras de amescla-aroeira (*Trattinnickia burserifolia*) e sucupira-amarela (*Enterolobium schomburgkii*) podem ser consideradas como de média densidade. A umidade de equilíbrio higroscópico das madeiras de amescla-aroeira e sucupira-amarela para o município de Alta Floresta está em torno de 11,55%, valor este similar a 12,00%, correspondente a umidade de determinação da densidade aparente conforme NBR 7190. As duas espécies estudadas neste trabalho são similares entre si quanto aos valores de suas propriedades físicas estudadas.

REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190. Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: 1997. 107p.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. Guia de Identificação de espécies-chave para a restauração florestal-MT. São Paulo: The nature conservancy, 2015. 194p.

CARDIN, V. S. Ensaios não destrutivo aplicado a madeira serrada e estruturais: Técnicas potenciais para o uso no Brasil. 2011. 116p. Dissertação (Mestrado em construção civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos- SP, 2011.

FARIAS, S.M.A.P. Caracterização de espécies madeireiras como alternativas às tradicionalmente exploradas e utilizadas industrialmente na regional 2015. p. 64. Dissertação (Área de Concentração de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) Tarauacá Envira - Estado do Acre- Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.

GONÇALEZ, J. C.; GONÇALVES, D. M. Valorização de duas espécies de madeira Cedrelinga catenaeformis e Enterolobium shomburgkii para indústria madeireira. Brasil Florestal. Brasília, n.70, p. 69-74, 2001.

GOVERNO DE MATO GROSSO. Geografia. Governo de Mato Grosso. 2020. Disponível em <<http://www.mt.gov.br/inicio>> Acesso em 12 set 2020.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLÓGICA). Consulta Dados da Estação Automática:AltaFloresta(MT)Disponível em<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=e_stacoes/estacoesAutomaticas> Acesso em 14 jul 2020.

IPT- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS. Apresenta informações sobre a madeira de ameclão (*Trattinnickia burserifolia* Mart). Disponível em < http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/5.htm>. Acesso 14 jul 2020.

LOGSDON, N. B. et al. descrição dendrológica e caracterização físico-mecânica da madeira de amescla-aroeira, protium heptaphyllum (aubl.) March. (Burseraceae). Revista Madeira Arquitetura e Engenharia. Cuiabá, v.6, n. 17, p. 1-13, 2005.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v.2. Editora Nova Odesa: Instituto Plantarum, 3 eds. 2009, 384p.

MELLO, R. As propriedades das madeiras. 2007. Disponível em<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3133/2/2007_RobertoLdeMello_2.pdf> Acesso em 25 jun 2020

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Florestas do Brasil em resumo: 2019. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Serviço Florestal Brasileiro, 2019. 207. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/publicacoes/1737-florestas-do-brasil-em-resumo-2019>>. Acesso em: 14 ago 2020.

MORESCHI, J. C. Propriedades da madeira. Ministério da educação e do desporto. 4ª edição. Curitiba, PR. 2014. 62p.

RAMOS, M. B. P; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de Enterolobium schomburgkii Benth. São Paulo, Revista. Brasileira de botânica. v.31, n.2, p 227-235, 2008.

SANTINI JÚNIOR, L. Descrição macroscópica e microscópica da madeira aplicada na identificação das principais espécies comercializadas no estado de São Paulo. 2013. 272f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SILVA, M. S. Estudo da qualidade de madeiras de árvores caídas em área de manejo florestal para o desenvolvimento de produtos. 2013. 100f. Dissertação (e Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais – PPGCIFA na linha de pesquisa “Tecnologia de Recursos Florestais”) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013

EFEITO DO PROCESSO DE SECAGEM SOBRE O RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE *Citrus reticulata* BLANCO CULTIVADA EM TANGARÁ DA SERRA/MT

Lohanna Missany de Figueiredo Nishida^{1*}, Jéssica Trindade dos Santos¹, Martina Romeiro-Alves¹, Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil
*E-mail: lohanna.missany@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

A planta *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae) é popularmente conhecida como tangerina e possui grande valor comercial, além de estar entre as frutas cítricas mais importantes para o consumo in natura. Os citros em geral são ricos em óleos essenciais (OE), que são muito utilizados por indústrias cosméticas, alimentícias, farmacêuticas, em produtos de higiene e limpeza, na agroquímica e na indústria de tinta. Além disso, também podem ser utilizados como germicidas, inseticida, antioxidantes e anticancerígenos. Não há praticamente um produto de alimentos, bebidas, sabão, cosméticos, perfumes e indústrias que não contêm pelo menos uma pequena quantidade de refrescantes e deliciosamente perfumados óleos cítricos. Considerando isso, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE obtido de folhas frescas e secas de *Citrus reticulata* e verificar se o processo de secagem pode influenciar no rendimento de OE de plantas cultivadas na região de Tangará da Serra/MT. Para isto, as folhas frescas e secas a 50 °C foram submetidas à hidrodestilação em triplicatas durante 4 horas. Os resultados desse trabalho apontam que as folhas frescas da tangerina apresentaram rendimento de OE significativamente maior do que quando as folhas foram secas, evidenciando que o processo de secagem a 50 °C pode interferir no rendimento deste subproduto de interesse econômico.

Palavras-chave: Tangerina; Rutaceae; limoneno; citros.

INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais (OEs) obtidos a partir de plantas do gênero *Citrus* apresentam grande importância como agentes aromatizantes para bebidas, alimentos cozidos, doces, pudins, sobremesas de gelatina, gomas de mascar, e produtos farmacêuticos. Também são muito utilizados em perfumes, águas de cheiro, produtos cosméticos, e para a aromatização de sabões. Praticamente não existe no mundo um produto de alimentos, bebidas, sabão, cosméticos, perfumes e indústrias em geral, que não contenha pelo menos uma pequena quantidade de algum óleo essencial à base de citros (GUENTHER, 1948).

Devido a isso, os OEs de citros são alvo de estudos constantes para potenciais aplicações (PAULETTI; SILVESTRE, 2018). Além disso, os OEs de citros apresentam promissor potencial inseticida e podem ainda ser associados com as práticas de manejo integrado de pragas (RIBEIRO, 2010).

Nesse sentido, flores, folhas, cascas, rizomas e frutos tem se tornado as matérias-primas para a produção/obtenção de OEs, visando sua utilização principalmente como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias, em composições farmacêuticas e orais, bem como, fornecendo substâncias purificadas como o limoneno, citral, citronelal, eugenol, mentol e safrol (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Considerando o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi comparar a quantidade de OE extraído de folhas frescas e secas da tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) cultivada em um sítio na região de Tangará da Serra/MT, e verificar se o processo de secagem interfere no rendimento de OE a partir desse subproduto vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das folhas das plantas de tangerinas (*C. reticulata*) foi realizada em um sítio localizado no município de Tangará da Serra-MT (14°36'01.1"S 57°28'41.0"W - 366 m alt.) (Figura 1). Após a coleta as folhas foram levadas aos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, onde foram preparadas para este estudo.



Figura 1 – Planta de *Citrus reticulata* Blanco (A); Folhas coletadas para extração dos óleos essenciais (B). (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta das folhas de tangerineiras, foram separadas aproximadamente 20 g das folhas frescas e secas de *C. reticulata*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa foliar em relação à base úmida (MF BU) e à base seca (MF BS) do material vegetal. A massa foliar à base seca (MF BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MF BS = \frac{(100 - TU) \cdot MF BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE de folhas frescas e secas de tangerina

Para extração do OE de *C. reticulata*, folhas frescas e folhas secas a 50 °C foram submetidas separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µl de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assisat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de OE produzido em cada grama de matéria seca das folhas frescas e folhas secas de plantas de tangerina apresentou diferença significativa tanto para o rendimento por grama de matéria seca (%) (folhas frescas= $3,92 \pm 0,37 \mu\text{L/g}$; folhas secas= $0,33 \pm 0,01 \mu\text{L/g}$), quanto para o rendimento total do OE extraído, com o rendimento das folhas frescas sendo cerca de 80% maior do que o OE obtido das folhas secas (folhas frescas= $167,82 \pm 15,92 \mu\text{L/g}$; folhas secas= $33,00 \pm 1,31 \mu\text{L/g}$) (Tabela 1; Figura 2).

Os OEs das folhas dos citros são armazenados em glândulas cobertas por uma camada de células epidérmicas que facilitam a secreção do óleo essencial a partir do rompimento dessas células que compõe as glândulas lisígenas, que geralmente estão localizadas na face adaxial das folhas (QUEIROZ-VOLTAN; BLUMER, 2005).

Considerando isso, e também os resultados encontrados em nosso trabalho, nota-se que a redução no rendimento do OE após o processo de secagem das folhas de *Citrus reticulata*, pode estar relacionada com a temperatura muito elevada utilizada no processo de secagem (50°C), fazendo com que parte do OE volatilizasse juntamente com a perda d' água.

Desta forma, estudos com temperaturas de secagem inferiores ao testado em nosso trabalho são necessários, sobretudo para verificar se secar as folhas em temperaturas mais baixas, menor quantidade de OE é perdido e otimizar a obtenção dessa matéria-prima. Além disso, nosso estudo mostra que a temperatura utilizada na secagem, além de ter influência direta na remoção de água, também pode carregar consigo o OE (BORSATO; DONI-FILHO; AHRENS, 2005).

Autores como Martinazzo et al. (2010), já tem destacado a algum tempo que dentre os processos de pós-colheita, a secagem e o armazenamento do material vegetal utilizado são fundamentais para que se obtenha um produto de qualidade, no entanto, quando uma dessas etapas não é realizada adequadamente, a qualidade do produto final pode ficar comprometida.

Nesse sentido, possivelmente a alta temperatura utilizada em nosso estudo para a secagem das folhas de *C. reticulata* pode ter comprometido negativamente no rendimento final do OE.

Tabela 1 - Análise de variância para o rendimento do óleo essencial (OE) obtido de folhas frescas e folhas secas a 50°C de *Citrus reticulata*. Tangará da Serra/MT, 2020

Fonte de variação	G.L.	Valores de F	
		Rendimento de OE (%) ($\mu\text{L/g}$ - massa seca)	Rendimento Total de OE ($\mu\text{L}/100\text{ g}$ da extração)
Tratamentos	1	28.0671 **	21.3759 **
Resíduo	4	-	-
Valor de P	-	0.006	0.0098
C.V. (%)	-	39.06	35.57

**significativo a 1% quando aplicado o Teste *t* de Student

Fonte: Os autores.

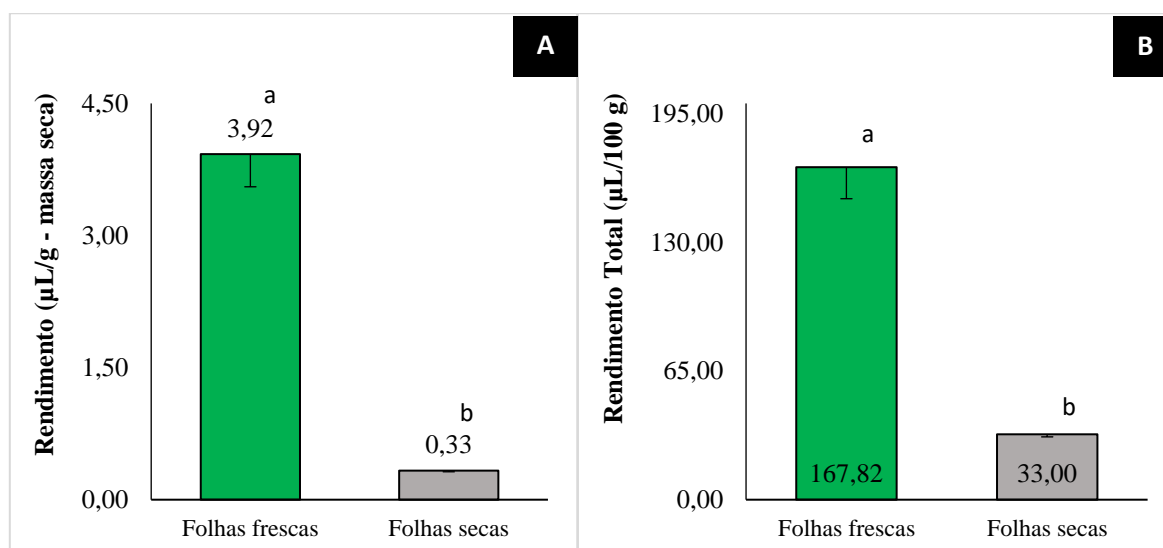


Figura 2 – Comparação do rendimento médio de óleo essencial obtido de folhas frescas e folhas secas de tangerina, *Citrus reticulata*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca ($\mu\text{L/g}$ \pm erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total \pm erro padrão). (Fonte: Os autores).

Considerando isto, a temperatura se torna um fator determinante na vaporização dos compostos voláteis que fazem parte do OE da espécie *C. reticulata*. Portanto, podemos inferir que existe uma faixa de temperatura mais adequada no sentido de ocasionar menores perdas de OE das folhas de tangerina, e que também seja tecnicamente mais viável, principalmente quando levamos em conta os vários estudos citados no trabalho de Lemos et al. (2012), que destacam a

importância dos métodos de secagem e armazenamento que visam conservar as características das plantas, preservar desta forma a máxima a qualidade do OE produzido.

CONCLUSÃO

Concluimos que a secagem das folhas da tangerina *Citrus reticulata* a 50 °C interfere negativamente no rendimento do OE produzindo menor quantidade de OE do que quando se utiliza as folhas frescas.

REFERÊNCIAS

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BORSATO, A. V.; DONI-FILHO, L.; AHRENS, D. C. Secagem da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Raeuchert] com cinco temperaturas do ar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 7, n. 2, p.77-85, 2005.

GUENTHER, E. *The Essential Oils*. New York: Van Nostrand-Reinhold, v. 3, 1948.

LEMONS, D. R. H. et al. Influência da temperatura do ar de secagem sobre a composição química do óleo essencial de melaleuca. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 20, n. 1, p. 5-11., 2012.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; BLUMER, S. Morfologia dos Citros. In: JUNIOR, D. M.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; JUNIOR, J. P.. (Org.). *Citros*. 1ed. Cordeirópolis: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, v. 1, p. 105-123, 2005.

MARTINAZZO, A. P. et al. Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 12, n. 4, p. 488-498, 2010 .

PAULETTI, G. F.; SILVESTRE, W. P. Óleo Essencial Cítrico: Produção, Composição e Fracionamento. In: Efrom, C. F.; Souza, P. V. D. (Org.). *Citricultura do Rio Grande do Sul: Indicações Técnicas*. 1ed. Porto Alegre: SEAPI, 2018, v. , p. 245-268.

RIBEIRO, N. C. Potencial inseticida de óleos essenciais de espécies do gênero *Citrus* sobre *Bemisia tabaci* (Genn., 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). 2010. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola)- Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, 2010.

SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. *Comunicado Técnico - Embrapa*, p. 1- 6. 2004.

SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE CANELA-VERDADEIRA, *Cinnamomum verum* J. Presl. (LAURACEAE) EM TANGARÁ DA SERRA/MT

Carlos Henrique Costa Reverte^{1*}, José Gustavo Ramalho Casagrande¹, Vanessa Cardoso Nunes¹, William Cardoso Nunes¹, Lucas Henrique Mendes Vieira², Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Letras, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: carlos.reverte@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

A canela-verdadeira, *Cinnamomum verum*, pertence à família Lauraceae, e é frequentemente designada pelo seu sinônimo taxonômico, *Cinnamomum zeylanicum*. É uma planta nativa do Sri Lanka e foi trazida para o Brasil possivelmente durante o período colonial quando as populações de *Cinnamomum* foram extremamente exploradas. O óleo essencial (OE) dessa espécie apresenta alto teor de eugenol que tem um elevado valor na indústria de fragrâncias e perfumes finos, além de ser usado como agente sinérgico do piretro e como inseticida natural. Considerando isto, este trabalho teve como objetivo realizar a extração do OE de *C. verum* e verificar seu rendimento na região de Tangará da Serra/MT. Para isso, folhas foram coletadas de uma planta no perímetro urbano da cidade e submetidas à hidrodestilação em triplicadas de 100 g durante 4 horas. Após a extração dos OEs verificou-se que o rendimento foi de 9.53 %, sendo inclusive superior a diversas pesquisas já realizadas com a espécie.

Palavras-chave: Rendimento; safrol; eugenol.

INTRODUÇÃO

A espécie de planta *Cinnamomum verum* J. Presl. é conhecida popularmente como canela-verdadeira, canela-da-índia e canela-do-ceilão, e é frequentemente designada pelo seu sinônimo taxonômico, *Cinnamomum zeylanicum* pertencente à família Lauraceae. Ela é originária do Sri Lanka, antigo Ceilão, no sul da Ásia (DE CASTRO et al., 2020) onde também é conhecida como "Kayumanis", uma palavra indonésia que significa madeira doce.

Mesmo não sendo nativa do Brasil, é uma planta que pode ser encontrada em diversas regiões do país (DE CASTRO et al., 2020), devido provavelmente ao processo de colonização/migração de pessoas de diversos países para diferentes estados brasileiros, onde a espécie pode ter sido introduzida intencionalmente, o que pode explicar sua ocorrência, por exemplo, na cidade de Tangará da Serra, Mato Grosso.

Essa planta apresenta aroma suave e sabor doce levemente picante, sendo muito utilizada sob forma de cascas e em pó como aromatizante na culinária (MATTHEW; ABRAHAM, 2006). Além disso, alguns estudos têm demonstrado seu alto poder antibactericida, onde o óleo essencial (OE) obtido da planta inibe organismos bacterianos difíceis de tratar como as bactérias *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans* e *Candida* spp. (UTCHARIYAKIAT et al., 2016). Segundo Koketsu, Gonçalves e Godoy (1997) seu OE pode ser obtido por destilação a vapor tanto das cascas quanto das folhas, sendo o OE da casca rico no composto químico aldeído cinâmico, enquanto que OE das folhas apresenta composição diferente, sendo uma rica fonte de eugenol e safrol. Independente da parte da planta que os OEs são obtidos (cascas ou folhas), eles são matérias-primas de amplo emprego nas indústrias de alimentos e bebidas, de perfumaria e da indústria farmacêutica (KOKETSU; GONÇALVES; GODOY, 1997).

Os óleos essenciais mais importantes do gênero *Cinnamomum* no mercado mundial são os obtidos das espécies *C. verum*, *C. cassia* e *C. camphora* (LIMA et al., 2005). Uma vez que boa parte das espécies desse gênero não são nativas do Brasil e dada a ausência de cultivo comercial desta especiaria no País, quantidades significativas tanto de cascas quanto do óleo essencial são importadas todos os anos (RIBEIRO et al., 2007).

Muitas dessas espécies produzem OEs que apresentaram importantes propriedades biológicas, tais como anti-inflamatória, antimicrobiana, antioxidante, inseticida (CHUESIANG et al., 2019; DA SILVA et al., 2020). Considerando isto, este trabalho teve como objetivo realizar a extração do OE da canela-da-índia, *Cinnamomum verum*, de uma planta encontrada na região urbana de Tangará da Serra/MT, e verificar seu rendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das folhas de *Cinnamomum verum* foi realizada em uma planta localizada na região central do município de Tangará da Serra/MT (14°37'29.0"S 57°29'05.7"W) (Figura 1).

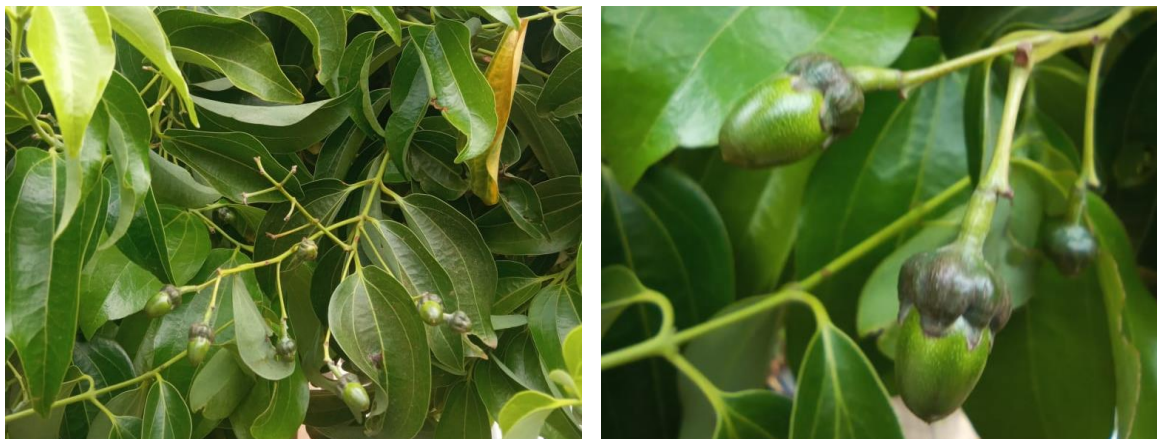


Figura 1 - *Cinnamomum verum* coletada na região central de Tangará da Serra/MT. (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta da planta, foram separadas aproximadamente 20 g de folhas frescas de *C. verum*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa das folhas frescas em relação à base úmida (MF BU) e à base seca (MF BS) do material vegetal. A massa foliar à base seca (MF BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MF BS = \frac{(100 - TU) \cdot MF BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE das folhas de *Cinnamomum verum*

Para extração do OE de *C. verum*, as folhas foram submetidas à hidrodestilação, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata utilizando-se 100 g de biomassa vegetal. O teor e o rendimento do OE extraído foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µL de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que o rendimento médio (%) por grama de massa seca do OE de *Cinnamomum verum* foi de $9.53 \pm 0,24 \mu\text{L g}$, e o rendimento médio total obtido das extrações de 100 g das folhas frescas foi de $366.93 \pm 8,42 \mu\text{L}/100 \text{ g}$ (Figura 2).

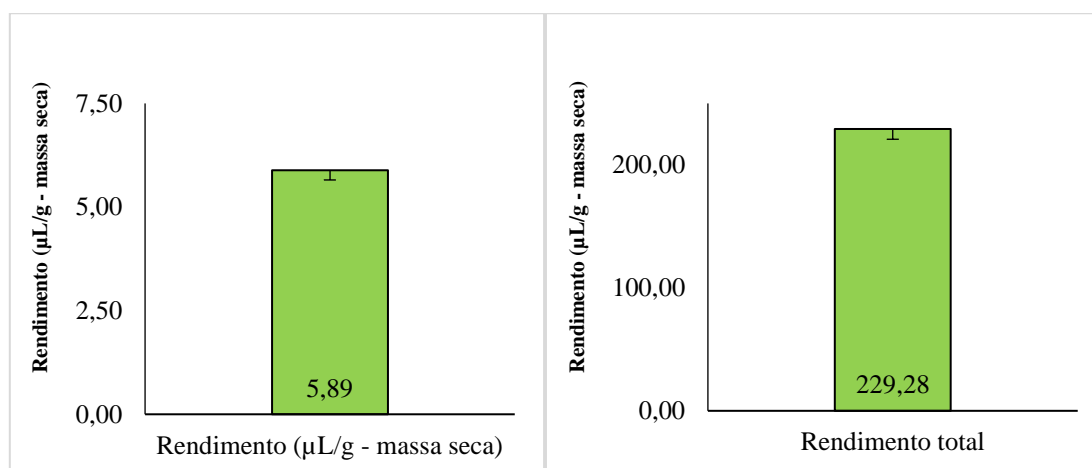


Figura 2 – Rendimento médio de óleo essencial de folhas de *Cinnamomum verum*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca ($\mu\text{L/g} \pm$ erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total \pm erro padrão). (Fonte: Os autores).

O resultado obtido quando comparado a outros trabalhos realizados em outros biomas foi superior (DE CASTRO et al., 2020). Assim, é importante ressaltar que diversos fatores podem interferir na produção de OE, tais como distribuição geográfica, luminosidade, sazonalidade, ritmo circadiano, entre outros, por isso é importante destacar que novos estudos sejam feitos na região para analisar essas variáveis (FERREIRA et al., 2012; VENÂNCIO et al., 2006).

Por isso, o maior rendimento obtido para o OE da canela-verdadeira na região de Tangará da Serra/MT torna-se interessante, principalmente porque a presença de eugenol é matéria-prima para produção de fármacos e cosméticos (DE CASTRO et al., 2020). Desta forma, ressalta-se a importância de serem realizados ensaios para obtenção de OE utilizando-se material vegetal de outras regiões.

CONCLUSÃO

A canela-verdadeira, *Cinnamomum verum*, apresentou alto rendimento de óleo essencial obtido a partir de folhas, mesmo não sendo uma espécie nativa dos biomas brasileiros. Além disso, os resultados mostraram que a planta se configura como uma espécie florestal com potencial para cultivo na região do cerrado, visando a produção de casca e óleo essencial, podendo contribuir com a economia regional e nacional e fornecendo matéria-prima, que em grande parte é importada de outros países.

REFERÊNCIAS

- CHUESIANG, P. et al. Antimicrobial activity and chemical stability of Cinnamon oil in oil-in-water nanoemulsions fabricate dusing the phase inversion temperature method. *LWT – Food Science and Technology*, v.110, p.190-196, 2019.
- DA SILVA, J. K. R. et al. Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of Essential Oils of *Endlicheria arenosa* (Lauraceae) from the Amazon. *Natural Product Communications*, v. 11, n. 5, p. 695-698, 2016.
- DE CASTRO, C. C. et al. Caracterização química do óleo essencial das folhas, galhos e frutos de *Cinnamomum verum* J. Presl (Lauraceae). *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 41320-41333, 2020.
- FERREIRA, S. D. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 18, n. 1, p. 67-73, 2016.
- KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; GODOY, R. L. O. The bark and leaf essential oils of cinnamon (*Cinnamomum verum* Presl) grown at Paraná, Brazil. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 7, n. 3, 281-285, 1997.
- LIMA, M. P. et al. Volatile constituents from leaves and branches of *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Acta Amazônica*, v. 35, n. 3, p. 363-366, Sept. 2005.
- MATHEW, S; ABRAHAM, T. E. Estudos da atividade antioxidante de extratos de casca de canela (*Cinnamomum verum*), por meio de diversos modelos in vitro. *Química alimentar*, v. 94, n. 4, p. 520-528, 2006.
- RIBEIRO, S. S. S. et al. Ação do extrato aquoso de canela-da-índia (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) sobre *Escherichia coli*. *Anais [...] VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 2007.*

SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.

SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

UTCHARIYAKIAT, I. et al. Efficacy of cinnamon bark oil and cinnamaldehyde on anti-multidrug resistant *Pseudomonas aeruginosa* and the synergistic effects in combination with other antimicrobial agents. BMC complementary and alternative medicine, v. 16, n. 1, p. 158, 2016.

VENÂNCIO, A. M. Toxicidade aguda e atividade antinociceptiva do óleo essencial do *Ocimum basilicum* L. (manjeriço), em *Mus musculus* (camundongos). 2006. 108p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2006.

ÓLEO ESSENCIAL DE FRUTOS DE *Hymenaea courbaril* L. (FABACEAE): UM COMPARATIVO ENTRE A CASCA DE FRUTOS VERDES E FRUTOS SECOS

William Cardoso Nunes^{1*}, Lucas Henrique Mendes Vieira², Carlos Henrique Costa Reverte¹, José Gustavo Ramalho Casagrande¹, Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Letras, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: william.cardoso@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) é uma espécie comumente encontrada em regiões de cerrado, no entanto, possui ampla distribuição em todas as regiões do Brasil, por isso é uma espécie amplamente estudada em diversos setores da ciência. Nesse sentido, os óleos essenciais (OEs) dessa espécie têm se tornado uma fonte de rica em recursos biorracionais e para o desenvolvimento de novos produtos na farmacologia, como cosméticos, entre vários outros. Assim identificar e descrever métodos e formas para se obter tais compostos é fundamental. Considerando isso, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE das cascas de frutos verdes e a casca de frutos secos (maduros) de *H. courbaril* coletados de árvores encontradas em região de pastagem na região de Tangará da Serra/MT. Para isto, as cascas de frutos verdes e secos de jatobá foram submetidas à hidrodestilação em triplicatas durante 4 horas. Os resultados desse trabalho apontam que a casca dos frutos secos (maduros) apresentaram rendimento de OE significativamente maior do que as cascas dos frutos verdes, evidenciando que o processo de secagem natural (amadurecimento) dos frutos interfere positivamente no rendimento do óleo essencial dessa espécie.

Palavras-chave: Fabaceae; bioprodutos; rendimento; Jatobá.

INTRODUÇÃO

O gênero *Hymenaea* (Fabaceae) possui 14 espécies conhecidas, e 13 delas se encontram distribuídas pela América Central, América do Sul, oeste das Índias e uma espécie de ocorrência no leste da África (LEE; LANGENHEIM, 1975). A espécie *Hymenaea courbaril* L. está distribuída desde o México até a América do Sul sendo abundante desde a Amazônia brasileira até o estado de São Paulo, onde comumente pode ser encontrada em regiões de matas de terra firme, sobre solos argilosos e em certas várzeas altas, e raramente em campo aberto ou capoeiras (CAMPOS; UCHIDA, 2002; CASTELLEN, 2005).

Esta espécie é popularmente conhecida como burandã, farinha, jataí, jataúba, jatobá-de-anta, jatobá-de-porco, jupiti, árvore-copal-do-Brasil (LORENZI; MATOS, 2002). É considerada uma árvore de grande porte, podendo ultrapassar os 30 m de altura, com frutos em forma de vagens indeiscentes, duros e pardo-escuros, apresentando de 2 a 6 sementes, envoltas por uma farinha comestível de grande valor nutritivo, consumida como alimento tanto pelo homem quanto pelos animais, principalmente roedores (CARVALHO-FILHO et al., 2003; GORCHOV et al., 2004).

Hymenaea courbaril é uma espécie que possui ampla utilização medicinal pelos indígenas e na Amazônia brasileira, também é tradicionalmente utilizada como incenso em rituais (GUARIM-NETO, 1997; CASTELLEN, 2005). Além da utilização medicinal, esta planta, tem uso múltiplo sendo empregada como fonte de alimento, madeira, sombra, adubo e lenha (LORENZI; MATOS, 2002). E segundo Chau Ming et al. (2002), a espécie é conservada espontaneamente por comunidades tradicionais, não por sugestões ou imposição, mas pela percepção de sua importância para a população local.

Além do conhecimento popular, diversos estudos com óleos essenciais (OEs) do jatobá tem gerado informações sobre sua caracterização bioquímica, farmacológica e biológica, como atividades antifúngica, antimicrobiana, antioxidante, larvicida e moluscicida, propiciando sua utilização na agricultura, como bactericidas, fungicidas, antiparasitárias e inseticidas, bem como na indústria farmacêutica, cosmética, medicinal e alimentícia (BAKKALI et al., 2008; SILVA et al., 2015; VOON; BHAT; RUSUL, 2012).

Considerando todas essas informações, o objetivo deste trabalho foi comparar a quantidade de OE extraído das cascas de frutos verdes e a casca de frutos secos (maduros) de *H. courbaril* coletados de árvores encontradas em região de pastagem na região de Tangará da Serra/MT visando conhecer em que estágio de desenvolvimento dos frutos se obtém maior rendimento de óleo essencial para utilização em pesquisas diversas.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos frutos de jatobá para obtenção das cascas dos frutos verdes e secos (maduros) foi realizada no mês de junho de 2020 em árvores da espécie em área de pastagem no município de Tangará da Serra-MT (14°36'01.1"S 57°28'41.0"W - 366 m alt.) (Figura 1). Após a coleta os frutos foram levados ao laboratório do Centro de Pesquisas,

Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, onde foram preparados para este estudo.



Figura 1 – Planta de *Hymenaea courbaril* (A); Frutos verdes e secos (maduros) coletadas (B). (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta dos frutos de jatobá, foram separadas aproximadamente 20 g das cascas frescas e secas (maduras) de *H. courbaril*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa vegetal em relação à base úmida (MV BU) e à base seca (MV BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MV BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MV BS = \frac{(100 - TU) \cdot MV BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE das cascas de frutos verdes e secos (maduros) de *H. courbaril*

Para extração do OE de *H. courbaril*, cascas de frutos verdes e secos (maduros) foram submetidas separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µL de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs obtidos das cascas de frutos verdes e secos (maduros) foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as extrações de OEs das cascas do fruto *in natura* do jatobá, *H. courbaril* foi possível quantificar o rendimento de óleos essenciais de cascas de frutos verdes e secos (maduros). A quantidade de OE produzido em cada grama de matéria seca das cascas de frutos secos e da casca de frutos verdes não apresentou diferença significativa tanto o rendimento por grama de matéria seca (%) (casca seca= $6,59 \pm 0,17 \mu\text{L/g}$; casca verde= $5,74 \pm 0,18 \mu\text{L/g}$), no entanto, observou-se diferença significativa no rendimento total do OE extraído (casca fresca= $467,27 \pm 12,06 \mu\text{L/g}$; casca seca= $342,59 \pm 9,68 \mu\text{L/g}$) (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1 - Análise de variância para o rendimento do óleo essencial (OE) obtido de cascas de frutos verdes e casca de frutos secos (maduros) de jatobá, *H. courbaril*. Tangará da Serra/MT, 2020

Fonte de variação	G.L.	Valores de F	
		Rendimento de OE (%) ($\mu\text{L/g}$ - massa seca)	Rendimento Total de OE ($\mu\text{L}/100 \text{ g}$ da extração)
Tratamentos	1	3.6278 <i>ns</i>	19.5126 *
Resíduo	4	-	-
Valor de P	-	0.1294	0.0115
C.V. (%)	-	8.85	8.54

*significativo a 5% quando aplicado o Teste *t* de Student; *ns*: não significativo.

Fonte: Os autores.

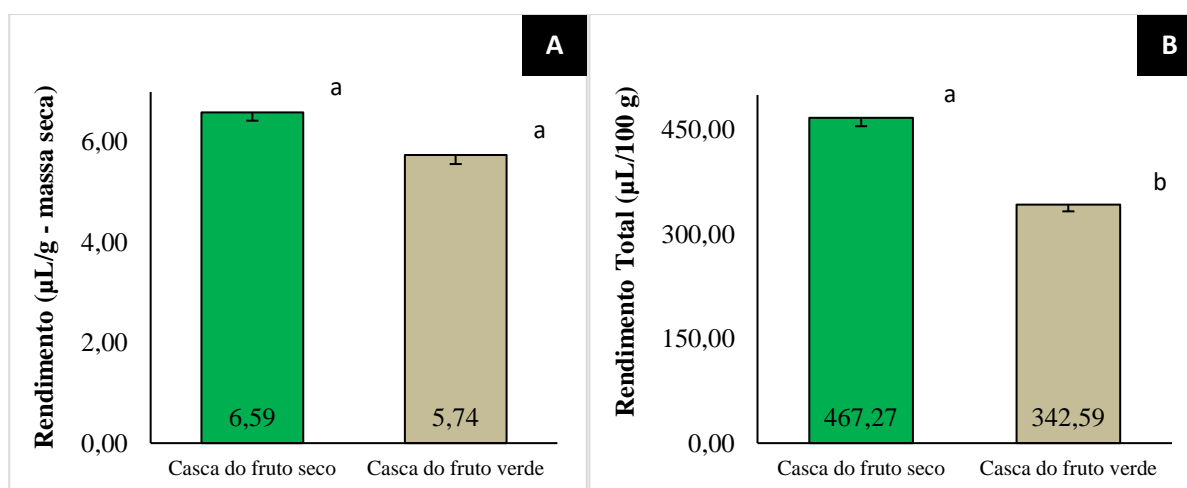


Figura 2 – Comparação do rendimento médio de óleo essencial obtido de cascas de frutos verdes e casca de frutos secos (maduros) de jatobá. A) Rendimento em cada grama de matéria seca ($\% \pm$ erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total \pm erro padrão). (Fonte: Os autores).

Novos estudos sobre o rendimento de OEs de espécies de plantas com interesse econômico, como este realizado com frutos verdes e secos do jatobá, *H. courbaril*, são um passo fundamental para impulsionar desenvolvimento de novas metodologias que propiciem maior viabilidade de extração e otimização no processo de obtenção de compostos importantes. No entanto, é importante ressaltar que o fato das cascas dos frutos secos terem apresentado maior rendimento de OE do que as cascas de frutos verdes, não necessariamente garante que os compostos presentes nesses OE sejam os mesmos. Algumas pesquisas já têm demonstrado, que OEs obtidos de frutos verdes e maduros, além de apresentar rendimentos diferentes, também apresentam composição química totalmente diferente (CLEMENTE, 2006; SANTOS et al., 2019).

Considerando isto, saber a procedência da obtenção do OE em diferentes estágios de desenvolvimento da planta, como os verificados em nosso estudo, podem gerar conhecimento sobre diferentes substâncias sendo encontradas na mesma parte da planta, no entanto, em estágios diferentes de maturação.

CONCLUSÃO

Desta forma, podemos concluir que as cascas dos frutos secos apresentam maior rendimento de óleos essenciais do que cascas dos frutos frescos, tornado esse subproduto da planta (casca dos frutos) uma fonte viável para obtenção de OE de jatobá, principalmente quando se considera que os frutos secos ainda podem ser armazenados por certo período de tempo, agregando ainda mais valor ao produto final obtido dessa matéria-prima.

REFERÊNCIAS

- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CARVALHO-FILHO, J. L. S. et al. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. *Cerne*, Lavras, v.23, n.1, p.109-118, 2003.
- CASTELLEN, M. S. Avaliação do estado de conservação de populações naturais de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por meio de análises de estrutura genética e autocorrelação espacial. 2005. Tese (Doutorado em Ecologia e Agroecossistemas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CLEMENTE, A. D. Composição química e atividade biológica do óleo essencial da pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi). 2006. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 2006.
- GORCHOV, D. L. et al. Dispersal of seeds of *Hymenaea courbaril* (Fabaceae) in a logged rain forest in the Peruvian Amazonian. *Acta amazonica*, Manaus, v.34, n.2, p.251-259, 2004.
- GUARIM-NETO, G. A importância da flora amazônica para uso medicinal. *Horticultura Brasileira*, Brasília, suplemento, v.15, p.159-161, 1997.
- LEE, Y. T.; LANGENHEIN, J. H. Systematics of the genus *Hymenaea* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Detarieae). Berkeley: University of California Press, 1975. 105p.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 512p.
- SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. *Comunicado Técnico - Embrapa*, p. 1- 6. 2004.
- SANTOS, C. T. C. et al. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de frutos verdes e maduros de *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre isolados de *Acinetobacter baumannii* multirresistentes. *Diversitas Journal*, v. 4, n. 1, p. 285-291, 2019.
- SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- SILVA, L. L. et al. Effects of anesthesia with the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. in parameters of fish stress. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 17, n. 2, p. 215-223, 2015.
- VOON, H. C.; BHAT, R.; RUSUL, G. Flower extracts and their essential oils as potential antimicrobial agents for food uses and pharmaceutical applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 11, n. 1, p. 34-55, 2012.

ÓLEO ESSENCIAL DO SALGUEIRO-CHORÃO: UM COMPARATIVO DE RENDIMENTO ENTRE GALHOS E FOLHAS

William Cardoso Nunes^{1*}, Lucas Henrique Mendes Vieira², Carlos Henrique Costa Reverte¹, José Gustavo Ramalho Casagrande¹, Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Letras, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: william.cardoso@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

O gênero *Salix* é composto por mais de 450 espécies de plantas. E devido a sua fácil adaptação pode ser encontrada em todo o mundo, onde as folhas são utilizadas na pecuária de bovinos, a madeira na produção de celulose, e as moléculas fitoquímicas como base de remédios e cosméticos. Assim, ampliar o estudo sobre a espécie é uma forma de agregar e demonstrar ainda mais o potencial da espécie para novos mercados novos. Considerando isso, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE de folhas e galhos do salgueiro, *Salix babylonica* coletados em árvores na região de urbana de Tangará da Serra/MT. Para isto, galhos e folhas foram submetidos à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, em triplicatas de 100 g durante 4 horas. O resultado desse trabalho mostrou que as folhas do salgueiro apresentaram rendimento de OE significativamente maior do que os galhos.

Palavras-chave: Salicaceae; salgueiro; planta melífera. *Salix babylonica* L.

INTRODUÇÃO

O gênero *Salix* contempla mais de 400 espécies de plantas distribuídas principalmente na América do Norte, Europa e China. Esse gênero não é comumente encontrado em regiões tropicais, havendo apenas três espécies nativas das Américas Central e do Sul (ARGUS, 1986). A espécie *Salix babylonica* L. é nativa da Ásia, sendo mais características das regiões mais altas da China na região norte, o e devido a sua beleza e imponência pode ser encontrada em todo o mundo onde possui clima tropical e temperado, sendo comumente utilizado na ornamentação (SALEM et al., 2011).

Segundo Silva (2014), o uso medicinal do salgueiro é descrito desde o início da idade média, há cerca de 3.500 anos, onde era utilizado para tratar febre e náuseas. Este fato propiciou que novos estudos pudessem ser realizados e novas substâncias fossem isoladas e processadas a partir dessa espécie, como por exemplo o ácido acetilsalicílico, principal componente da aspirina, um dos medicamentos mais utilizados na medicina atual.

Biomoléculas extraídas da casca do salgueiro tem se tornado uma fonte de vários estudos, que demonstram o grande potencial desses compostos como tratamento profiláticos de doenças cardiovasculares, febre reumática, constipações, hemorragias, mal de Parkinson, entre outros (SILVA, 2014).

Considerando todas essas informações, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE de folhas e galhos do salgueiro, *Salix babylonica* coletados na região de urbana de Tangará da Serra/MT.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de folhas e galhos do salgueiro, *S. babylonica* foi realizada no mês de outubro de 2020 em plantas da espécie na região de urbana de Tangará da Serra-MT (14°37'13"S - 57°28'59"W - 390 m alt.) (Figura 1). Após a coleta os galhos e folhas foram levados aos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, onde foram preparados para este estudo.



Figura 1 – Árvore de salgueiro, *Salix babylonica* (A) e folhas em detalhe (B). (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta da planta foram separados aproximadamente 20 g de folhas e galhos do salgueiro (*Salix babylonica*) para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa vegetal em relação à base úmida (MV BU) e à base seca (MV BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MV BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MV BS = \frac{(100-TU) \cdot MV BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE de folhas e galhos do salgueiro, *Salix babylonica*

Para extração do OE de *S. babylonica*, folhas e galhos do salgueiro, foram submetidos separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm = Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µl de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA = massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs obtidos foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os OEs extraídos do salgueiro, *S. babylonica* apresentou rendimento médio (%) por grama de matéria seca significativamente diferente entre as partes testadas, com destaque para os OEs obtido das folhas (folhas= 27,02 ± 0,70 µL/g; galhos= 9,07 ± 0,90 µL/g). O mesmo padrão foi observado para o rendimento médio total (folhas= 1005,58 ± 12,06 µL/g; galhos= 392,32 ± 9,68 µL/g) (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1 - Análise de variância para o rendimento do óleo essencial (OE) obtido de folhas e galhos do salgueiro, *Salix babylonica*. Tangará da Serra/MT, 2020

Fonte de variação	G.L.	Valores de F	
		Rendimento de OE (%) (µL/g - massa seca)	Rendimento Total de OE (µL/100 g da extração)
Tratamentos	1	74.4242 **	73.9991 **
Resíduo	4	-	-
Valor de P	-	0.0009	0.0009
C.V. (%)	-	14.12	12.49

**significativo a 1% quando aplicado o Teste *t* de Student. (Fonte: Os autores).

Sabe-se que o teor e a composição química dos OEs são determinados principalmente por caracteres genéticos, mas também devido a outros fatores que podem acarretar alterações significativas na produção dos metabólitos

secundários, como a idade e o estágio de desenvolvimento das plantas, além de fatores climáticos e ambientais (MORAIS, 2009).

Além disso, a parte da planta, a época do ano, a hora do dia, o estágio de desenvolvimento também podem ser fatores que influenciem por exemplo no rendimento do OE de interesse (ANDRADE; CASALI, 1999). Isso explicaria a diferença de rendimento verificada em nosso estudo entre o OEs obtido entre as folhas e os galhos do salgueiro, *S. babylonica*. Assim, tais variações nessas diferentes partes, possivelmente é decorrência da existência de diversas estruturas secretoras que estão distribuídas pela planta de forma heterogênea, o que sugere que existe mais estruturas oleíferas nas folhas do que nos galhos (CUNHA et al., 2009).

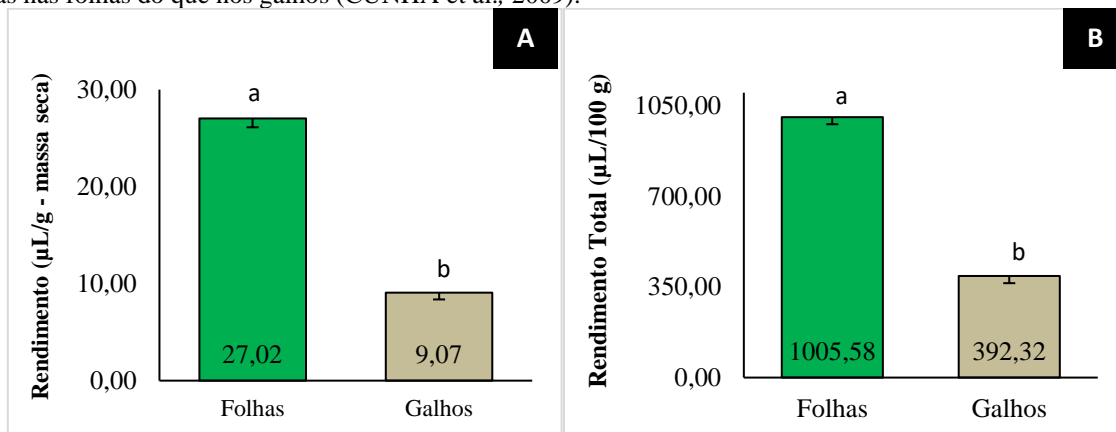


Figura 2 – Comparação do rendimento médio de óleo essencial obtido de folhas e galhos do salgueiro, *Salix babylonica*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca (% ± erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total ± erro padrão). (Fonte: Os autores).

CONCLUSÃO

Com o resultado das análises estatísticas do rendimento dos óleos essenciais de folhas e galhos de *S. babylonica*, pode-se concluir que as folhas produzem maior quantidade de OE, com rendimento total de mais 250% à quantidade obtida dos galhos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. M. C.; CASALI V. W. D. Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1999, 139p.
- ARGUS, G. W. The genus *Salix* (Salicaceae) in the southeastern United States (Systematic botany monographs vol. 9). American Society of Plant Taxonomists, 1986.
- CUNHA, A. P. et al. Fármacos aromáticos (Plantas aromáticas e óleos essenciais). In: Cunha, A. P. d. (ed.) Farmacognosia e Fitoquímica. 2ª ed. Lisboa Fundação Caloust Gulbenkian, 2009. pp.339 - 401.
- MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Horticultura Brasileira, v. 27, p. 4050-4063, 2009.
- SALEM, A. Z. et al. Major chemical constituents of *Leucaena leucocephala* and *Salix babylonica* leaf extracts. Journal of Tropical Agriculture, v. 49, p. 95-98, 2011.
- SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.
- SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- SILVA, A. I. M. Potencial utilização do ácido acetilsalicílico como anticancerígeno. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, 2014.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO-BRANCO, *Ocimum americanum* L. NA REGIÃO DE TANGARÁ DA SERRA/MT

Vanessa Cardoso Nunes^{1*}, Carlos Henrique Costa Reverte¹, José Gustavo Ramalho Casagrande¹, William Cardoso Nunes¹, Lucas Henrique Mendes Vieira², Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Letras, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil

E-mail: cardoso.vanessa@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

A planta *Ocimum americanum* é uma espécie pertencente à família Lamiaceae e comumente conhecida como alfavaca-de-vaqueiro ou manjericão-branco. Essa espécie é originária da África e da Ásia e foi introduzida no continente americano, onde se prolifera em ambientes de clima tropical e temperado. Considerando isto, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento do óleo essencial (OE) de folhas de manjericão-branco, e *O. americanum* de plantas crescidas de forma espontânea em um terreno baldio na região urbana de Tangará da Serra/MT. Para isso, folhas dessa espécie foram coletadas e submetidas separadamente à hidrodestilação em triplicadas de 100 g durante 4 horas. Após a extração dos OEs verificou-se que as folhas apresentaram rendimento médio (%) por grama de matéria seca de 15,44 µL/g e rendimento total médio de 239,67 µL/100 g.

Palavras-chave: Alfavaca; Lamiaceae; eugenol.

INTRODUÇÃO

Ocimum americanum (Lamiaceae) é comumente conhecida como alfavaca-de-vaqueiro ou manjericão-branco. Essa espécie é originária da África e da Ásia, e foi introduzida no continente americano, onde se prolifera em ambientes de clima tropical e temperado. Sendo bastante utilizados em países europeus como condimentos e medicinais devido seus compostos aromáticos (PATON; HARLEY; HARLEY, 1999). No Brasil é encontrada por todo país, onde é usada na medicina natural, na produção de cosméticos e também na culinária, por ser uma erva aromática e com compostos que apresentam eficácia fitoterápica. Nas regiões interioranas é bastante utilizada em chás para cura e prevenção de enfermidades que são causadas por microrganismos, e também na prevenção de doenças que são comumente causadas por bactérias e fungos, já que apresenta compostos inseticidas e fungicidas (SOUZA-FILHO et al., 2009).

O óleo essencial (OE) dessa espécie apresenta potencial antibacteriano, antifúngico e alelopático. A utilização do OE dessa espécie no tratamento de infecções bacterianas no trato bucal tem apresentado resultados satisfatórios (TAVARES, 2016). Além disso, *O. americanum* é uma espécie que apresenta potencial alelopática, e seu OE é estudado na inibição de germinação de plantas daninhas, e no controle de proliferação dessas plantas indesejáveis (SOUZA-FILHO et al., 2009).

Pesquisas desenvolvidas no Egito demonstraram que os compostos presentes no óleo essencial de *O. americanum* foram eficazes no biocontrole de pragas agrícolas como a *Agrotis ipsilon* e *Spodoptera exempta* (SHADIA et al., 2007). Considerando isso, esse trabalho teve como objetivo verificar o rendimento de óleo essencial de folhas do manjericão-branco, *Ocimum americanum*, encontrado em um terreno baldio na região urbana de Tangará da Serra/MT, onde as plantas se desenvolveram de forma espontânea.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das plantas do manjericão-branco, *Ocimum americanum* foi realizada em outubro de 2020 em um terreno baldio localizado na região central do município de Tangará da Serra/MT (14°37'15''S - 57°28'57''W - 388 m) (Figura 1).



Figura 1 – *Ocimum americanum* coletada na região central de Tangará da Serra/MT. (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta da planta, foram separadas aproximadamente 20 g de folhas de *O. americanum*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa vegetal (das folhas e inflorescências frescas) em relação à base úmida (MF BU) e à base seca (MF BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MF BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MFBS = \frac{(100 - TU) \cdot MFBU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE das folhas e inflorescências de *Ocimum americanum*

Para extração do OE de *Ocimum americanum*, folhas foram submetidas separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µL de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento (%) de OE das folhas frescas de *O. americanum* por grama de matéria seca foi de $15,44 \pm 0,39$ µL/g, e com rendimento total médio de $239,67 \pm 6,43$ µL/100 g (Figura 2).

Os estudos de rendimento de OE dessa espécie em diferentes regiões e sob diferentes fatores ainda são incipientes, com isso é importante a realização de pesquisas para análise da quantidade e qualidade de OEs presentes nessa espécie visando o estabelecimento de metodologias que apresentem maior eficácia na obtenção de OEs (FERREIRA et al., 2012), possibilitando além disso, sua utilização em testes laboratoriais, para utilização como fármacos, bioinseticidas e como alimento.

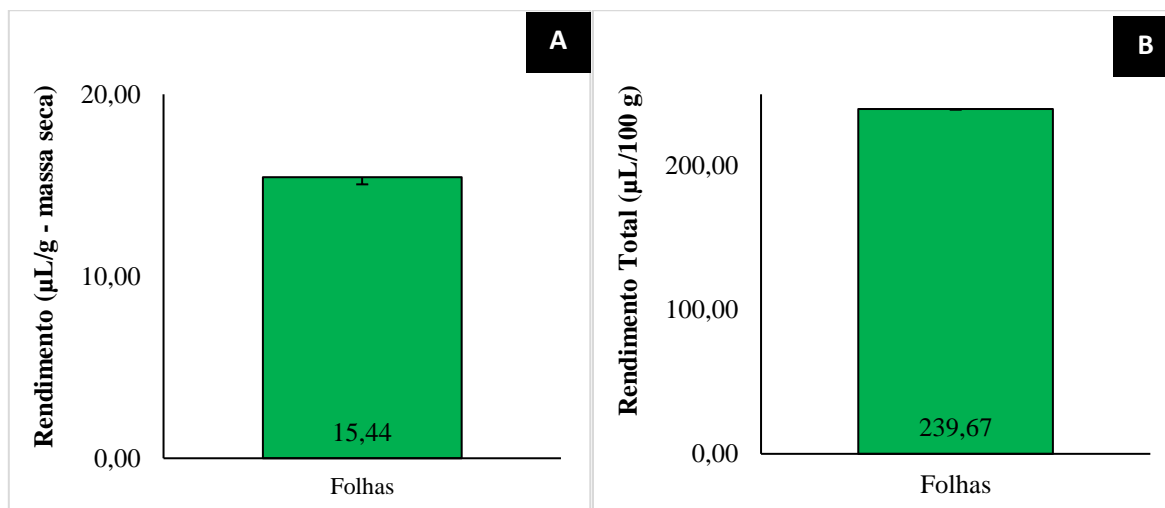


Figura 2 – Rendimento médio (%) de óleo essencial obtido de folhas de *Ocimum americanum*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca (% ± erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total ± erro padrão). (Fonte: Os autores).

Vale ressaltar ainda, que as variáveis de localização geográfica, clima e incidência luminosa são fatores que podem afetar o rendimento dos OEs (VENÂNCIO et al., 2000). Por isso, a relevância de novos estudos em diferentes regiões para que o impacto desses fatores na produção desses óleos seja menor viabilizando a produção para aplicações em estudos de maior escala. Além disso, as extrações permitem analisar compostos que estão presentes nesses óleos e podem determinar aplicações para esses compostos, permitindo seu uso em estudos que buscam alternativas para tornar a agricultura menos poluente, reduzindo a quantidade de compostos químicos sintéticos, o que causa grandes impactos ambientais, além de serem perigosos à saúde humana e animal (MELO et al., 2018).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o rendimento de óleo essencial de *Ocimum americanum* a partir das folhas apresentou bom rendimento (%) por grama de matéria seca com $15,44 \pm 0,39$ µL/g, e rendimento total médio de $239,67 \pm 6,43$ µL/100 g.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, S. D. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 18, n. 1, p. 67-73, 2016.
- MELO, C. R., et al. Toxicity of essential oils of *Lippia gracilis* chemo types and their major compounds on *Diaphaniahy alinata* and non-target species. Crop Protection, v. 104, n. 47-51, 2018.
- PATON, A.; HARLEY, R. M.; HARLEY, M. M. *Ocimum*: uma visão geral da classificação e relações. In: Basil. CRC Press, 1999. p. 11-46.
- SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.
- SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- SHADIA, E. et al. Chemical composition of *Ocimum americanum* essential oil and its biological effects against *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, v. 3, n. 6, p. 740-747, 2007.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- SILVA, L. L. et al. Composição química, atividade antibacteriana in vitro e toxicidade em *Artemia salina* do óleo essencial das inflorescências de *Ocimum gratissimum* L., Lamiaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 5, p. 700-705, 2010.
- SOUZA-FILHO, A. P.S. et al. Atividade potencialmente alelopática do óleo essencial de *Ocimum americanum*. Planta daninha, v. 27, n. 3, p. 499-505, 2009.

TAVARES, A. M. B. Produtos de origem vegetal: uma nova estratégia na prevenção da cárie dentária. 2016, Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas), Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra. 2016.

VENÂNCIO, A. M. Toxicidade aguda e atividade antinociceptiva do óleo essencial do *Ocimum basilicum* L. (manjeriçã), em *Mus musculus* (camundongos). 2006. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2006.

RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE PSEUDOCAULES DE AÇAFRÃO FRESCOS E SECOS EM TEMPERATURA AMBIENTE

Vanessa Cardoso Nunes^{1*}, Willian Cardoso Nunes¹, Lucas Henrique Mendes Vieira², Carlos Henrique Costa Reverte¹, Diones Krinski¹

¹ Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado do Mato Grosso, Curso de Letras, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: cardoso.vanessa@unemat.br

Área: Produtos Naturais

RESUMO

A *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) é popularmente conhecida como açafrão-da-terra, cúrcuma, turmérico, raiz-de-sol, açafrão-da-índia, açafrão e gengibre amarelo. Essa planta cresce formando pequenas touceiras e sua propagação ocorre de forma vegetativa, onde novas plantas surgem a partir da planta principal. Os pseudocaulos do açafrão são amplamente utilizados na medicina popular devido seus compostos serem bioativos e agirem como bactericida, fungicida e antiviral. Além disso, a espécie também é bastante utilizada seca ou *in natura* na culinária, como condimento e corante natural, e na agricultura seu óleo essencial tem sido utilizado para combater fungos que atacam as culturas de solanáceas. Considerando isso, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE de pseudocaulos frescos e secos de açafrão, *C. longa* coletados na região de urbana de Tangará da Serra/MT. Para isto, pseudocaulos frescos e secos de açafrão foram submetidos à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, em triplicatas de 100 g durante 4 horas. O resultado mostrou que o rendimento de OE total dos pseudocaulos secos de *C. longa* foi significativamente maior que o rendimento dos pseudocaulos frescos, embora o rendimento por grama de matéria seca (%) do OE tenha sido maior nos pseudocaulos frescos. Isso evidencia que o processo de secagem natural dos pseudocaulos de açafrão interfere positivamente no rendimento total de óleo essencial dessa espécie.

Palavras-chave: Zingiberaceae; bioprodutos; turmérico. *Curcuma longa* L.

INTRODUÇÃO

A *Curcuma longa* L. conhecida como açafrão-da-terra, cúrcuma, turmérico, raiz-de-sol, açafrão-da-índia, açafrão e gengibre amarelo, pertence à família Zingiberaceae, mesma família do gengibre (MARCHI et al., 2016). É uma planta natural da Índia e do sudeste da Ásia, e foi dispersa em regiões tropicais do mundo durante as grandes navegações, devido sua utilização na culinária e na medicina natural, sendo um dos principais produtos de exportação da Índia e Ásia para a Europa nos séculos passados (ALONSO, 1998). Consequentemente, se espalhou pela América e na década de 80 foi introduzida no Brasil (ALMEIDA, 2006).

As plantas dessa espécie formam pequenas touceiras herbáceas, com grandes folhas em tons de verde claro, atingindo cerca de 1,5 metros de altura. Essa espécie apresenta pseudocaulo subterrâneo e forma rizomas durante seu desenvolvimento, gerando novas plantas por propagação vegetativa que se desenvolvem em solo úmido e argiloso, embora seja capaz de adaptar-se na maioria dos países tropicais (ALONSO, 1998; FERRARI et al., 2016).

A cúrcuma é uma planta utilizada há 6.000 anos pela medicina *Ayurveda*, tradicional na Índia, sendo prescrita na prevenção e controle de distúrbios físicos que incluem: resfriado, comprometimento de vias aéreas, sinusite, infecções bacterianas, alterações hepáticas, diabetes, feridas, reumatismo, anorexia (WANG et al., 2014; ALMEIDA, 2006; ARAÚJO; LEON, 2001). A parte da planta comumente utilizada são as raízes/rizomas (pseudocaulos) que são empregados como corante alimentício, tempero ou condimento alimentar (ALMEIDA, 2006; BARNES; ANDERSON; PHILLIPSON, 2012; WANG et al., 2014). Por isso, os pseudocaulos são as partes utilizadas na medicina e no conhecimento popular, pois é onde se encontra a maioria de seus compostos de interesse (DA SILVA-FILHO, 2009). Além disso, alguns estudos com óleo essencial (OE) de *Curcuma longa*, tem demonstrado ação fungicida (BALBI-PEÑA et al., 2006)

Considerando todas essas informações, este trabalho teve como objetivo comparar o rendimento de OE de pseudocaulos frescos e secos de açafrão, *C. longa* coletados em um terreno baldio na região de urbana de Tangará da Serra/MT, visando verificar se o processo de secagem interfere no rendimento de óleo essencial para utilização em pesquisas diversas.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos pseudocaulos de açafrão, *Curcuma longa* foi realizada no mês de outubro de 2020 em plantas da espécie, em um terreno baldio na região de urbana de Tangará da Serra-MT (14°37'53" S - 57°31'20" W - 400 m alt.) (Figura 1). Após a coleta os pseudocaulos foram levados aos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra-MT, onde foram preparados para este estudo.



Figura 1 – Pseudocaules de *Curcuma longa* frescos (A) e secos (B). (Fonte: Os autores).

Determinação do teor de umidade (TU%)

Para a determinação do teor de umidade, após a coleta dos pseudocaules de açafrão foram separados aproximadamente 20 g de pseudocaules frescos e secos de *C. longa*, para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da fórmula:

$$TU \% = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa úmida}} \cdot 100 \quad (1)$$

A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa vegetal em relação à base úmida (MV BU) e à base seca (MV BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MV BS) foi corrigida através da fórmula:

$$MV BS = \frac{(100 - TU) \cdot MV BU}{100} \quad (2)$$

Extração do OE dos pseudocaules frescos e secos de açafrão, *C. longa*

Para extração do OE de *C. longa*, pseudocaules frescos e secos foram submetidos separadamente à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (SARTOR, 2009). A extração foi realizada em triplicata de 100 g, e o teor e o rendimento do OE extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU) segundo Santos et al. (2004), através da fórmula:

$$TO = \frac{VO}{Bm - \left(\frac{Bm \cdot U}{100}\right)} \cdot 100 \quad (3)$$

onde, TO= Teor de óleo (%); VO= Volume de óleo extraído; Bm= Biomassa aérea vegetal; U= Umidade; e 100= fator de conversão para porcentagem. Essa equação é largamente aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao volume/peso (µl de óleo essencial por 100 g de biomassa seca) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca da parte aérea, conforme a fórmula:

$$RO = TO \cdot MSPA \quad (4)$$

em que, RO= rendimento de óleo essencial produzido; TO= teor de óleo essencial; MSPA= massa seca da parte aérea da planta, g por planta.

Análise estatística

Os dados de rendimento dos OEs obtidos dos pseudocaules frescos e secos foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Na análise empregou-se o teste F para análise de variância e o teste *t* de Student para comparação das médias com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento por grama de matéria seca (%) foi maior nos pseudocaules frescos (seco=17,62 ± 0,22 µL/g; fresco= 21,65 ± 0,70 µL/g), já o rendimento de OE dos pseudocaules secos de *C. longa* foi significativamente maior que o rendimento dos pseudocaules frescos, quanto para o rendimento total do OE extraído (seco=1017,54 ± 4,72 µL 100 g; fresco= 267,92 ± 121,88 µL/100 g) (Tabela 1; Figura 2).

O resultado do rendimento por g de OE (%) sugere que parte do óleo pode ter volatilizado durante a secagem do material, podendo os compostos mais leves do óleo serem perdidos através de oxidação de compostos, mostrando um decréscimo de cerca 18% na quantidade de OE na extração do material seco em temperatura ambiente.

Esse resultado sugere que parte do óleo essencial pode ter volatilizado durante a secagem do material, pois a interação do OE presente no material com o ar por um período prolongado para a secagem pode ocasionar o carreamento de compostos mais leves como já mostrado em alguns estudos, onde a evaporação da água presente nos pseudocaules faz a fração oleosa com menor densidade evaporar juntamente com as moléculas de água (RADÚNZ et al., 2001).

Tabela 1 - Análise de variância para o rendimento do óleo essencial (OE) obtido de pseudocaules frescos e secos de açafrão, *Curcuma longa*. Tangará da Serra/MT, 2020

Fonte de variação	G.L.	Valores de F	
		Rendimento de OE (%) ($\mu\text{L/g}$ - massa seca)	Rendimento Total de OE ($\mu\text{L}/100$ g da extração)
Tratamentos	1	16.6331 *	197.4109 **
Resíduo	4	-	-
Valor de P	-	0.0151	<.0001
C.V. (%)	-	6.17	10.17

*significativo a 5%; **significativo a 1% quando aplicado o Teste *t* de Student; ns: não significativo. (Fonte: Os autores).

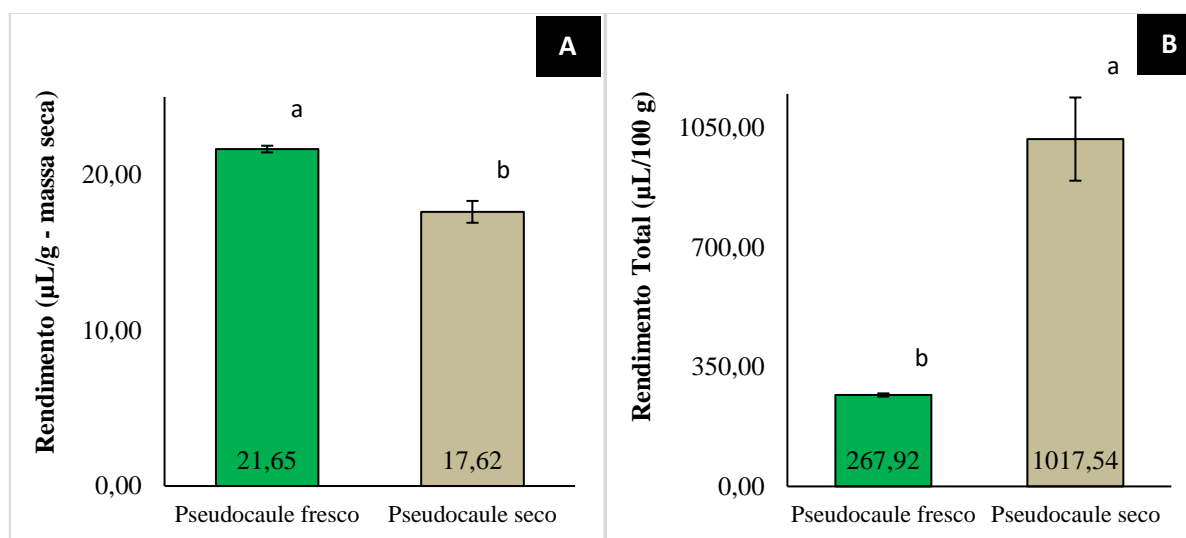


Figura 2 – Comparação do rendimento médio de óleo essencial obtido de pseudocaules frescos e secos de açafrão, *Curcuma longa*. A) Rendimento em cada grama de matéria seca (% \pm erro padrão); B) Rendimento total obtido de 100 gramas de material vegetal usado na extração do óleo essencial (rendimento total \pm erro padrão). (Fonte: Os autores).

Todavia, o processo de secagem do material permite a redução do seu volume através da perda de água, possibilitando obter maiores quantidades de material vegetal no recipiente de extração e assim obter maiores quantidades de OE com menor custo (BRAGA, 2002). O que explicaria a maior rendimento total de OE obtido dos pseudocaules em nosso estudo. Além disso, a secagem das partes vegetais em temperatura ambiente, permite a secagem de quantidades maiores de material sem a necessidade de equipamentos específicos, como estufas, no entanto a secagem em ar ambiente, por ser mais lenta, permite uma maior volatilização dos compostos leves do óleo através de carreamento de moléculas, através das moléculas de água no processo de evaporação, propiciando ainda a oxidação dos compostos do OE durante a secagem, que também pode ser um fator de redução da quantidade de OE (RADÚNZ et al., 2001).

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o rendimento total de OE em material vegetal de *Curcuma longa* seco foi cerca de 350% maior que à quantidade obtida de pseudocaules frescos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P. Caracterização de pigmentos da *Curcuma longa*, L., avaliação da atividade antimicrobiana, morfogênese in vitro na produção de curcuminóides e óleos essenciais. 2006. 120f. Dissertação de Doutorado. Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.

- ALONSO, J. R. Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas. Argentina: Isis, 1998. p. 439 - 444.
- ARAUJO, C. A. C.; LEON, L. L. Biological activities of *Curcuma longa* L. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. v. 96. n. 5, p. 723-728, 2001.
- BARNES, J.; ANDERSON, L. A.; PHILLIPSON, J. D. Fitoterápicos. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. p. 720.
- BRAGA, N. P. Influência da secagem no rendimento e na composição do óleo essencial das folhas de *Eucalyptus citriodora*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Área de Concentração em Engenharia de Processos, Unicamp, Campinas, 2002.
- DA SILVA-FILHO, C. R. M. et al. Avaliação da bioatividade dos extratos de cúrcuma (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae) em *Artemia salina* e *Biomphalaria glabrata*. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 19, n. 4, p. 919-923, 2009.
- DE SOUZA, T. S.; DE OLIVEIRA-FILHO, A. C. Introdução e incentivo da cultura do açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) no município de Cassilândia - MS. Anais do SEMEX, v. 2, n. 2, 2009.
- FERRARI, M. P. S. et al. Espectros luminosos no desenvolvimento de plântulas de *Curcuma longa* cultivadas in vitro. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v. 19, n. 4, p. 247-251, out./dez. 2016.
- FERREIRA, F. D. et al. Inhibitory effect of the essential oil of *Curcuma longa* L. and curcumin on aflatoxin production by *Aspergillus flavus* Link. Food chemistry, v. 136, n. 2, p. 789-793, 2013.
- MARCHI, J. P. et al. *Curcuma longa* L., o açafrão da terra, e seus benefícios medicinais. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, v. 20, n. 3, 2016.
- RADÜNZ, L. L. et al. Efeito da temperatura de secagem na quantidade e qualidade do óleo essencial de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 2001.
- SANTOS, A. S. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.
- SARTOR, R. B. Modelagem, simulação e otimização de unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- WANG, X. et al. Effects of curcuminoids identified in rhizomes of *Curcuma longa* on BACE-1 inhibitory and behavioral activity and lifespan of Alzheimer's disease *Drosophila* models. BMC Complementary and Alternative Medicine, v. 14, p. 88, 2014.

Área:
RECURSOS NATURAIS

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ALOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Plectranthus amboinicus* (LOUR.)

Maiara Cristina Metzdorf da Silva¹, Kelli Évelin Muller Zortéa¹, Eliane Cristina Moreno de Pedri¹, Elisa dos Santos Cardoso¹, Ana Aparecida Bandini Rossi¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado; Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. E-mail: metzdorf_mt@hotmail.com

Área: Recursos Naturais

RESUMO

Alelopátia é capacidade que algumas plantas têm de produzir em suas estruturas substâncias, que quando liberadas no ambiente exercem efeitos benéficos ou danosos em plântulas e sementes no seu entorno. Dentre as substâncias estudadas, são conhecidas mais de 10 mil com potencial alelopático, e a família Lamiaceae destaca-se por apresentar diversas substâncias com esse potencial. Assim, o objetivo do trabalho foi identificar o potencial alelopático de extratos aquosos da *Plectranthus amboinicus* (Lour.). O extrato aquoso foi obtido por trituração das folhas frescas de *P. amboinicus*, nas concentrações 50 mg mL⁻¹, 100 mg mL⁻¹, 200 mg mL⁻¹, 400 mg mL⁻¹, 800 mg mL⁻¹. O potencial alelopático dos extratos foram testados sobre a germinação e desenvolvimento inicial de sementes e plântulas de *Lactuca sativa*. Foram analisadas cinco variáveis: Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG), Porcentagem de Germinação (PG%), Comprimento da Parte Radicular (CPR) e Comprimento da Parte Aérea (CPA). Todos os parâmetros avaliados foram afetados negativamente pelo extrato aquoso triturado de *P. amboinicus*. Os resultados mostram que o extrato triturado de *P. amboinicus* possui potencial alelopático sobre a germinação e desenvolvimento da espécie *L. sativa*.

Palavras-chave: Alelopátia; Lamiaceae; Aleloquímicos.

INTRODUÇÃO

A família Lamiaceae é constituída por 220 gêneros e quatro mil espécies, sendo considerada uma família importante pela etnobotânica de alto valor econômico (GURGEL, 2007; LORENZI, 2002). Dentre as espécies desta família, encontra-se *Plectranthus amboinicus* (Lour.). Trata-se de uma planta herbácea, aromática de altura mediana atingindo cerca de 1 metro de altura, as folhas são suculentas e caule quebradiço (ACOSTA et al. 1998; CASTULLO; GONZALÉS, 1999). É nativa da Ásia e ocorre também na África, Oceania (GURGEL, 2007) e em toda América tropical (HEDGE, 1992).

A espécie é usada na culinária como tempero em massas, saladas e na medicina popular, onde as folhas são usadas no preparo de chás e xaropes para o tratamento da tosse, dor de garganta e bronquite (LORENZI, 2002). A sua importância se destaca pelo uso no tratamento de doenças respiratórias, agindo como expectorante e antimicrobiano e também é usada no tratamento de inflamação no colo do útero e leishmaniose (MATOS, 2002; NOGUEIRA, 2004).

Estudos que avaliam o potencial alelopático de algumas plantas, estão sendo realizados, com a finalidade de desenvolver, produtos livres de resíduos contaminantes que possam ser usados no controle de plantas daninhas nas plantações (GUSMAN, 2012).

Alelopátia é capacidade que algumas plantas têm de produzir em suas estruturas substâncias, quando liberadas no ambiente, exercem efeitos diretos ou indiretos de maneira que pode ser benéfica ou danosa nas plantas e sementes no seu entorno (PIRES; OLIVEIRA, 2011; TEIXEIRA; BONIM, 2014). Essas substâncias são chamadas de aleloquímicos, e auxiliam na manutenção do equilíbrio natural (SILVA; AQUILA, 2005). Dentre as substâncias estudadas, são conhecidas mais de 10 mil com potencial alelopático e a família Lamiaceae destaca-se por apresentar diversas substâncias com esse potencial (AZAMBUJA et al., 2010; HOFFMANN et al., 2007).

Diante do exposto o objetivo do estudo foi avaliar o potencial alelopático do extrato aquosos de *P. amboinicus* em diferentes concentrações, sob sementes de alface.

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal de *P. amboinicus* foi coletado no município de Alta Floresta. O experimento foi realizado no Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular (GenBioMol) do Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional (CEPTAM), na Universidade do estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta.

Para avaliação dos efeitos alelopáticos foi utilizado extrato aquoso obtido por trituração de folhas frescas de *P. amboinicus* (EAT). O EAT foi obtido triturando-se 400g de folhas frescas em liquidificador juntamente com 500 mL de água destilada, representando a concentração de 800 mg mL⁻¹, em seguida o extrato foi coado e diluído para obter as demais concentrações: 50, 100, 200, 400mg mL⁻¹ (Figura 1). Sendo assim, foram estabelecidas cinco concentrações. Como controle negativo utilizou-se água destilada.

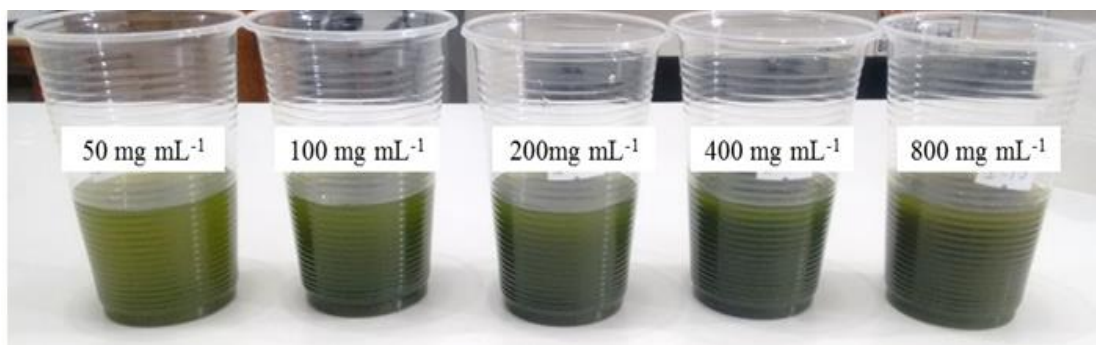


Figura 1. Extrato aquosos triturado (EAT) de *P. amboinicus* utilizados na montagem do bioensaio.

Os organismos-testes utilizados foram sementes de alface (*Lactuca sativa*) da marca F

ELTRIN, germinação 100% com data de análise de 2018, origem Farroupilha-Rio Grande do Sul (RS), adquiridas no comercio local. As sementes foram acondicionadas em caixas gerbox, forradas com duas folhas de papel filtro, previamente autoclavadas, e umedecidas com 15 mL do extrato. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada um dos tratamentos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos (concentrações) e um tratamento controle negativo com 4 repetições cada. O bioensaio foi realizado em câmara de germinação do tipo B. O. D (Demanda Bioquímica de Oxigênio) com temperatura controlada de 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) com fotoperíodo de 12 horas e umidade aproximada de 48% por sete dias.

Por meio de contagem diária das sementes germinadas, foram obtidos o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962), sendo considerada germinada a semente que apresentou, no mínimo, 1,5 mm de radícula, ou seja, 50% do tamanho da semente (FERREIRA; AQUILA, 2000). A avaliação da porcentagem de germinação (PG) foi realizada no 7º dia, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O desenvolvimento inicial das plântulas foi avaliado no 7º dia por meio da mensuração, com auxílio do paquímetro digital, em milímetros (mm), do comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da parte radicular (CPR) de 10 plântulas por repetição, selecionadas aleatoriamente.

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software e Genes (CRUZ, 2013) e em seguida foram ajustadas regressões polinomiais para as concentrações do extrato, com auxílio dos programas SISVAR e Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou que houve diferença estatística significativa entre as concentrações dos extratos para as variáveis IVG, TMG, CPR e CPA, podendo-se verificar que o aumento das concentrações teve relação com a redução das médias apresentadas. Não houve diferença estatística significativa entre as concentrações para a variável PG, no entanto, a germinação ficou abaixo do esperado para a semente de acordo com as especificações do fornecedor, que era de 100%.

Os resultados podem estar vinculados com o método de preparo do extrato (MARQUES, 2005). De acordo com Cardoso et al. (2017) a maneira de preparo do extrato pode fazer com que os metabólitos secundários presentes na planta, apresentem potencial tanto fitoterápico quanto fitotóxico. Sendo assim, ao triturar folhas as frescas, pode ter ocorrido a liberação de substâncias que no meio natural não seriam liberadas (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Tabela 1- Valor de F, coeficiente de variação C.V. (%) e médias para índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio germinação (TMG), porcentagem de germinação (PG%), comprimento da parte radicular (CPR), comprimento da parte aérea (CPA) de *L. sativa* sob efeitos de diferentes concentrações de extrato de *P. amboinicus*

Concentrações	IVG	TMG	PG (%)	CPR	CPA
0 mg ml ⁻¹	35,59	1,31	86,00	19,17	25,46
50 mg ml ⁻¹	34,02	1,51	87,00	28,80	29,62
100 mg ml ⁻¹	30,31	1,69	88,00	24,15	26,52
200 mg ml ⁻¹	27,79	1,54	81,50	18,31	21,19
400 mg ml ⁻¹	22,76	1,95	85,50	10,57	15,78
800 mg ml ⁻¹	13,84	2,49	79,00	3,59	9,19
Valor F	26,10**	13,56**	1,80 ^{ns}	65,00**	24,87**
C.V. (%)	11,53	13,03	6,15	12,99	14,37

Efeito significativo 1% (**) e não significativo (ns).

Os dados observados na Figura 2, mostram que para todas as variáveis analisadas o aumento das concentrações apresentou efeito negativo.

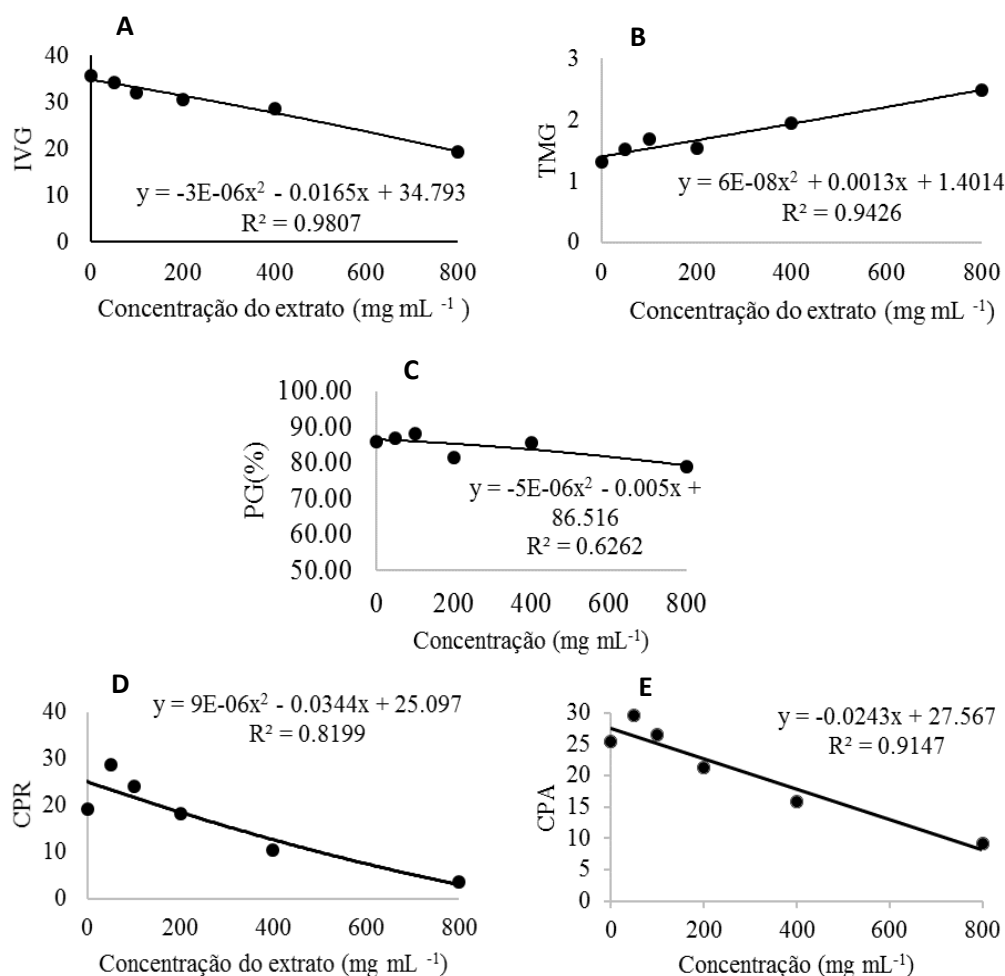


Figura 2 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio Germinação (TMG), Porcentagem de Germinação PG (%), Comprimento da Parte Radicular (CPR), Comprimento da Parte Aérea (CPA), de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso triturado de *P. amboinicus*.

O aumento das concentrações é correspondente com a diminuição do IVG (Figura 2A) e tempo médio de germinação (TMG) é aumentado conforme o aumento das concentrações (Figura 2B). Essa diminuição no IVG foi correspondente a partir da segunda concentração, visto que a primeira é o controle negativo do experimento. Azambuja et al. (2010) e Gusman et al. (2012) ao trabalharem com diferentes concentrações de extratos de *Plectranthus barbatus* obtido por infusão de folhas secas e de *Plectranthus amboinicus*, obtido por trituração de folhas secas apresentaram resultados semelhantes aos alcançados neste estudo para o extrato aquoso triturado de *P. amboinicus*, obtido de folhas frescas.

O IVG de *L. sativa* foi menor na concentração de 800 mg mL^{-1} . A redução do IVG pode indicar a presença de substâncias alelopáticas (LANZONI et al., 2018). O TMG foi mais alto nas concentrações de 400 e 800 mg mL^{-1} e corroboram com os resultados do IVG, onde o tempo médio de germinação aumentou em função da diminuição índice de velocidade de germinação.

Para as variáveis CPR e CPA nas concentrações de 50 e 100 mg mL^{-1} verificou-se um estímulo no desenvolvimento das plântulas, quando comparado ao controle (Figura 2 D e E). Mairesse et al. (2007), ao usarem extratos do falso-boldo na concentração de 25% também observaram estímulo no desenvolvimento de *L. sativa*, indicando prováveis substâncias bioestimulantes.

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, é importante destacar o efeito inibitório de extratos de plantas sobre outras plantas, verificado por meio de ensaios de laboratório. O resultado neste estudo indica que os extratos de *P. amboinicus* possuem compostos químicos úteis para possível controle de plantas invasoras, contudo, deve-se passar por testes e estudos futuros. As espécies vegetais que dispõe de propriedades fitotóxicas ou alelopáticas, têm sido estudadas para produção ou desenvolvimento de herbicidas para combater as plantas daninhas, e dessa forma, a utilização das substâncias alelopáticas contribuem na redução e dependência do controle químico e diminuindo os impactos negativos no meio ambiente (TREZZI et al., 2016; LANZONI et al., 2018).

CONCLUSÃO

As concentrações do extrato aquoso das folhas da *P. amboinicus* inibiram significativamente as variáveis analisadas, evidenciando possíveis efeitos alelopáticos, fazendo com que o desempenho das sementes e plântulas de alface fosse afetado negativamente conforme o aumento das concentrações. Esses resultados indicam a presença de substâncias alelopáticas. O presente estudo demonstra a presença de possíveis propriedades física e química nas concentrações mais elevadas de *P. amboinicus* com potencial para desenvolvimento de herbicida ecologicamente correto, podendo contribuir em futuras pesquisas no desenvolvimento de herbicidas naturais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Agradeço a Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta e Laboratório Didático, por estarem sempre estarem de portas abertas para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, L. M. R.; FUEBTES, V.; RODRÍGUEZ, C. Instructivo técnico del *Plectrathus amboinicus* (Lour.) spreng. Revista Cubana de Plantas Medicinai, v. 3, p. 51-53, 1998.

AZAMBUJA, H.; HOFFMANN, C. E. F.; NEVENS L. A. S. Alelopatia de boldo-miúdo (*Plectranthus aboinicus* Lour Spr – Lamieaceae) na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de picão-preto (*Bidens pilosa* L. – Asteraceae) Congresso de iniciação científica, Resumos Pelotas: PRPGP/UFPEL, 2008.

AZAMBUJA, N. et al. Potencial Alelopático de *Plectranthus barbatus* Andrew na germinação de sementes de *Lactuca Sativa* L. e de *Bidens pilosa*. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 9, n. 1, p. 66-73, 2010.

CARDOSO, E. S. et al. Germinação e desenvolvimento de plântulas da alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes extratos de *Zingiber officinale* roscoe. Centro Científico Conhecer. v. 14, n. 25, p. 737, 2017.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 12, p. 175-204, 2000.

GURGEL, A. P. A. D. A importância de *Plectrathus amboinicus* (Lour.) spreg como alternativa terapêutica – métodos experimentais. 2007. Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

GUSMAN, G. S.; VIEIRA, L. R.; VESTENA, S. Alelopatia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas. Revista Biotemas. v. 25, n. 4, p. 37-48, 2012.

HOFFMANN, C. E. F. et al. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. Revista de Ciências Agroveterinárias. v. 6, n. 1, p. 11-21, 2007.

IGANCI, J. R. V. et al. Efeito dos extratos aquosos de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e o índice mitótico de *Allium cepa* L. Arquivos do Instituto Biológico. v. 73, n. 1, p. 79-82, 2006.

LANZONI, C. L. et al. Efeito alelopático de extratos de *Tetradenia riparia* (hochst.) Codd e *Rosmarinus officinalis* L. sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de rúcula. CES Revista, v. 32, n. 1, p. 38-56, 2018.

LORENZI, H.; Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. v. 1. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MAIRESSE, L. A. S. et al. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). Revista da FZVA, v. 14, n. 2, p. 1-12. 2007.

SILVA, F. M.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de *Dodoneae viscosa* (L.) Jacq. Iheringia, Série Botânica. v. 60, n. 1, p. 91-98, 2005.

TEIXEIRA, D. A., BONIM F. P. G. Efeito alelopático de melissa, capim-cidreira, lavanda e alecrim na germinação e vigor de sementes de alface. Revista Biotemas, v. 27 n. 4, p. 37-42, 2014.

TREZZI, M. M. et al. Allelopathy: driving mechanisms governing its activity in agriculture. Journal of Plant Interactions. v. 11, n. 1, p. 53-60, 2016.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO NA BACIA DO RIO RENATO

Francielli Aloisio Moratelli¹, Marco Aurélio Barbosa Alves², Herculis Nogueira³, Daniela Roberta Borella⁴, Aline Kraeski¹, Adilson Pacheco de Souza^{1,3,4}

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, MT, Brasil. E-mail: francielli.moratelli@gmail.com

²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Seropédica, RJ, Brasil.

³Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, MT, Brasil.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, MT, Brasil.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

O uso inadequado dos solos é uma das principais causas da sua degradação e pode ocasionar a perda de sua qualidade física. Assim, o monitoramento da qualidade do solo por meio de suas propriedades físicas é importante para avaliações do uso e ocupação do solo, pois possibilita diagnosticar as mudanças no ambiente e subsidiar ações adequadas para a conservação dos recursos naturais. O objetivo deste trabalho foi caracterizar os atributos físicos do solo em diferentes usos e ocupação do solo, em distintas regiões da bacia hidrográfica do Rio Renato, afluente do Rio Teles Pires. As avaliações foram realizadas em pontos 24 pontos distribuídos ao longo da nascente, meio e foz da bacia hidrográfica, considerando três tratamentos: Mata nativa (MN), pastagem (PT) e lavoura (LV). Para tanto, foram coletadas amostras de solo indeformadas nas camadas de 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m (com 5 amostras por camada e ponto). Os atributos físicos avaliados foram: densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp) e porosidade total (Pt). Houve diferença significativa dos atributos físicos do solo pela interação tripla entre profundidades (camadas) com uso e ocupação e regiões do rio Renato. Os atributos físicos do solo apresentaram variabilidade espacial nas regiões da bacia do rio Renato, com alterações significativas pela conversão de matas nativas em pastagem e lavoura, indicando a necessidade de adoção de sistemas de produção sustentáveis.

Palavras-chave: Densidade do solo; densidade de partículas; porosidade total; manejo do solo.

INTRODUÇÃO

O solo é um corpo natural formado a partir da interação de fatores e processos de formação, que geram diferentes classes de solos variáveis no espaço, todavia, essas variações devem ser identificadas para subsidiar o planejamento ambiental, sobretudo no contexto das bacias hidrográficas serem as unidades de gerenciamento dos recursos hídricos.

Em bacias hidrográficas, diante de uma necessidade eminente de monitoramento de perdas de recursos naturais ligados a solo, água e a biodiversidade, é indispensável a caracterização dos atributos físicos do solo, pois eles respondem alterações que podem comprometer a qualidade do ecossistema, como a compactação (CASTIONI et al., 2018). Em geral, os principais atributos físicos do solo utilizados em caracterizações são a densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp) (RUEHLMANN et al., 2020), granulometria, resistência mecânica do solo à penetração e a umidade do solo (FU et al., 2019; SOARES et al., 2016).

Dentre os atributos citados, pela relação da densidade do solo com densidade de partículas pode-se obter a porosidade total (PT), que é fundamental para aplicações de manejo de solo e água. A densidade do solo indica a sua densidade aparente visto que considera os espaços vazios, enquanto a Dp, pode ser denotada como a densidade real pois não considera os poros na determinação (SKOPP, 2000), por conseguinte, a porosidade total é o somatório total de poros do solo que pode ser ocupado por água e ou ar (FU et al., 2019).

O uso e ocupação do solo influencia diretamente nos atributos físicos do solo, sobretudo na Ds e Pt. Na literatura existem vários relatos com a alteração na qualidade física do solo em pastagens mal manejadas, com altas taxas de lotação, e em plantios convencionais de monoculturas como soja, milho e algodão, decorrentes no manejo intensivo do solo (ANACHE et al., 2018). Neste sentido, em fronteiras agrícolas como no estado de Mato Grosso, em que a agropecuária é crescente sobretudo na região Amazônica e na transição Cerrado-Amazônia (TOLOI et al., 2019), aumenta-se a necessidade de diagnósticos da situação física dos solos nos seus diferentes usos, incluindo a comparação com áreas de vegetação nativa (matas) e permitindo uma análise mais eficiente dos manejos adotados.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar atributos físicos do solo (densidade do solo e das partículas e a porosidade), em diferentes usos e ocupação do solo, em distintas seções da bacia hidrográfica do rio Renato, afluente da margem direita do rio Teles Pires.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange a bacia hidrográfica do rio Renato, que está localizada nos municípios de Cláudia e Itaúba, região Norte do estado de Mato Grosso (Figura 1). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (clima tropical úmido) com período seco entre maio e setembro (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 25,0 °C, sendo a mínima inferior a 16,0 °C e a máxima maior que 34,0 °C. A precipitação média anual varia em torno de 1.800 mm (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

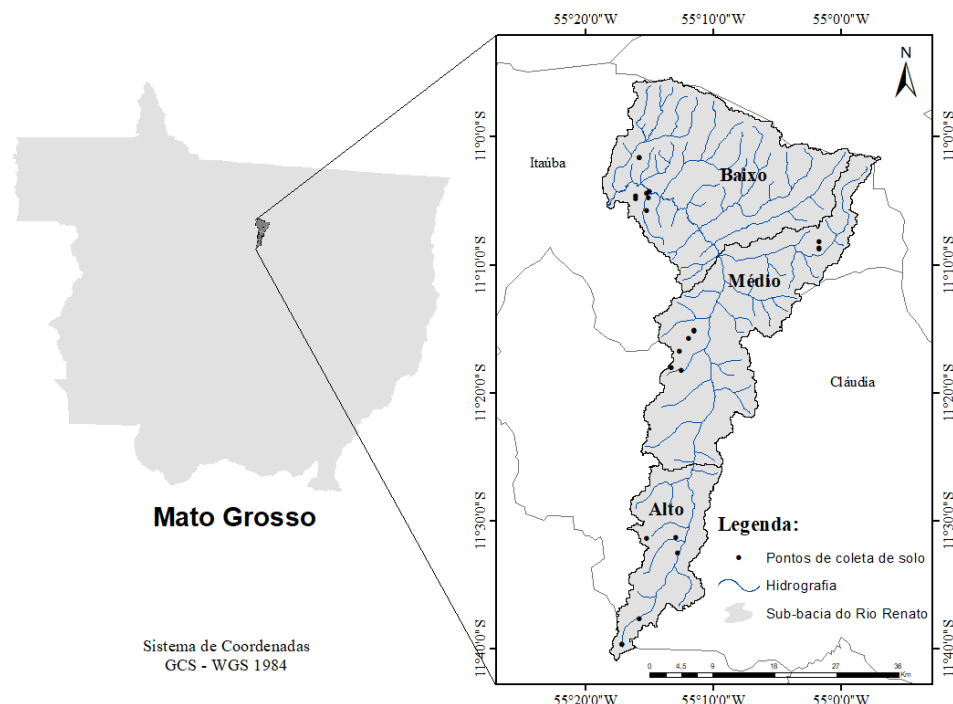


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Renato e pontos de coleta do solo. (Fonte: O autor).

Esta bacia está localizada na transição dos biomas Cerrado-Amazônia, caracterizada como um Ecótono com variabilidade vegetal, pedológica e de uso e ocupação do solo (WENZEL et al., 2017). A bacia hidrográfica do rio Renato apresenta caracterização pedológica com Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos (IBGE, 2009). A geomorfologia é da depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional - trechos planos e colinas com suave a média dissecação, com altitudes que variam entre 200 e 300 m e nos planaltos Residuais do Norte de Mato Grosso – altitudes entre 400 e 600 m (EPE, 2009).

Foram realizadas coletas de amostras deformadas e indeformadas em 24 pontos amostrais (Figura 1), nas camadas de 0,0 a 0,10; 0,10 a 0,20; 0,20 a 0,40 m, e em nove pontos foram coletadas amostras na camada de 0,40 a 0,60 m. As amostras deformadas foram utilizadas para determinação da densidade de partículas e as amostras indeformadas para determinação da densidade do solo. As amostras indeformadas foram secas em estufa a 105 °C e aplicou-se a relação massa e volume (anéis metálicos com 0,05 x 0,05 m – diâmetro x altura) para obtenção da densidade do solo. A densidade de partículas foi obtida pelo método do balão volumétrico (TEIXEIRA et al., 2017).

Os atributos dos solos foram definidos para as seguintes regiões da bacia hidrográfica do rio Renato (Figura 1): nascente (NR), meio (MR) e foz (FR); sendo que em cada seguimento, foram avaliados em três tratamentos: mata nativa (MN), pastagem (PT) e lavoura (LV), com três repetições, compostas por cinco amostras cada (por camada e por ponto de coleta).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com fator 3 x 3 x 3 (uso/ocupação x região da bacia hidrográfica x profundidade). Analisou-se a variância e, quando significativas, as interações foram avaliadas com o teste de Skott-Knot a 5,0 % de probabilidade pelo programa Sisvar 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da ANOVA e teste de médias para caracterização física do solo evidenciaram diferenças significativas entre as profundidades, uso/ocupação e região da bacia hidrográfica (Tabela 1). A densidade do solo apresentou menores valores na região da nascente, enquanto nas demais regiões (MR e FR), a Ds apresentou valores superiores em LV e PT quando comparado com MN. Nota-se ainda, a influência de características intrínsecas advindas na formação pedológica posicional da bacia hidrográfica em função do aumento de DS em MN nas diferentes seções avaliadas.

Tabela 1 – Densidade do solo (g cm^{-3}) da bacia hidrográfica do rio Renato em diferentes profundidades, região da bacia e uso/ocupação do solo

Região	Nascente (Alto)			Médio			Foz (Baixo)		
	LV	PT	MN	LV	PT	MN	LV	PT	MN
0,00-0,10	1,10 Ba ¹	1,18 Ba ¹	1,04 Aa ¹	1,53 Ac ²	1,39 Ab ²	1,24 Aa ²	1,59 Ab ²	1,50 Ab ²	1,21 Aa ²
0,10-0,20	1,07 Ba ¹	1,24 Ba ¹	1,16 Aa ¹	1,59 Ab ²	1,47 Ab ²	1,30 Aa ²	1,57 Ab ²	1,54 Ab ²	1,40 Ba ²
0,20-0,40	1,06 Ba ¹	1,17 Ba ¹	1,20 Aa ¹	1,52 Ab ²	1,46 Ab ²	1,30 Aa ²	1,53 Aa ²	1,48 Aa ²	1,39 Ba ²
0,40-0,60	0,68 Aa ¹	0,76 Aa ¹	1,20 Ab ¹	1,46 Aa ²	1,44 Aa ²	1,37 Aa ¹	1,47 Aa ²	1,53 Aa ²	1,41 Ba ¹

Em que: LV: lavoura, PT: pastagem, MN: mata nativa. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, minúsculas e expoentes numéricos, não diferem entre si na coluna, na linha e em diferentes posições do mesmo uso, respectivamente, pelo teste *Scott-Knott* ($p < 0,05$). (Fonte: O autor).

Apesar dos menores valores de densidade do solo em NR mencionados anteriormente, as camadas subsuperficiais diferiram entre si, com redução de DS na profundidade 0,40-0,60 m nos usos LV e PT, enquanto em MN não foi observado esse comportamento. Destaca-se que em geral, DS apresentou-se homogênea em relação a profundidade em MN nas diferentes regiões da bacia hidrográfica.

Nas seções da MR e FR observou-se diferenças significativas de DS entre os usos LV e PT com MN, principalmente nas camadas superficiais. Nesse caso, compreende-se que solos mais densos e mal manejados potencializam a compactação, como demonstrado pelos valores de 1,53 e 1,59 g cm^{-3} em LV e 1,39 e 1,50 g cm^{-3} em PT, ambos na camada de 0 a 10 cm. Esse efeito pode estar associado a redução da macroporosidade por perturbações externas por pastejo animal e uso de maquinário que promovem compactação (BONETTI et al., 2017). As consequências da compactação do solo são nocivas para o meio ambiente pois causa baixa infiltração, aumento do escoamento superficial e em caso de solos argilosos forma o selamento superficial, conseqüentemente, acelera processos erosivos levando a perdas de solos, água e nutrientes, além de provocar assoreamento de leito de rios e riachos comprometendo a biodiversidade local (BERTOL et al., 2008; RICHART et al., 2005; REICHERT et al., 2007; BORRELLI et al., 2017).

Com relação a densidade de partículas, na literatura considera-se 2,66 g cm^{-3} como um valor padrão para solos minerais, todavia, este valor é variável quando se trata de solos formados a partir de rochas sedimentares e de sedimentos, aliados as variações do manejo e da profundidade. Portanto, a não realização desta importante análise pode induzir erro em diversas aplicações que envolvem os solos. Observou-se menores densidades de partículas nas camadas superficiais (Tabela 2), sendo esse comportamento já esperado em função do maior conteúdo de matéria orgânica de baixa densidade e menor proporção de frações minerais nesta camada (profundidade). Por outro lado, ao comparar as diferentes posições da bacia hidrográfica, percebe-se menores valores de Dp em NR, independentemente do uso e ocupação.

Tabela 2 – Densidade de partículas (g cm^{-3}) da bacia hidrográfica do rio Renato em diferentes profundidades, região da bacia e uso/ocupação do solo

Região	Nascente (Alto)			Médio			Foz (Baixo)		
	LV	PT	MN	LV	PT	MN	LV	PT	MN
0,00-0,10	2,47 Aa ¹	2,57Ab ¹	2,45 Aa ¹	2,72 Aa ²	2,67 Aa ²	2,70 Aa ²	2,75 Aa ²	2,71 Aa ²	2,68 Aa ²
0,10-0,20	2,58 Ba ¹	2,62 Aa ¹	2,68 Ba ¹	2,72 Aa ²	2,75 Ba ²	2,65 Aa ¹	2,70 Aa ²	2,72 Aa ²	2,69 Aa ¹
0,20-0,40	2,58 Ba ¹	2,68 Aa ¹	2,58 Ba ¹	2,76 Aa ²	2,69 Aa ¹	2,73 Aa ²	2,74 Aa ²	2,73 Aa ¹	2,77 Aa ²
0,40-0,60	2,64 Ba ¹	2,62 Aa ¹	2,60 Ba ¹	2,81 Aa ¹	2,80 Ba ¹	2,70 Aa ¹	2,73 Aa ¹	2,74 Aa ¹	2,61 Aa ¹

Em que: LV: lavoura, PT: pastagem, MN: mata nativa. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, minúsculas e expoentes numéricos, não diferem entre si na coluna, na linha e em diferentes posições do mesmo uso, respectivamente, pelo teste *Scott-Knott* ($p < 0,05$). (Fonte: O autor).

Nas observações de campo, foi diagnosticado maior conteúdo de raízes e coloração escura para os solos da região da nascente (Figura 2), mesmo aqueles já convertido em lavoura e pastagem, justificando assim, as menores densidades do volume sólido do solo com maior conteúdo de matéria orgânica; por outro lado, em MR e FR pode ter ocorrido maior deposição de minerais pesados, como quartzo, de forma coluvial e sobretudo aluvial, e conseqüentemente, os solos formados nestas regiões do rio apresentaram maiores densidades de partículas. Esses resultados estão de acordo com Ruehlmann et al. (2020) que estudaram a influência da matéria orgânica na densidade de partícula do solo, e concluíram que solos com maior conteúdo de matéria orgânica apresentam redução na densidade real quando comparados a solos totalmente minerais.



Figura 2 – Variação nas cores dos solos da bacia hidrográfica do rio Renato. Solos de coloração escura da região da nascente (A); Solos Vermelho-Amarelo da região do médio curso (B). (Fonte: O autor).

O efeito da profundidade na porosidade do solo (Tabela 3) foi observado nos sistemas LV e PT, principalmente em maiores profundidades em NR (0,40-0,60 m), na qual, observou-se um aumento significativo de Pt. Esse resultado está relacionado com aumento da densidade de partículas nessa profundidade, mostrando indícios de compactação nas camadas superficiais (0,00- 0,40 m), provavelmente em decorrência de tráfego de máquinas e pisoteio animal (HAMZA; ANDERSON, 2005). Em MR não foram observados efeitos da profundidade e do uso/ocupação na porosidade total, contudo, em FR, sob pastagem, houve aumento de Pt em profundidades intermediárias (0,20-0,40 m).

Tabela 3 – Porosidade total “Pt” ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) da bacia hidrográfica do rio Renato em diferentes profundidades, região da bacia e uso/ocupação do solo

Posição	Nascente (Alto)			Médio			Foz (Baixo)		
	LV	PT	MN	LV	PT	MN	LV	PT	MN
Prof. (m)									
0,00-0,10	0,51 Ba ¹	0,49 Ba ¹	0,53 Aa ¹	0,37 Aa ²	0,41 Aa ²	0,45 Aa ²	0,38 Ab ²	0,38 Bb ²	0,45 Aa ²
0,10-0,20	0,53 Ba ¹	0,46 Ba ¹	0,50 Aa ¹	0,34 Ab ²	0,36 Ab ²	0,45 Aa ¹	0,35 Aa ²	0,37 Ba ²	0,39 Aa ²
0,20-0,40	0,52 Ba ¹	0,49 Ba ¹	0,48 Aa ¹	0,39 Aa ²	0,38 Aa ²	0,44 Aa ¹	0,36 Ab ²	0,38 Ba ¹	0,40 Ab ¹
0,40-0,60	0,63 Aa ¹	0,60 Aa ¹	0,50 Ab ¹	0,42 Aa ²	0,42 Aa ²	0,45 Aa ¹	0,38 Aa ²	0,34 Ba ²	0,37 Aa ¹

Em que: LV: lavoura, PT: pastagem, MN: mata nativa. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, minúsculas e expoentes numéricos, não diferem entre si na coluna, na linha e em diferentes posições do mesmo uso, respectivamente, pelo teste *Scott-Knott* ($p < 0,05$). (Fonte: O autor).

Para a porosidade total, os usos e ocupação do solo em NR não influenciaram em camadas superficiais, visto que apenas em MN na profundidade 40-60 cm que foi obtida redução de Pt ($0,50 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). Nas regiões NR e MR observou-se boa homogeneidade de Pt nas diferentes profundidades de MN, com tendências de redução para os demais usos na bacia hidrográfica. Alterações semelhantes foram observadas por Oliveira et al. (2015), no qual os sistemas de produção associados a manejos intensos dos solos reduzem a Pt quando comparado com áreas nativas. A porosidade total é importante para aeração do solo (macroporosidade), armazenamento de água, retenção de nutriente (microporosidade) entre outras funções vitais para os ecossistemas, portanto, comprometer a porosidade total é reduzir a capacidade que os solos têm de prestar serviços ecossistêmicos além de comprometer o curso dos recursos hídricos em bacias hidrográficas (SINGH et al., 2014). Quando ocorre limitação da infiltração de água no solo por adensamento de partículas a condutividade hidráulica é comprometida e o escoamento é favorecido e conseqüente erosão (LIPIEC et al., 2006).

Em relação a região e uso da bacia, observou-se que em NR, o uso LV apresentou maiores valores de Pt quando comparado com MR e FR, em todas as profundidades, com valores variando entre 0,51 e 0,63 $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. A diminuição da Ds nos solos da nascente aumenta Pt da lavoura nessa região da bacia, uma vez que a Ds é inversamente relacionada com a Pt (LEPSCH, 2011). Tendência semelhante também foi observada na nascente, para a Pt da pastagem nas camadas mais superficiais de 0-10 e 10-20 cm, decorrentes do maior número de raízes nessas camadas. Já o efeito da região da bacia na Pt em MN, foi observado apenas para as camadas superficiais, nos quais os valores em MN foram superiores a LV e PT na camada de 0-10 cm, e inferior na foz da camada de 10-20 cm, quando comparada com as demais posições na bacia.

Neste sentido, em estudos com modelagem de estimativa de perdas de solo por erosão no mundo, Borrelli et al., (2017) concluíram que as principais causas de processos erosivos estão intrinsecamente relacionadas as mudanças no uso das terras, sobretudo conversão de matas nativas para pastagens mal manejadas e preparo de solos agrícolas mal conduzidos que causam compactação e dificulta a dinâmica natural da água no solo, promovendo escoamento superficial.

CONCLUSÕES

Os atributos físicos do solo apresentam variabilidade espacial ao longo da bacia hidrográfica do rio Renato e apresentam alterações decorrentes da conversão de matas nativas em pastagens e lavouras.

Existe uma necessidade eminente de implantação de sistemas de produção agrícola e pecuária com princípios sustentáveis para redução de impactos ambientais, principalmente vinculados ao solo e água.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e Agência Nacional de Águas (ANA), por meio do Processo 88887.144957/2017-00 (Edital Pró-Recursos Hídricos) e pelo Código de Financiamento - 001. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio com as bolsas de iniciação científica e bolsa produtividade (Processo 308784/2019-7).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. S. et al. Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 175, p. 130-138, 2018.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANACHE, J. A. et al. Land use and climate change impacts on runoff and soil erosion at the hillslope scale in the Brazilian Cerrado. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, n. 622, p. 140-151, 2018.

BONETTI, J. A. et al. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservation systems *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 174, p. 104-112, 2017.

BERTOL, I. et al. Escoamento superficial em diferentes sistemas de manejo em um Nitossolo Háplico típico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 243-250, 2008.

BORRELLI, P. et al. An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature communications*, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2017.

CASTIONI, G. A. et al. Soil physical quality response to sugarcane straw removal in Brazil: a multi-approach assessment. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 184, p. 301-309, 2018.

EPE_Empresa de Pesquisa Energética. Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/> Acesso em: 23 de out de 2020. 67p. 2009.

FU, Y.; TIAN, Z.; AMOOZEGAR, A.; HEITMAN, J. Measuring dynamic changes of soil porosity during compaction. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 193, p. 114-121, 2019.

GONÇALVES, A. D. M. A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica no solo pelo método do perfil instantâneo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, p. 1174- 1184, 2013.

HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 82, p. 121-145, 2005.

IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estado do Mato Grosso: pedologia (Mapa exploratório de solos) p1. 2009. <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>>. Acesso em 23 de outubro de 2020.

LEPSCH, I. F. Dezenove lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

LIPIEC, J. et al. Porosidade do solo e infiltração de água influenciada por métodos de preparo do solo. *Soil and Tillage Research*, 89 (2), 210–220, 2006.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.

OLIVEIRA, D. M. S.; LIMA, R. P. de; VERBURG, E. E. J. Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejetos líquidos suíno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 280-285, 2015.

REICHERT, J. M.; L. E. A; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. *Tópicos Ci. Solo*, 5:49-134, 2007.

- RICHART, A. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.
- RUEHLMANN, J. Soil particle density as affected by soil texture and soil organic matter: 1. Partitioning of SOM in conceptual fractions and derivation of a variable SOC to SOM conversion factor. *Geoderma*, Amsterdam, p. 375, e114542, 2020.
- SINGH, B.; CATTLE, SR; FIELD, DJ. Edaphic Soil Science, Introduction to. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 35–58, 2014.
- SKOPP, J. M. Physical properties of primary particles. In: SUMMER, E. C. (Ed.). *Handbook of Soil Science*. Boca Raton: CRC Press, pp. A-3 – A-17, 2000.
- SOARES, M. D. R. et al. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 59, n. 1, p. 9-15, 2016.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.
- TOLOI, M. N. V. et al. Influência do setor agropecuário no desenvolvimento econômico e social dos municípios do estado de Mato Grosso/Brasil. *Agrarian*, Dourados, v. 12, n. 44, p. 237-247, 2019.
- WENZEL, D. A. et al. Características fisiográficas de sub-bacias do Médio e Alto Rio Teles Pires, Mato Grosso. *Revista de Ciências Agroambientais*, Alta Floresta, v. 15, n. 2, p. 123-131, 2018.

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS EM ALTA FLORESTA - MT

Larissa Lemes dos Santos¹, Eliane Cristina Moreno de Pedri¹, Auana Vicente Tiago¹, Mariéllen Schmith Wolf¹, Angelo Gabriel Mendes Cordeiro¹, Ana Aparecida Bandini Rossi¹

¹Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular, Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional. Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. larissalemes97@outlook.com.

Área: Recursos naturais

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como macaxeira e aipim, é considerada a terceira maior fonte de carboidratos nos trópicos, usada na alimentação humana, animal e como matéria prima para agroindústrias de processamento. Sua principal parte é a raiz tuberosa, sendo uma importante matéria-prima que gera serviços e renda. A espécie apresenta adaptação as condições edafoclimáticas e por isso é cultivada em todo território brasileiro, apresentando assim, ampla diversidade genética. Apesar de se adaptar bem e possuir ampla distribuição, é sugerido que se faça uma caracterização entre as distintas etnovariedades existentes para constatar se existem diferenças entre as mandiocas cultivadas no país. Deste modo, objetivou-se neste estudo caracterizar três etnovariedades de mandioca (*Amarela*, *Mandioca de ano* e *Cacau Pinheiro*), cultivadas no município de Alta Floresta-MT, por meio de descritores qualitativos do caule e da raiz. A caracterização morfoagronômica foi realizada aos doze meses após o plantio, utilizando nove descritores qualitativos do caule e dez descritores da raiz, conforme descrito por Fukuda e Guevara (1998) para a espécie *Manihot esculenta*. Os resultados evidenciam que os descritores morfoagronômicos qualitativos foram eficientes na caracterização das etnovariedades evidenciando variabilidade fenotípica entre o material avaliado. As etnovariedades de mandioca *Amarela*, *Mandioca de Ano* e *Cacau Pinheiro*, cultivadas no município de Alta Floresta, Mato Grosso, apresentam variabilidade fenotípica, bem como caracteres desejáveis do ponto de vista agrônomo e comercial, como a polpa amarela, cor externa marrom e poucas ou nenhuma constrição.

Palavras-chave: Caule; Descritores qualitativos; *Manihot esculenta*; Raiz tuberosa.

INTRODUÇÃO

Pertencente à família Euphorbiaceae, que é composta por mais de 1700 espécies, a mandioca (*Manihot esculenta*), também conhecida como macaxeira e aipim no Brasil, é a principal espécie de valor comercial desta família, sendo a única cultivada dentro do gênero *Manihot* (CEBALLOS, 2002; FIALHO; VIEIRA, 2013; LIMA et al., 2018). A mandioca é a mais antiga planta cultivada no Brasil e atualmente a mais disseminada no território brasileiro, que, possivelmente, é o seu local de origem (MORALES, 2015; ZAGO et al., 2017; XAVIER; LIMA, 2020), tanto que, o Brasil é o quinto maior produtor de mandioca (FAO, 2020). Seu cultivo é muito usual em comunidades rurais, pois apresentam importância para segurança alimentar, social, cultural e econômica do Brasil (OLER; AMOROZO, 2017).

Considerada a terceira maior fonte de carboidratos nos trópicos, a mandioca está presente em todos os continentes, usada tanto na alimentação humana quanto na animal e na indústria (ZUFFO; AGUILERA; OLIVEIRA, 2019; RAMOS et al., 2019; XAVIER; LIMA; DE ANDRADE, 2020). Sua principal parte é a raiz tuberosa, nela se concentra a maior quantidade de fécula, sendo uma importante matéria-prima que gera serviços e renda (FIALHO; VIEIRA, 2013; COELHO, 2018). Além do rico conteúdo de energia, a mandioca também é de fácil cultivo, pouca incidência de pragas e doenças, tolerância à seca e flexibilidade de colheita (VENTURINI; SANTOS; OLIVEIRA, 2015).

Esse grande poder de adaptação em diferentes ambientes, pode explicar o fato de a mandioca ser extremamente diversificada, rica em numerosos tipos e variedades, o que representa um incontestável reservatório genético para o mundo (SIVIERO; LESSA; DOS SANTOS, 2019). Apesar de se adaptar bem e possuir ampla distribuição, é sugerido que se faça uma avaliação nas mandiocas para constatar se existem diferenças entre as amostras de mandiocas de diferentes locais (SILVA et al., 2017). A caracterização morfoagronômica da mandioca, por meio de descritores quali e quantitativos, são importantes e necessárias para a seleção de variedades mais adaptadas as regiões específicas e mais estáveis na sua produção (MORETO; MIRANDA; NEUBERT, 2016; TEIXEIRA et al., 2017), sendo uma excelente estratégia para a obtenção de variedades de interesse ainda pouco explorada (SIVIERO; LESSA; DOS SANTOS, 2019).

A caracterização ainda permite a determinação das cultivares com certos atributos similares e identificação de materiais repetidos que receberam nomes diferentes em distintos lugares (CAMPOS et al., 2010), elas assumem características morfológicas próprias como cor do caule e do pecíolo ou a forma das folhas que, muitas vezes, não são considerados pelos agricultores e de certa forma, um mesmo nome quando atribuído a distintas variedades geram confusões (SIVIERO; LESSA; DOS SANTOS, 2019). Diante disso, objetivou-se neste estudo caracterizar três etnovariedades de mandioca, cultivadas no município de Alta Floresta-MT, por meio de descritores qualitativos do caule e da raiz.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido com três etnovarietades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) denominadas de *Amarela*, *Mandioca de ano* e *Cacau Pinheiro*, cultivadas na área rural do município de Alta Floresta - MT. A caracterização morfoagronômica foi realizada aos doze meses após o plantio, utilizando nove descritores qualitativos do caule [Cor dos ramos terminais das plantas adultas (3-verde; 5-verde arroxeadado e 7-roxo); Comprimento das estípulas (3-curtas e 5-longas); Margem das estípulas (1-laciniada e 2-inteira); Hábito de crescimento do caule (1-reto e 2-zig-zag); Comprimento da filotaxia [3-curto (menor que 8cm); 5-médio (de 8-15 cm) e 7-longo (maior que 15 cm); Prominência das cicatrizes foliares (3-sem proeminência e 5-proeminente); Cor externa do caule (3-laranja; 4-verde amarelado; 5-dourado; 6-marrom claro; 7-prateado; 8-cinza e 9-marrom escuro); Cor do córtex do caule (1-amarelo; 2-verde claro e 3-verde escuro); Cor da epiderme do caule (1-creme; 2-marrom claro; 3-marrom escuro e 4-laranja)] e dez descritores qualitativos da raiz [Posição das raízes (1-vertical; 2-horizontal e 3-irregular); Presença de pedúnculo nas raízes (0-séssil; 3-pedunculada e 5-mixto); Condições da raiz (1-poucas ou nenhuma; 2-médias e 3-muitas); Forma da raiz (1-cônica; 2-cônica – cilíndrica; 3-cilíndrica e 4-irregular); Cor externa da raiz (1-branco ou creme; 2-amarela; 3-marrom claro e 4-marrom escuro); Textura da epiderme da raiz (3-lisa e 7-rugosa); Destaque da película da raiz (3-fácil e 4-difícil); Cor do córtex da raiz (1-branco ou creme; 2-amarelo; 3-rosado e 4-roxo); Destaque do córtex da raiz (3-fácil e 7-difícil); Cor da polpa da raiz (1-branca; 2-creme; 3-amarela e 4-rosada)], conforme descritos por Fukuda e Guevara (1998) para a espécie *Manihot esculenta*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que os descritores morfoagronômicos qualitativos foram eficientes na caracterização das etnovarietades evidenciando variabilidade fenotípica entre o material avaliado (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização morfoagronômica das etnovarietades de mandioca *Amarela*, *Mandioca de ano* e *Cacau pinheiro* usando descritores qualitativos do caule e da raiz, segundo Fukuda e Guevara (1998)

Descritores	Amarela	Mandioca de Ano	Cacau Pinheiro
Cor dos ramos terminais de plantas adultas	Verde arroxeadado	Verde	Verde
Comprimento das estípulas	Longas	Longas	Longas
Margem das estípulas	Laciniada	Laciniada	Laciniada
Hábito de crescimento do caule	Reto	Reto	Reto
Comprimento da filotaxia	Médio	Médio	Curto
Prominência das cicatrizes foliares	Proeminente	Sem proeminência	Proeminente
Cor externa do caule	Prateado	Cinza	Prateado
Cor do córtex do caule	Verde escuro	Verde claro	Verde claro
Cor da epiderme do caule	Marrom claro	Marrom claro	Marrom claro
Posição das raízes	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Presença de pedúnculo nas raízes	Mixto	Séssil	Séssil
Condições da raiz	Poucas ou nenhuma	Poucas ou nenhuma	Poucas ou nenhuma
Forma da raiz	Irregular	Irregular	Irregular
Cor externa da raiz	Marrom claro	Marrom claro	Marrom claro
Textura da epiderme da raiz	Rugosa	Rugosa	Rugosa
Destaque da película da raiz	Fácil	Fácil	Fácil
Cor do córtex da raiz	Rosado	Branco ou creme	Branco ou creme
Destaque do córtex da raiz	Mediano	Difícil	Difícil
Cor da polpa da raiz	Amarela	Branca	Branca

Fonte: os autores.

Do total de descritores avaliados, dez descritores não exibiram variação fenotípica entre as etnovarietades de mandioca, sendo assim, todas as três etnovarietades apresentam estípulas longas e laciniadas (Figura 1A), hábito de crescimento do caule reto (Figura 1B), epiderme do caule marrom claro, raízes na posição horizontal, com poucas ou nenhuma constrição e no formato irregular (Figura 1C), cor externa da raiz marrom claro e textura da epiderme rugosa (Figura 1D) e destaque fácil da película da raiz.

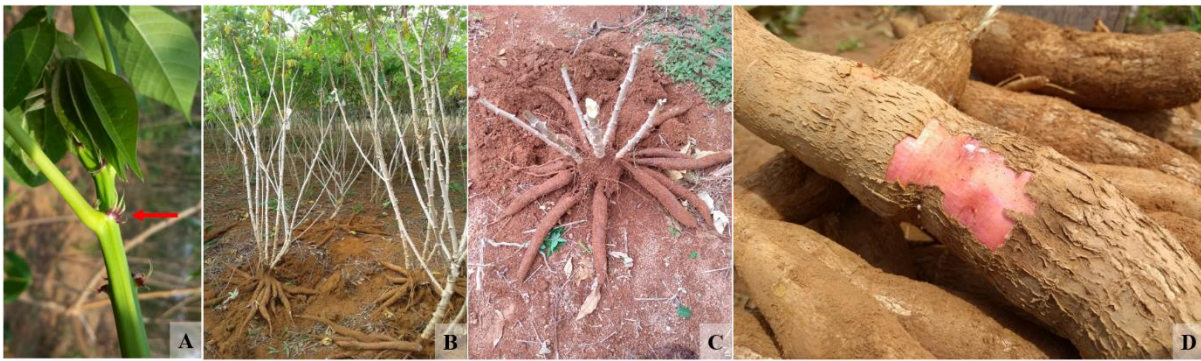


Figura 1 – Características morfoagronômicas detectada nas três etnovariedades de mandioca avaliadas. (A) Estípulas longas e laciniadas; (B) Hábito de crescimento do caule reto; (C) Raízes na posição horizontal, com poucas ou nenhuma constrição e no formato irregular; (D) Cor externa da raiz marrom claro e textura da epiderme rugosa. (Fonte: os autores).

A etnovarietade *Amarela* foi a única a apresentar coloração da polpa da raiz amarela, segundo Fuhrmann et al. (2016), a coloração da polpa da raiz é de grande importância comercial para a mandioca de mesa, uma vez que os agricultores e consumidores têm preferência por cultivares com coloração da polpa amarela, que está diretamente relacionada com a presença de compostos com atividade de pró-vitamina.

Houve predomínio de etnovariedades com cor externa da raiz marrom claro. Resultados semelhantes foram encontrados por Figueiredo et al. (2019), em que mandiocas de cor externa marrom claro foram predominantes em quatro cidades por eles avaliadas no estado do Mato Grosso. Na produção de farinha é preferível utilizar mandiocas com cor externa clara para não “manchar” a farinha (ZANETTI et al., 2019).

A etnovarietade *Amarela* apresentou pedúnculo misto nas raízes e a *Mandioca de ano* e *Cacau Pinheiro* pedúnculos sésseis. As raízes podem ser pedunculadas ou sésseis, sendo características de grande importância econômica, e ainda são úteis na identificação de etnovariedades (ALBUQUERQUE et al., 2009). Além disso, o pedúnculo protege as raízes contra podridão após a colheita, pois é menor a exposição de polpa aos agentes patogênicos (PEREIRA; CARVALHO, 1979).

Para o descritor posição da raiz, as três etnovariedades avaliadas apresentaram posição horizontal, considerada a posição mais comuns dentro da espécie *Manihot esculenta* (RAMOS, 2007), além de que, facilitam no momento da colheita (FIALHO; VIEIRA, 2013). O comprimento da filotaxia foi médio para a *Amarela* e *Mandioca de ano* e curto para a *Cacau Pinheiro*. Segundo Ramos (2007), plantas que apresentam o comprimento de curto a médio possuem maior propensão a produzir estacas melhores para o plantio, uma vez que esse parâmetro é baseado no número de nós e no tamanho das estacas. Quanto às constrições nas raízes, os programas de melhoramento genético objetivam etnovariedades com poucas ou nenhuma constrição e 100% das etnovariedades avaliadas expressaram esse fenótipo desejável (BRITO et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2014; FUHRMANN et al., 2016).

O destaque do córtex foi mediano para *Amarela* e difícil para *Mandioca de Ano* e *Cacau Pinheiro*. A facilidade em destacar o córtex das raízes de mandioca é muitas vezes associada à boa cocção, estes fatores interferem diretamente na parte culinária a partir de suas raízes (PEDRI et al., 2018).

Segundo Silva-Matos et al. (2020), os atributos das raízes são o aspecto mais importante da planta da mandioca. As informações descritas nesse estudo são úteis para compreender as preferências dos agricultores, e assim colaborar na caracterização das etnovariedades de mandioca conservadas nessa região do estado, visto que ações de conservação são importantes em locais tidos como centros de origem e diversidade, que é o caso do estado do Mato Grosso.

CONCLUSÃO

As etnovariedades de mandioca *Amarela*, *Mandioca de Ano* e *Cacau Pinheiro*, cultivadas no município de Alta Floresta, Mato Grosso, apresentam variabilidade fenotípica quanto aos descritores avaliados, sendo estes eficientes na diferenciação das etnovariedades.

As três etnovariedades apresentam caracteres desejáveis do ponto de vista agrônomo e comercial, como raízes com polpa amarela, cor externa marrom e poucas ou nenhuma constrição.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado e ao Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular (GenBioMol) pela oportunidade. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa para a primeira autora.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.A. et al. Caracterização morfológica e agrônômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Pernambuco, v.4, n.4, p.388-394, 2009.

- BRITO, C.L.L. et al. Caracterização de clones de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) por meio de descritores morfológicos em Cândido Sales-Bahia. In: Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso brasileiro de mandioca. CBM: Embrapa, 1 CD-ROM., 2013.
- CAMPOS, A.L. et al. Avaliação de acessos de mandioca do banco de germoplasma da UNEMAT Cáceres – Mato Grosso. Revista Tropical – Ciências Agrárias e Biológicas, Chapadinha, v.4, n.2, p.45, 2010.
- CEBALLOS, H. Taxonomia e morfologia de la Yuca. In: OSPINA, I.A.; CEBALLOS, H (Eds). La Yuca en el tercer milênio, 2002. p. 16-31.
- COÊLHO, J.D. Produção de mandioca – raiz, farinha e fécula. Caderno Setorial ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste). Ano 3, n.44, 2018.
- FAO. Cassava. Statistics Division, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 10 set. 2020.
- FIALHO, J.F.; VIEIRA, E.A. Mandioca no cerrado: orientações técnicas. 2. ed. Brasília: Embrapa Cerrados-Livro técnico (INFOTECA-E), 2013.
- FIGUEREDO, P.E. et al. Diversidade genética de mandiocas na região periurbana de Sinop, Mato Grosso, Brasil. Magistra, Cruz das Almas, v.30, p.143-153, 2019.
- FUHRMANN, E. et al. Caracterização morfológica de clones elite de mandioca de mesa amarelos biofortificados. Magistra, Cruz das Almas, v.28, n.3/4, p.427-438, 2016.
- FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L. Descritores morfológicos e agrônômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1998. p.38.
- LIMA, A.G. et al. Produtividade de mandioca avaliada sobre adubação fosfatada e a adubação de cobertura. PUBVET, Maringá, v.12, p.133, 2018.
- MORALES, C.F.G. Avaliação do desempenho agrônômico e culinário de genótipos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Pelotas, RS e Cruz das Almas, BA. 2015. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.
- MORETO, A.L.; MIRANDA, M.; NEUBERT, E. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de mandioca avaliados no Oeste de Santa Catarina. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.29, n.3, p.60-65, 2016.
- OLER, J.R.L.; AMOROZO, M.C.M. Etnobotânica e conservação *on farm* de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na agricultura de pequena escala no estado de Mato Grosso, Brasil. Interações, Campo Grande, v.18, n.4, p.137-153, 2017.
- PEDRI, E.C.M. et al. Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v.21, 2018
- PEREIRA, S.C.; CARVALHO, D. Botânica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.5, n.59/60, p.31-36, 1979.
- RAMOS, P.A.S. Caracterização Morfológica e Produtiva de nove variedades de mandioca cultivadas no Sudoeste da Bahia. 2007. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- RAMOS, H.H. et al. Análise da divergência genética entre acessos de *Manihot esculenta* (Crantz) via caracteres morfoagronômicos. Nativa, Sinop, v.7, n.1, p.01-05, 2019.
- SILVA-MATOS; R.R.S; OLIVEIRA, P.S.T.; PEREIRA, R.Y.F. Ciências agrárias: conhecimento científicos e técnicos e difusão de tecnologias 3. In: ZANETTI, G.T et al. Caracterização morfológica de mandiocas cultivadas na região periurbana de Sinop, norte do estado do Mato Grosso. Ponta Grossa: Atena editora, 2020. p.230.
- SILVA, R.S. et al. Selection of morphoagronomic descriptors for the characterization of accessions of cassava of the Eastern Brazilian Amazon. Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v.16 n.2, p.1-11, 2017.
- SIVIERO, A.; LESSA, L.S.; DOS SANTOS, R.C. Variedades de mandioca do Acre. Embrapa Acre-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2019.

- TEIXEIRA, P.R.G. et al. Physical-chemical characteristics of sweet cassava varieties. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.12, n.2, p.1981-1997, 2017.
- TEIXEIRA, P.R.G. et al. Características Morfológicas de Quatro Variedades de Mandioca de Mesa Cultivadas em Vitória da Conquista-BA. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, Botucatu, v.10, p.1-8, 2014.
- VENTURINI, M.T.; SANTOS, L.R.; OLIVEIRA, E.J. Development of a diagrammatic scale fo the evaluation of postharvest physiological deterioration in cassava roots. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.50, n.8, p.658-668, 2015.
- XAVIER, A.R.; LIMA, L.A.; DE ANDRADE, F.A. Saberes tradicionais do cultivo da mandioca (*Manihot esculenta*) e a produção de farinha: estudo em Beberibe, Ceará. *Revista Cocar*, Belém, v.14, n.28, p.781-801, 2020.
- ZAGO, B.W. et al. Morphological diversity of cassava accessions of the south-central mesoregion of the State of Mato Grosso, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v.16, n.3, p.1-10, 2017.
- ZANETTI, G.T. et al. Caracterização morfológica de mandiocas crioulas cultivadas em Sinop, Mato Grosso In: II Seminário da Pós-graduação, 1ª. (SEPOS), 2019, Cáceres/MT. Anais... Cáceres/MT: SSTS / PRPPG / UNEMAT, v.1, 2019.
- ZUFFO, A.M.; AGUILERA, J.G.; OLIVEIRA, B.R. Ciência em foco. In: AGUILERA, J.G. et al. (Eds). Caracterização e diversidade genética de germoplasma de mandioca-de-mesa da região urbana de Chapadão do Sul, MS. Nova Xavantina: Pantanal editora, 2019. p.202.

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO DOS SOLOS DA BACIA DO RIO RENATO

Francielli Aloisio Moratelli¹, Matheus Henrique Winter Proença², Fernanda do Amaral Lima², Herculis Nogueira², Rafael de Jesus dos Santos², Frederico Terra de Almeida^{1,2}

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, MT, Brasil. E-mail: francielli.moratelli@gmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, MT, Brasil.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

A condutividade hidráulica expressa o movimento de água no solo e é uma propriedade que representa um papel importante para a compreensão dos processos envolvidos na dinâmica da água no solo, disponibilidade de nutrientes para as plantas, conservação do solo e dos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a condutividade hidráulica em diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Renato, afluente da margem direita do Rio Teles Pires. As avaliações foram realizadas nas regiões da nascente, meio e foz da bacia do rio Renato, considerando três tratamentos: Mata nativa (MN), pastagem (PT) e lavoura (LV). As amostras indeformadas foram coletadas nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m para a determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do permeâmetro de carga constante. Houve diferença significativa por Scott-Knott ($p < 0,05$) para condutividade hidráulica na interação tripla entre profundidades, usos/ocupação e posição na bacia hidrográfica. Os usos e ocupação do solo alteraram a condutividade hidráulica dos solos. As áreas de pastagem e lavoura reduziram a condutividade hidráulica do solo em relação à mata nativa.

Palavras-chave: Permeâmetro de carga constante; infiltração; manejo do solo e água.

INTRODUÇÃO

A condutividade hidráulica é a maneira como água se movimenta no solo (GONÇALVES; LIBARDI 2013), sendo um dos principais atributos do solo a serem levados em consideração para um plano de manejo ambiental de bacias hidrográficas, pois está diretamente relacionada com a velocidade de infiltração de água no solo e consequentemente com o escoamento superficial (BOCUTI et al., 2020). O conhecimento da condutividade hidráulica aliada ao uso e ocupação do solo é indispensável no combate a processos erosivos.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), cerca de um terço das terras agricultáveis do mundo foram removidas nos últimos quarenta anos por erosão, perfazendo em mais de 10 milhões de hectares que estão sendo perdidos (LIU et al., 2017).

Em estudos de bacias hidrográficas com fins conservacionistas é importante monitorar a contribuição de diferentes usos e ocupação do solo para os processos erosivos, visto podem modificar as configurações naturais do sistema hidrológico local e/ou regional (CARVALHO, 2018). Os principais usos e ocupações do solo já estudados em bacias hidrográficas são as pastagens, lavouras, áreas urbanas, estradas carroçais e mata nativa. Na literatura, autores relatam que as pastagem e lavouras com monoculturas mal manejadas são as principais causas de perdas de solos e água em sistemas agropecuários (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1975; ALMEIDA et al., 2018; SONE et al., 2020).

Neste sentido no estado do Mato Grosso, principalmente na região Amazônica e na transição Cerrado-Amazônia, ainda é crescente a conversão de matas nativas em áreas de pastagens para criação extensiva de bovinos, bem como a aberturas de novas áreas para produção de agricultura em larga escala com monoculturas como soja, milho, arroz e algodão. Diante disso, cresce também a necessidade de conhecer os impactos que a implantação destes sistemas produtivos pode estar causando aos recursos naturais, como solo, água e a biodiversidade. Por outro lado, qualquer sistema de manejo pode atingir a sustentabilidade se forem adotadas práticas conservacionistas que visem o manejo sustentável dos recursos naturais para produção agropecuária (ANACHE et al., 2018).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a condutividade hidráulica, em diferentes usos e ocupação do solo ao longo da bacia hidrográfica do rio Renato, afluente da margem direita do rio Teles Pires.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do rio Renato está localizada nos municípios de Cláudia e Itaúba (Figura 1), na região de transição dos biomas Cerrado/Amazônia, que é caracterizada como um Ecótono com elevada variabilidade vegetais, pedológicas e de usos e ocupação do solo (WENZEL et al., 2017). De acordo com a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Aw (tropical quente e úmido), com estação seca entre maio e setembro (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 25 °C, sendo a mínima inferior a 16 °C e a máxima maior que 34°C. A precipitação média anual varia em torno de 1.800 mm (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

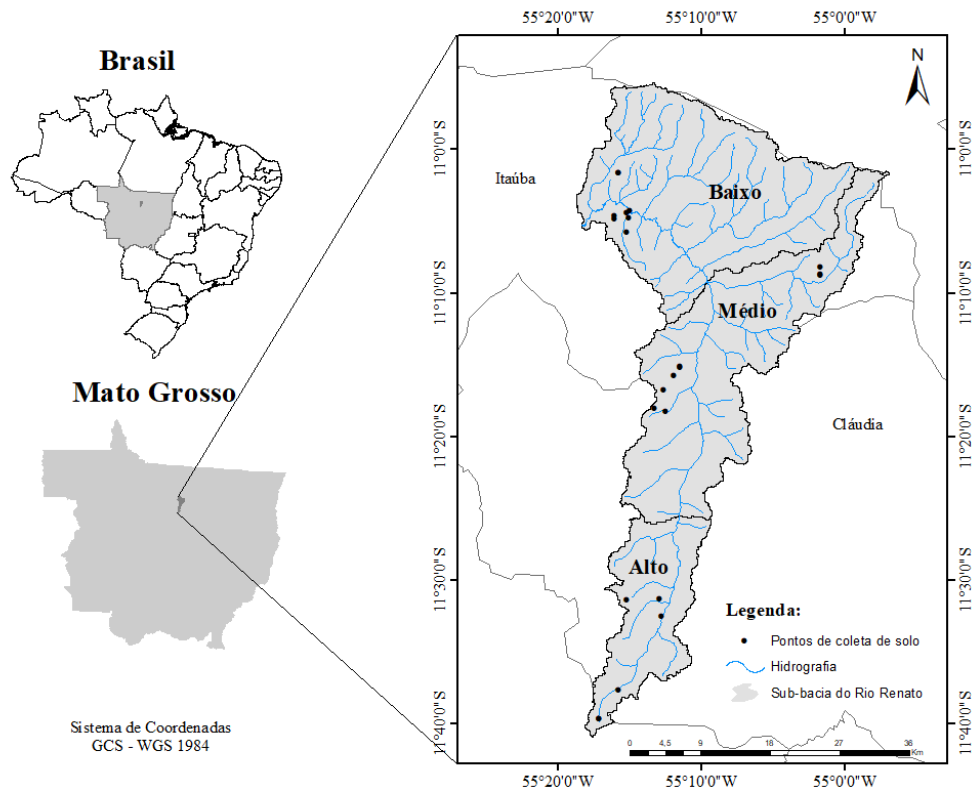


Figura 1 – Localização da bacia do rio Renato e pontos de coleta do solo. (Fonte: O autor).

A bacia do rio Renato apresenta caracterização pedológica com Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos (IBGE, 2009). A geomorfologia é da depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional - trechos planos e colinas com suave a média dissecação, com altitudes que variam entre 200 e 300 m e nos planaltos Residuais do Norte de Mato Grosso – altitudes entre 400 e 600 metros (EPE, 2009).

Foram realizadas coletas de amostras indeformadas com cilindros metálicos de anéis metálicos com 0,07 x 0,05 m – diâmetro x altura, em 24 pontos amostrais nas camadas de 0 a 0,10m; 0,10 a 0,20m; 0,20 a 0,40m; e em nove pontos foram coletadas amostras na camada de 0,40 a 0,60m.

As amostras de solo indeformadas foram saturadas por 24 horas e a condutividade hidráulica do solo saturado foi determinada em laboratório com base na Lei de Darcy em permeâmetro de carga constante (Figura 2) (TEIXEIRA et al., 2017), sendo os valores obtidos pela equação 1. As leituras foram realizadas em intervalo de tempo de 10 minutos, e o volume de água percolado na amostra nessa unidade de tempo foi anotado para cálculo da condutividade hidráulica.

$$K = \left(\frac{Q.L}{A.H.t} \right) \quad (1)$$

Em que: K – condutividade hidráulica, em cm h^{-1} ; Q – volume do percolado, em mL, ou seja, o valor da última leitura quando não há variação entre os valores anteriores, ou a média das duas leituras quando há alguma variação; L – altura do bloco do solo, em cm; H – altura do bloco do solo e da coluna de água, em cm; A – área do cilindro, em cm^2 ; t – tempo de percolação, em horas.



Figura 2 – Amostras de solo em avaliação no permeômetro de carga constante. (Fonte: O autor).

A condutividade hidráulica foi avaliada nas regiões (posição da bacia hidrográfica) da nascente (NR), meio (MR) e foz (FR), sendo considerados três usos/ocupação em cada posição: mata nativa (MN), pastagem (PT) e lavoura (LV) (Figura 3). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, compostas por cinco amostras cada (por camada e por ponto de coleta).



Figura 3 – Diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Renato. Mata nativa (A); lavoura (B); pastagem (C). (Fonte: O autor).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com fator 3 x 3 x 4 (uso/ocupação x região da bacia hidrográfica x profundidades). Analisou-se a variância e, quando significativas, as interações foram avaliadas com o teste de Skott-Knot a 5% de probabilidade com o programa Sisvar 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da ANOVA com as comparações entre médias pelo teste *Scott-Knott* a 5% de probabilidade evidenciaram diferenças significativas para a condutividade hidráulica do solo na interação entre profundidades (camadas), uso/ocupação e posições na bacia hidrográfica do rio Renato (Tabela 1). Os maiores de K ocorreram em áreas de mata nativa, em todas as regiões da bacia hidrográfica, com maiores destaques nas camadas superficiais. Esses resultados indicam influências dos sistemas de manejo como pastagem e lavoura na redução da movimentação de água no solo após conversão das matas nativas.

Tabela 4 – Condutividade hidráulica do solo saturado ($\text{mm}^{-\text{h}}$) em diferentes profundidades, usos do solo e regiões da bacia hidrográfica do Rio Renato, afluente do Rio Teles Pires

Posição	Nascente (Alto)			Médio			Foz (Baixo)		
	LV	PT	MN	LV	PT	MN	LV	PT	MN
,00-0,10	42,8 Ab ¹	53,5 Ab ²	396,6 Ba ²	122,8 Ac ¹	291,4 Ab ¹	631,6 Aa ¹	54,4 Ab ¹	83,0 Bb ²	425,1 Aa ¹
0,10-0,20	40,0 Ab ¹	27,1 Ab ²	592,2 Aa ¹	70,9 Ab ¹	183,3 Ab ¹	502,8 Ba ¹	68,3 Aa ¹	161,1 Aa ¹	87,3 Ba ²
0,20-0,40	57,2 Ab ¹	44,2 Ab ²	390,7 Ba ¹	146,9 Ab ¹	222,1 Ab ¹	401,9 Ba ¹	92,3 Ab ¹	200,3 Aa ¹	67,5 Bb ²
0,40-0,60	36,9 Ab ¹	95,9 Ab ¹	352,4 Ba ¹	186,5 Ab ¹	246,1 Ab ¹	473,6 Ba ¹	72,7 Aa ¹	23,6 Ba ¹	75,7 Ba ²

Em que: LV: lavoura, PT: pastagem, MN: mata nativa. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, minúsculas e expoentes numéricos, não diferem entre si na coluna, na linha e em diferentes posições do mesmo uso, respectivamente, pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). (Fonte: O autor).

Na região da nascente do rio Renato, houve variabilidade de K em profundidade em MN, com destaque para 592,2 mm/h (na camada de 0,10 a 0,20 m); embora muito elevada para camadas subsuperficiais, esse comportamento pode ser justificado por impedimentos como rochas e pedaços de raízes, no anel de coleta na camada de 0 a 0,10m, associados ao adensamento nas camadas abaixo de 0,20m. Nas regiões mediana e foz da bacia hidrográfica, a camada superficial (0 a 10 cm) apresentou maiores valores de K com redução até 40 cm, e posterior aumento entre 40 e 60 cm, sendo esse padrão esperado em função da alta macroporosidade do horizonte superficial, com presença de raízes e ausência de agentes compactadores.

Com relação aos baixos valores de condutividade hidráulica em áreas de pastagem nas camadas de 0 a 0,10 m e de 0,40 a 0,60 m, quando comparados as camadas intermediárias, têm-se que a pastagens em função do pisoteamento, tendem a gerar a compactação dos primeiros 10 centímetros com redução de diâmetros de poros (CARDOSO et al., 2011; LANGE et al., 2019;), enquanto a camada 0,40 a 0,60 m pode apresentar limitação pela proximidade da rocha ou mesmo pela formação de pé de grade (STONE et al., 2002).

Com relação as diferenças entre os usos e ocupação do solo, nota-se que áreas com mata nativa tem maiores valores de K, indicando melhores condições para a movimentação da água no perfil do solo, e conseqüentemente, menores perdas potenciais por erosão hídrica. As áreas de mata nativa além de não ter agentes compactastes como com pisoteio animal e mecanização agrícola, tem aporte de matéria orgânica na superfície com horizonte superficial preservado, que associado a maior presença de microrganismos edáficos aumentam a macroporosidade do solo. Outro componente importante de matas nativas que propiciam maior velocidade de infiltração da água é o sistema radicular, que em algumas espécies alcançam grandes profundidades e formam canais para passagem da água. Esses resultados estão de acordo com Cardoso et al. (2011) que observaram redução de diâmetro dos poros de mata nativa para áreas manejadas no estado do Mato Grosso.

Por outro lado, as posições também se diferenciaram, com maiores diferenças em MN na região da foz do Rio Renato. Esse comportamento de baixas condutividades, com exceção na camada superficial, inclusive menores do em áreas de pastagem, devem-se a presença de materiais rochosos nos pontos de coleta, associados a áreas com manejo florestal recente. A bacia do rio Renato se encontra em um ecótono com transição de biomas, o que pode justificar também mudanças nas características intrínsecas do solo na região da foz, com relevo mais ondulado quando comparado com a região da nascente e forte presença de cascalhos. De acordo com Guimarães et al. (2020), assim como o manejo, a mineralogia da região também tem forte influência sobre os processos hídricos do solo. Neste sentido, Bocuti et al, (2020) também encontram, valores de condutividade em pastagem maior que em regiões de cerrado nativo no Mato Grosso.

CONCLUSÕES

Os diferentes usos e ocupação do solo interferem na condutividade hidráulica dos solos na bacia hidrográfica do rio Renato.

Áreas de pastagem e lavoura, apresentam redução da condutividade hidráulica do solo quando comparadas com áreas de mata nativa.

Além dos diferentes usos do solo, as variações da profundidade e regiões do rio Renato influenciam na condutividade hidráulica dos solos.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e Agência Nacional de Águas (ANA), por meio do Processo 88887.144957/2017-00 (Edital Pró-Recursos Hídricos) e pelo Código de Financiamento - 001. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio com as bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. S. et al. Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. *Soil and Tillage Research*, v.175, p.130-138, 2018.

ANACHE, J. A. et al. Land use and climate change impacts on runoff and soil erosion at the hillslope scale in the Brazilian Cerrado. *Science of the Total Environment*, n. 622, p. 140-151, 2018.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JÚNIOR, R. Equação de perdas de solo. Campinas, SP: Instituto Agrônomo. 25 p. (Boletim Técnico, 21). 1975.

BOCUTI, E. D. et al. Effective hydraulic conductivity and its relationship with the other attributes of Cerrado soils. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, n. 6, p. 357-363, 2020.

CARDOSO, E. L. et al. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 2, 613-622. 2011.

- CARVALHO, F. Abstração inicial e valores CN em diferentes usos da terra no Cerrado com utilização de um simulador de chuva. 2018. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- EPE_Empresa de pesquisa energética. Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/>. Acesso em 23 de out de 2020. 67p. 2009.
- GONÇALVES, A. D. M. A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica no solo pelo método do perfil instantâneo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p. 1174- 1184, 2013.
- GUIMARÃES, R. M.; BENATTI, J. C. B.; FERREIRA, R. T. L. Análise físico-química e mineralógica de um solo de Sinop-MT, puro e com adição de bentonita. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 21974-21987, 2020.
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estado do Mato Grosso: pedologia (Mapa exploratório de solos) p1. 2009. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>. Acesso em: 23 de out de 2020.
- LANGE, A. et al. Degradação do solo e pecuária extensiva no norte de Mato Grosso. *NATIVA*, v. 7, p. 642, 2019.
- LIU, R. et al. Impacts of manure application on SWAT model outputs in the Xiangxi River watershed. *Journal of Hydrology*, v. 555, p. 479-488, 2017.
- MARQUES, J. D. et al. Avaliação da condutividade hidráulica do solo saturada utilizando dois métodos de laboratório numa toposequência com diferentes coberturas vegetais no Baixo Amazonas. *Acta Amazônica*, v. 38, n., p. 193-206, 2008.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 206p. 2007.
- SONE, J. S. et al. Effects of Nitrogen fertilization and stocking rates on soil erosion and water infiltration in a Brazilian Cerrado farm. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 304, e107159, 2020.
- STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 2, p.207-212, 2002.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Embrapa. 573p. 2017.
- WENZEL, D. A. et al. Características fisiográficas de sub-bacias do Médio e Alto Rio Teles Pires, Mato Grosso. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 15, n. 2, p. 123-131, 2018.

DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA POR MEIO DE DESCRITORES FENOTÍPICOS FOLIARES

Mariéllen Schmith Wolf¹, Eliane Cristina Moreno de Pedri¹, Larissa Lemes dos Santos¹, Auana Vicente Tiago¹, Ana Aparecida Bandini Rossi¹

¹ Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular. Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional. Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. mariellen.wolf.5@gmail.com

Área: Recursos Naturais.

RESUMO

A Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em todo território brasileiro e apresenta uma ampla diversidade genética, devido sua fácil adaptação a diferentes regiões, climas e solos. Objetivou-se neste estudo caracterizar 20 etnovariedades de mandioca cultivadas no norte do Estado de Mato Grosso, por meio de descritores fenotípicos foliares. As etnovariedades foram coletadas nos municípios de Lucas do Rio Verde e Sorriso e, em seguida, plantadas no município de Alta Floresta – MT, para posteriores avaliações. Na caracterização foram utilizados sete descritores fenotípicos foliares apresentados para a espécie. Os dados qualitativos foram submetidos à análise de diversidade genética pelo procedimento para dados multicategóricos, múltiplas classes, do programa Genes e para representar a diversidade existente entre as etnovariedades foram utilizados os métodos de agrupamento de Otimização de Tocher e hierárquico UPGMA. A partir dos resultados obtidos constata-se variação fenotípica entre as etnovariedades de mandioca avaliadas. O método de Tocher foi concordante com o UPGMA em dividir as etnovariedades de mandioca em quatro grupos genéticos, além de isolar a etnovarietade *Amarela* 04 (LCA04), na qual destacou-se com maior diversidade entre o germoplasma para os descritores foliares avaliados. Portanto, há diversidade genética entre as etnovariedades de mandioca cultivadas no norte do estado de Mato Grosso, quanto aos descritores fenotípicos avaliados.

Palavras-chave: Macaxeira; *Manihot esculenta*; Métodos de agrupamento; Parte aérea.

INTRODUÇÃO

A espécie *Manihot esculenta* Crantz, conhecida popularmente como mandioca, macaxeira e aipim, é um arbusto pertencente à família das Euphorbiaceae, originária da América do Sul e cultivada em todo o território brasileiro (EMBRAPA, 2018). As raízes da planta da mandioca são ricas em amido, que é uma matéria prima muito utilizada para a alimentação de milhões de pessoas ao redor do mundo, além disso possui relevância na fabricação de vários produtos derivados (GONÇALVES et al., 2019).

Além das raízes, principal produto econômico da espécie, a parte aérea da mandioca apresenta valor nutricional, contendo proteínas, carboidratos e vitaminas, podendo ser utilizada tanto na alimentação humana como animal. As folhas da mandioca são simples, alternadas, lobadas, com pecíolos longos e coloração diversificada (verde escuro, verde claro, vermelho e roxo), e, geralmente, podem apresentar variações em sua composição, conforme a etnovarietade, clima, idade e fertilidade do solo (BARBIERO, 2018; JUNIOR et al., 2018).

A mandioca é uma cultura que apresenta uma ampla diversidade genética, por ser uma planta alógama, bastante heterozigótica e de fácil domesticação, pode originar uma variação de novos genótipos que são capazes de adaptar-se a diferentes regiões e climas, sendo assim cultivada em diversos países (VENTURINI et al., 2016; AFONSO et al., 2020). Para que essa variabilidade genética seja conservada é necessário que o germoplasma seja caracterizado e uma das ferramentas que podem ser utilizadas na caracterização das distintas etnovariedades existentes nas roças dos agricultores são os descritores morfológicos (TIAGO et al., 2016).

Os descritores morfológicos permitem identificar e diferenciar facilmente todas as características das etnovariedades, ainda em campo (FUKUDA; GUEVARA, 1998). Essas informações tendem a ampliar as relações entre as etnovariedades, contribuindo no desenvolvimento de cultivares mais desejáveis e favorecendo a preservação desses recursos para a possível utilização do material em programas de melhoramento genético (CÂMARA et al., 2017). Diante disso, objetivou-se neste estudo caracterizar 20 etnovariedades de mandioca cultivadas no norte do Estado de Mato Grosso, por meio de descritores fenotípicos foliares.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 20 etnovariedades de mandioca cultivadas em dois municípios [Lucas do Rio Verde (LCA) e Sorriso (SOR)] localizados no norte do Estado de Mato Grosso, Brasil (Tabela 1). As etnovariedades foram coletadas nesses municípios e, em seguida, plantadas no município de Alta Floresta – MT, para multiplicação e posteriores avaliações.

Na caracterização, foram utilizados sete descritores fenotípicos foliares descritos por Fukuda e Guevara (1998), sendo: Cor da folha apical (CFA); Cor da folha desenvolvida (CFD); Cor da nervura (CN); Forma do lóbulo (FL); Sinuosidade do lóbulo foliar (SLF); Cor do pecíolo (CPE) e Posição do pecíolo (PPE).

Tabela 1- Etnovariiedades de mandioca cultivadas nos municípios de Lucas do Rio Verde (LCA) e Sorriso (SOR), região norte do Estado de Mato Grosso, Brasil

Sigla	Etnovariiedades	Sigla	Etnovariiedades
LCA01	Amarela 01	SOR01	Mandioca pão
LCA02	Amarela 02	SOR02	Mandioca de fritar
LCA03	Amarela 03	SOR03	Capelari
LCA04	Amarela 04	SOR04	Amarela 01
LCA05	Branca 01	SOR05	Amarela 02
LCA06	Branca 02	SOR06	Branca
LCA07	Folha roxa	SOR07	Liberata
LCA08	Mandioca de fritar	SOR08	Amarela alta
LCA09	Talo roxo	SOR09	Cacau
LCA10	Mandioca de 10 meses	SOR10	Amarelinha

Fonte: Os autores.

Os dados qualitativos foram submetidos à análise de diversidade genética pelo procedimento para dados multicategóricos, múltiplas classes, do programa Genes. Nessa metodologia obtém-se um índice, onde são considerados vários descritores simultaneamente, sendo que cada descritor pode apresentar uma ou mais classes fenotípicas (CRUZ, 2006).

Os métodos de agrupamento Otimização de Tocher (RAO, 1952) e UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) foram utilizados para representar a diversidade existente entre as etnovariiedades. O dendrograma foi submetido ao ponto de corte proposto por Mojena (1977). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Genes v.2019.89 (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da avaliação realizada com os sete descritores fenotípicos foliares, foi constatado diferenças morfológicas entre as etnovariiedades de mandioca cultivadas no Estado de Mato Grosso. O dendrograma gerado pelo método de agrupamento UPGMA, com ponto de corte a 92%, formou quatro grupos genéticos entre as 20 etnovariiedades de mandioca (Figura 1).

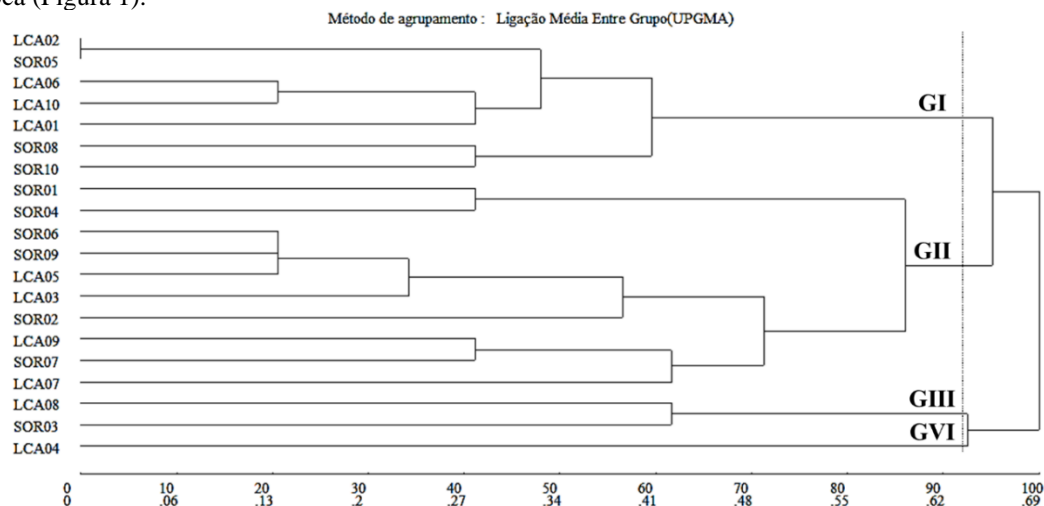


Figura 1. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 20 etnovariiedades de mandioca obtido pelo método UPGMA, com base em sete descritores fenotípicos foliares. Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC) = 0,72. (Fonte: Os autores).

O grupo I (GI) reuniu 35% das etnovariiedades de mandioca que apresentam padrão fenotípico semelhante, sendo a cor da folha apical verde arroxeadado e pecíolo vermelho esverdeado as características que mais contribuíram para a junção dessas etnovariiedades no dendrograma. O grupo II (GII) foi o mais numeroso e reuniu 50% das etnovariiedades, sendo que a cor da folha desenvolvida verde escuro a característica que contribuiu para a união dessas etnovariiedades no grupo.

O grupo III (GIII) agrupou duas etnovariiedades, LCA08 e SOR03, sendo a cor da folha desenvolvida verde claro, forma do lóbulo foliar elíptica-lanceolada, lóbulo foliar sinuoso e pecíolo verde os descritores que mais contribuíram para a junção dessas etnovariiedades.

O grupo IV (GIV) foi composto pela etnovarietade *Amarela 04* (LCA04) coletada no município de Lucas do Rio Verde, sendo, portanto, considerada a mais dissimilar entre o material avaliado. Essa etnovarietade apresenta folha apical verde claro, nervura verde avermelhado em menos de metade, forma do lóbulo foliar elíptica-lanceolada, lóbulo foliar sinuoso e pecíolo verde e inclinado para cima.

Analisando o dendrograma gerado é possível observar que os grupos I e II foram os mais numerosos. De acordo com Figueredo et al. (2019), é normal que o maior número de genótipos esteja exibido nos primeiros grupos e os acessos agrupados isoladamente esteja nos outros grupos, possibilitando assim a identificação de acessos geneticamente dissimilares.

De acordo com Rohlf (1970), valores do Coeficiente de Correlação Cofenético (CCC) acima de 0,70 indicam adequação do método de agrupamento. Sendo assim, o método de agrupamento UPGMA foi adequado no agrupamento das etnovarietades avaliadas, já que apresentou valor de 0,72.

O método de Otimização de Tocher foi concordante com o UPGMA em dividir as etnovarietades de mandioca em quatro grupos geneticamente distintos (Tabela 2), além de isolar a etnovarietade LCA04. Resultados semelhantes foram reportados por Giles (2017), em estudo com genótipos de *Manihot esculenta*, onde os dois métodos de agrupamento utilizados (UPGMA e Tocher) foram condizentes na formação dos grupos. Portanto, ambos os métodos foram eficientes em detectar a diversidade genética existente entre as etnovarietades de mandioca, com base nos descritores avaliados na espécie *Manihot esculenta*.

Tabela 2 – Representação do agrupamento gerado pelo método de Otimização de Tocher, estimada a partir de sete caracteres morfológicos qualitativos foliares, envolvendo 20 etnovarietades de mandioca

GRUPOS	ETNOVARIETADES
I	LCA02 SOR05 LCA01 LCA06 LCA10 SOR08 SOR10 LCA07
II	LCA03 SOR09 LCA05 SOR06 SOR02 LCA09 SOR07 SOR01 SOR04
III	LCA08 SOR03
IV	LCA04

Fonte: Os autores.

Os diversos dados adquiridos a partir do estudo individual com os descritores morfológicos, podem confundir a interpretação dos resultados na caracterização do germoplasma (PINTO, 2017). Dessa forma, para que tenha maior confiabilidade da existência da diversidade genética entre as etnovarietades, é importante a utilização de análises conjunta de métodos de agrupamento, como por exemplo os de otimização e os hierárquicos que são os mais utilizados para as análises da divergência genética (ROCHA et al., 2010; CRUZ et al., 2014).

CONCLUSÃO

Há diversidade genética entre as etnovarietades de mandioca cultivadas no norte do estado de Mato Grosso, quanto aos descritores fenotípicos avaliados.

A etnovarietade *Amarela 04* (LCA04), cultivada no município de Lucas do Rio Verde, destaca-se com maior diversidade entre o germoplasma avaliado para os descritores fenotípicos foliares.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, pela concessão de bolsa PROBIC para primeira autora e ao Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular (GenBioMol) pela oportunidade e desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

AFONSO, S.D.J.; ALFREDO, T.J.D.C.; SERRANO, L.R.P. Diversidade genética em variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) nas condições agroecológicas de Malanje (original). Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local, v.4, p.527-540, 2020. Disponível em: <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/1611>. Acesso em: 15 out. 2020.

BARBIERO, N. Z. Variabilidade genética de genótipos de mandioca no Estado do Espírito Santo. 2018. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/7852>. Acesso em: 15 out. 2020.

CÂMARA, T. M. M. et al. Caracterização e diferenciação de acessos de cana-de-açúcar e espécies relacionadas por meio de descritores morfológicos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2017, Natal. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais de congresso (ALICE). Desenvolvimento do campo: a ciência e tecnologia a serviço da sustentabilidade: anais. Natal: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1087864/1/CARACTERIZACAOEDIFERENCIACAODEACESSO>

SDECANADEACUCAREESPECIESRELACIONADASPORMEIODEDESCRITORESMORFOLOGICOS.pdf.

Acesso em: 15 out. 2020.

CRUZ, C.D. Programa Genes: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 285p, 2006.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. rev. ampl. Viçosa: Ed. da UFV, 668p, 2014.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. Acta Scientiarum, v.38, n.4, p.547-552, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v38i4.32629>. Acesso em: 20 out. 2020.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/mandioca>. Acesso em: 15 out. 2020.

FIGUEREDO, P. E. et al. Diversidade genética de mandiocas na região periurbana de Sinop, Mato Grosso, Brasil. Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em periódico indexado. 2019. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1113281>. Acesso em: 15 out. 2020

FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L. Descritores morfológicos e agrônômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 38p. 1998. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/638631>. Acesso em: 15 out. 2020.

GILES, J. A. D. Estudos genéticos em populações de *Coffea canephora* e *Manihot esculenta*. 2017. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2017. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/1130>. Acesso em: 15 out. 2020.

GONÇALVES, K. Y. et al. Modelo paramétrico para avaliar a cinética de hidratação de amido natural de mandioca. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SGRINDUSTRIAL, 2019, Campo Mourão - PR. Anais do XIII Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Campo Mourão: EEPA, 2019. Disponível em: <http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/simeprod/article/view/1682>. Acesso em: 15 out. 2020.

JUNIOR, E. N. M. et al. Cinética de secagem das folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2018, Belém – PA. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Belém: CBCTA, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Juliana_Rodrigues_Do_Carmo/publication/339337549. Acesso em: 15 out. 2020.

MOJENA, R. Hierárquical grouping method and stopping rules: an evaluation. Computer Journal, v.20, n.4, p.359-363, 1977. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/comjnl/20.4.359>. Acesso em 15 out. 2020.

PINTO, K. N. C. Diversidade genética em coleção didática de germoplasma de mandioca da ufersa por descritores morfológicos. 2017. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró – RN, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/761>. Acesso em: 20 out. 2020.

RAO, R.C. Advanced statistical methods in biometrics research. New York: Jonh Wiley and Son, 389p. 1952.

ROCHA, M.C. et al. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. Acta Scientiarum. Agronomy, v.32, n.3, p.423-431, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asagr/v32n3/a08v32n3>. Acesso em: 23 out. 2020.

ROHLF, F.J. Esquemas de agrupamento hierárquico adaptativo. Systematic Biology, v.19, n.1, p.58-82, 1970. Disponível em: <https://academic.oup.com/sysbio/article-abstract/19/1/58/1647480>. Acesso em: 15 out. 2020.

TIAGO, A. V. et al. Descritores morfológicos na caracterização de etnovarietades de mandioca no município de Alta Floresta, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 4., 2016, Curitiba, PR. In: Embrapa Agrossilvipastoril-Resumo em anais de congresso (ALICE). Recursos genéticos no Brasil: a base para o desenvolvimento sustentável. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2016. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1060047>. Acesso em: 15 out. 2020.

VENTURINI, M.T. et al. Crop losses in Brazilian cassava varieties induced by the cassava common mosaic virus. Scientia Agricola, v.73, p.520-524, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0374>. Acesso em: 15 out. 2020.

POTENCIAL TÓXICO E CITOTÓXICO DE EXTRATOS AQUOSOS DAS FOLHAS DE *Copaifera langsdorffii* Desf.

Daniele Paula Maltezo¹, Elisa dos Santos Cardoso², Maria Ionaria dos Santos Damacena³, Julliane Dutra Medeiros⁴ e Ana Aparecida Bandini Rossi⁵

¹ Mestranda em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos - PPGBioAgro

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil – UNEMAT.

danielemaltezo@gmail.com

² Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte e Professora da Educação Básica da Rede Estadual de Educação do Estado de Mato Grosso - PPG-BIONORTE e SEDUC/MT.

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil – UNEMAT.

³ Bióloga

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil – UNEMAT.

⁴ Doutora em Genética

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil – UNEMAT.

⁵ Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas

Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, Brasil – UNEMAT, PPGBioAgro, PGMP e PPGBIONORTE.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

O gênero *Copaifera* possui 26 espécies encontradas no Brasil, sendo que a *C. langsdorffii* Desf. está entre as mais abundantes, dela são utilizados o óleo, a madeira, as flores, a casca do caule e as folhas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade e citotoxicidade, de diferentes concentrações dos extratos aquosos infuso (EAI) e decocto (EAD), das folhas de *C. langsdorffii* por meio do teste *Allium cepa* L. O material vegetal foliar foi coletado de indivíduos adultos localizados no município de Alta Floresta, MT. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), sendo os bulbos organizados em um esquema fatorial (2 x 5 + 2), sendo dois tipos de extrato, cinco concentrações e dois tratamentos controle. Para avaliação do potencial tóxico foram avaliados o crescimento do sistema radicular (CSR) e o potencial citotóxico foi obtido por meio do índice mitótico (IM). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes[®]. O EAD na concentração 0,032 mg ml⁻¹ promoveu maior redução do CSR e do IM de *A. cepa*, o que sugere que o tipo de preparo influencia na extração de possíveis compostos presentes nas folhas. Os resultados corroboram com a necessidade de cautela pela população ao utilizar a *C. langsdorffii* como fitoterápico, uma vez que os extratos apresentaram efeitos tóxicos (redução do CSR) e citotóxicos (redução do IM), o que pode causar prejuízos a saúde humana.

Palavras-chave: *Allium cepa*; Copaíba; Índice Mitótico; Planta medicinal.

INTRODUÇÃO

No Brasil o gênero *Copaifera* é representado por 26 espécies arbóreas (FLORA DO BRASIL, 2020), conhecidas popularmente como copaíba, copaibeira, pau-de-óleo, copaúva e copai (CASCON, 2004; PIERI; MUSSI; MOREIRA, 2009). Dentre as espécies mais abundantes na América do Sul está a *C. langsdorffii* Desf., considerada a espécie mais amplamente distribuída no Brasil (CARVALHO, 1994; RIGMONTE-AZEVEDO; WADT; WADT, 2004).

A *C. langsdorffii*, atinge até 35 m de altura, podendo ser encontrada desde o nordeste da Argentina até a Venezuela e em todo território brasileiro (MACHADO, 1990; FREITAS; OLIVEIRA, 2002). Além do óleo-resina, utilizado na medicina popular e farmacêutica como anti-inflamatório e cicatrizante (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002), ou como componente na preparação de cosméticos, vernizes, e fixador de fragrância de perfumes (SAMPAIO, 2000; MARTINS et al., 2008), também é utilizada a madeira para a marcenaria em geral e nas construções civil e naval (CARVALHO, 2005). As flores são utilizadas na produção de mel de altíssima qualidade, e as mudas como alternativa em reflorestamentos e recuperação ambiental (CARVALHO, 2005). Messias et al. (2015) apontaram o uso da casca do caule como antiasmático, para amigdalite e uso tópico para eczemas, enquanto Brancalion et al. (2012) indicam que suas as folhas apresentam potencial para tratamento de urolitíase.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), aproximadamente 85% da população dos países em desenvolvimento utiliza plantas medicinais para os cuidados básicos com a saúde (BRASIL, 2006). No entanto, as plantas produzem uma variedade de metabólitos secundários para sua defesa contra vírus, bactérias, fungos e animais predadores (FONSECA; PEREIRA, 2004), que podem causar, em seres humanos, reações adversas, como: alergias, distúrbios

cardiovasculares, respiratórios, metabólicos, gastrintestinais, neurológicos e, em alguns casos, óbito (VASCONCELOS; VIERA; VIEIRA, 2009; CAMPOS et al., 2016). Dessa forma, torna-se necessária a realização de testes para avaliar os possíveis efeitos tóxicos e citotóxicos sobre o organismo humano (FREITAS et al., 2014).

O teste *Allium cepa* permite avaliar os efeitos tóxicos e citotóxicos, por meio da redução do crescimento das raízes e da diminuição do índice mitótico, e foi validado por muitos pesquisadores que o realizaram em conjunto com testes em animais *in vivo* e obtiveram resultados semelhantes (BAGATTINI; SILVA; TEDESCO, 2007). A eficiência do sistema *A. cepa* se deve às suas características cinéticas de proliferação, além de apresentar baixo custo, fácil manipulação, cromossomos em boas condições para estudo de danos ou distúrbios na divisão celular (BELCAVELLO et al., 2012). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade e citotoxicidade, de diferentes concentrações dos extratos aquosos, infuso e decocto, das folhas de *Copaifera langsdorffii* por meio do teste *Allium cepa* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular (GenBioMol) localizado no Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional (CEPTAM), da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta (CUAF), Alta Floresta, MT.

O material vegetal foliar para realização do experimento de toxicidade e citotoxicidade foi coletado de indivíduos adultos de *C. langsdorffii* localizados no município de Alta Floresta, MT. As folhas de *C. langsdorffii*, foram levadas ao GenBioMol para preparo dos extratos aquosos do tipo infuso (EAI) e decocto (EAD). As concentrações dos extratos aquosos foram definidas a partir da dosagem usual utilizada na medicina popular, e com base nessa, foram obtidas cinco concentrações: 0,002 mg mL⁻¹, 0,004 mg mL⁻¹, 0,008 mg mL⁻¹ (a usual), 0,016 mg mL⁻¹ e 0,032 mg mL⁻¹. Inicialmente, foi preparado o extrato de maior concentração (0,032 mg mL⁻¹), utilizando 32g do material vegetal (casca/folha) de *C. langsdorffii* para 1L de água destilada, e a partir deste extrato foram obtidas as demais concentrações por meio de diluições.

O extrato do tipo infusão foi obtido por meio do aquecimento da água até o ponto de fervura (100 °C), sendo a mesma vertida sobre o material vegetal (folhas). O recipiente foi fechado e deixado em repouso por 10 minutos e, logo após, filtrado e diluído para obtenção das cinco concentrações. Para o extrato do tipo decocto o material vegetal (folhas) foi colocado em um recipiente juntamente com a água e levado ao fogo, sendo mantido por cinco minutos, após o início da fervura. Ao atingir a temperatura ambiente, o extrato foi filtrado e diluído nas concentrações supracitadas.

O teste *A. cepa* foi realizado de acordo com a metodologia de Fiskesjö (1985), com alterações propostas por Babich, Segal e Fox (1997). Foram utilizados 120 bulbos de *A. cepa*, dos quais escamas externas e raízes secas foram retiradas cuidadosamente. Para o teste, utilizou-se o tratamento descontínuo, sendo os bulbos previamente colocados em água destilada para emissão de raízes e, após 48h, transferidos para os extratos aquosos a serem testados.

Os bulbos de *A. cepa*, foram submetidos a cinco concentrações de extratos aquosos do tipo infuso e decocto, sendo que, a água destilada, considerada como concentração 0 mg mL⁻¹, foi utilizada como controle negativo, e o glifosato diluído a 1%, como controle positivo.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e os bulbos organizados em um esquema [(2 x 5 + 2)], sendo dois tipos de extrato (EAI, EAD), cinco concentrações e dois tratamentos controle (água destilada e glifosato 1%), com 10 repetições cada. Os bulbos foram mantidos em câmara de germinação do tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), onde permaneceram em temperatura controlada (25 °C ± 2) e na ausência de luz por 48 horas, conforme metodologia proposta por Babich, Segal e Fox (1997), sendo os extratos trocados após 24 horas.

Após permanecerem expostos aos extratos de copaíba por 48 horas, os bulbos foram retirados da câmara de germinação. Para avaliação do potencial tóxico, foram mensuradas, ao acaso, 20 raízes de cada concentração dos EAI e EAD, assim como dos controles negativo e positivo, com auxílio de paquímetro digital Mitutoyo. Em seguida, foram coletadas, aleatoriamente, raízes de cada concentração dos extratos, bem como dos controles negativo e positivo, e fixadas em solução fixadora (3:1, etanol: ácido acético) por 24 horas em temperatura ambiente, sendo então transferidas para etanol 70% e mantidas sob refrigeração (± 4 °C) até o uso. Para avaliação do potencial citotóxico foi empregada a técnica de esmagamento proposta por Guerra e Souza (2002). Para o preparo das lâminas, foi utilizada a metodologia proposta por Souza et al. (2005), as radículas foram lavadas em água destilada por cinco minutos, hidrolisadas em ácido clorídrico (HCl) 1N por 15 minutos e novamente lavadas em água destilada por cinco minutos. Para confecção de cada lâmina, foi utilizado o meristema apical de duas a três raízes, sendo este corado com, aproximadamente, 100 µL deorceína acética 2%. Com auxílio de um bastão de vidro o meristema foi levemente pressionado e, posteriormente, coberto com lamínula.

Foram preparadas dez lâminas por concentração de cada um dos extratos avaliados, assim como dos controles negativo e positivo. Foram analisadas 250 células por lâmina, totalizando 2.500 células para cada tratamento e 12.500 células por extrato. As lâminas foram observadas em microscópio óptico (BIOVAL), em magnitude de 400x, pelo método de varredura, sendo registrado, para cada lâmina, o número de células em interfase e em cada fase da mitose (prófase, metáfase, anáfase, telófase), bem como, quando presentes, as alterações em cada uma delas. O registro fotográfico foi realizado utilizando uma câmera digital CMOS (1.3 MP) colorida, acoplada ao microscópio, e para captura e edição de imagem foi utilizado o software TSview.

O índice mitótico (IM) foi obtido através da equação proposta por Pires et al. (2001) (1):

$$IM = \left(\frac{\text{n}^\circ \text{ de células em mitose}}{\text{n}^\circ \text{ total de células observadas}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Os dados obtidos foram submetidos a teste para verificação da normalidade e à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Para o fator concentração dos extratos foram ajustadas regressões polinomiais, sendo a escolha do modelo realizada com base no maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e no menor desvio. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes® (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento do sistema radicular dos bulbos de *A. cepa* submetidos às diferentes concentrações do EAI e EAD das folhas pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Crescimento do sistema radicular *Allium cepa* expostos a diferentes concentrações dos extratos aquosos do tipo decocto (A) e infuso (B) das folhas de *Copaifera langsdorffii*. (Fonte: Os autores).

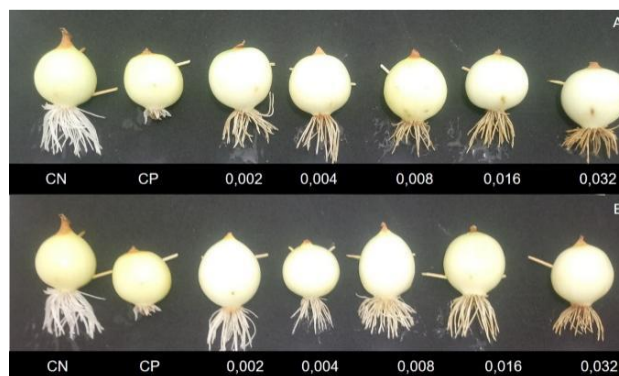
Quando comparamos as médias gerais do CSR dos bulbos expostos ao EAI e EAD das folhas (Tabela 1), vemos que a redução foi maior no EAD.

Tabela 1 - Médias gerais do crescimento do sistema radicular (CSR) de bulbos de *Allium cepa* expostos aos extratos tipo infuso e decocto das folhas de *Copaifera langsdorffii*

Extrato	CSR (mm)
Infuso	30,97a
Decocto	28,52b

Fonte: Os autores. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o CSR dos bulbos de *A. cepa* expostos aos extratos aquosos das folhas observou-se que as concentrações 0,002 e 0,004 (mg mL^{-1}) do EAI estimularam o CSR, em relação ao controle negativo, enquanto as demais reduziram o



CSR de *A. cepa* (Figura 2).

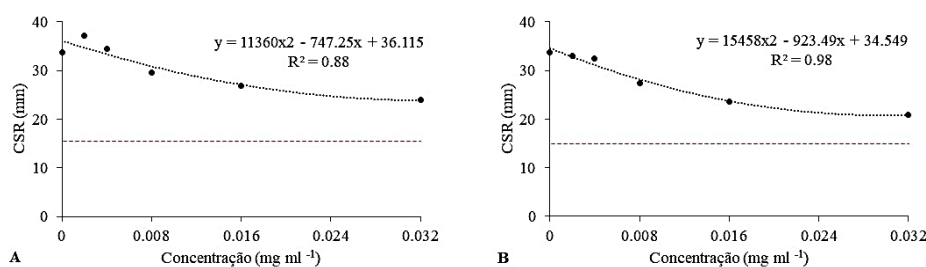


Figura 2 - Crescimento do sistema radicular (CSR) de bulbos de *Allium cepa* expostos aos extratos aquosos do tipo infuso (A) e decocto (B) das folhas de *Copaifera langsdorffii*. A linha tracejada representa a média do CSR do controle positivo. (Fonte: Os autores).

A análise de variância do índice mitótico das células meristemáticas de *A. cepa* submetidas a diferentes concentrações do EAI e EAD das folhas, revelou que, apesar de não ter ocorrido interação entre os extratos e as concentrações, ambos foram significativos para o IM de *A. cepa* (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de Variância (ANOVA) para o Índice mitótico das células meristemáticas de *Allium cepa* expostos a extratos aquosos (infuso e decocto) das folhas de *Copaifera langsdorffii*

Fonte de Variação	GL	QM
Concentrações	5	0,05185*
Extratos	1	0,07409*
Conc. x Extr.	5	0,00527 ^{ns}
Resíduo	108	0,00379

Fonte: Os autores. ^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. GL (Grau de Liberdade); QM (Quadrado Médio).

Na Tabela 3, observamos que a menor média do IM das células meristemáticas de *A. cepa* foi apresentada pelo EAD, Cardoso et al. (2018) também observaram IM menor no EAD em relação ao EAI, ao avaliar diferentes tipos de extrato de *Zingiber officinale* Roscoe sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. Oliveira et al. (2016) avaliando diferentes técnicas de extração, destacaram a decoção como a técnica que apresentou maior eficiência na extração de teores totais e antioxidante, o que sugere relação entre o método de extração e os resultados obtidos neste estudo.

Tabela 3 - Média geral do índice mitótico (IM) das células meristemáticas de *Allium cepa* expostas aos extratos aquosos tipo infuso e decocto obtidos das folhas de *Copaifera langsdorffii*

Extrato foliar	
Extrato	Média IM
Infuso	7,53a
Decocto	5,39b

Fonte: Os autores. Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Com exceção da concentração 0,002 mg mL⁻¹ do EAI, todas as demais concentrações dos extratos obtidos por meio das folhas, reduziram o IM de *A. cepa* (Figura 3), o que evidencia seu potencial citotóxico, assim como os resultados encontrados por Silva et al. (2018) com diferentes concentrações de extratos aquosos das folhas e raízes de *Macropodium lathyroides* sobre o ciclo celular de alface.

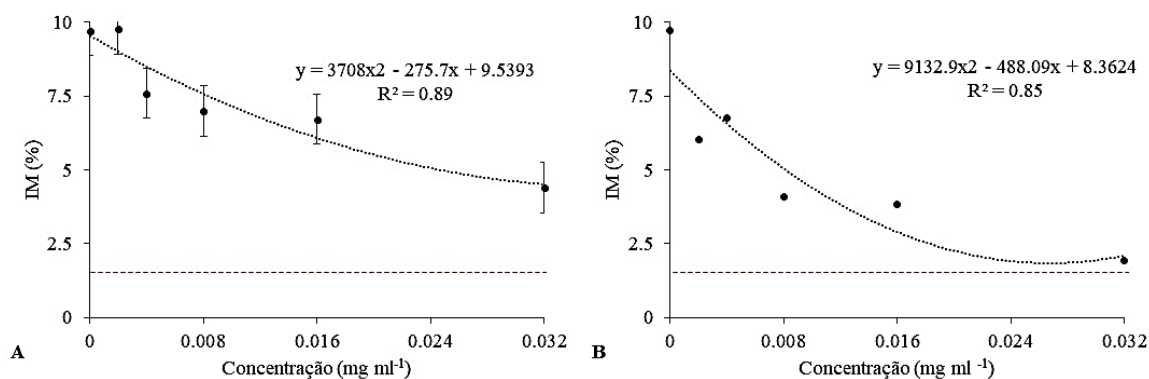


Figura 3 - Índice mitótico (IM) das células meristemáticas de *Allium cepa* expostas aos extratos aquosos do tipo infuso (A) e decocto (B) das folhas de *Copaifera langsdorffii*. A linha tracejada representa a média do IM do controle positivo. (Fonte: Os autores).

O número de células em interfase variou de 2.256 (0,002 mg mL⁻¹) no EAI a 2.465 no controle positivo. O menor IM foi 1,92% encontrado na concentração 0,032 mg mL⁻¹ do EAD (Tabela 4), bem próximo ao IM encontrado no controle positivo (1,40%).

Tabela 4 - Número de células meristemáticas de *Allium cepa* em diferentes etapas do ciclo celular, submetidas a diferentes concentrações e extratos das folhas de *Copaifera langsdorffii*, bem como ao controle negativo (CN) e controle positivo (CP)

Concentração (mg mL ⁻¹)	Infuso					
	Interfase	Prófase	Metáfase	Anáfase	Telófase	IM (%)
0.002	2256±8,00	144±5,83	24±1,78	19±0,99	57±2,83	9,76
0.004	2310±6,48	119±6,35	18±0,79	13±0,95	40±2,70	7,60
0.008	2325±7,41	97±4,99	22±1,87	14±1,17	42±2,70	7,00
0.016	2332±4,89	96±4,97	20±1,41	12±1,23	40±2,00	6,72
0.032	2390±7,51	77±4,60	12±1,23	4±0,70	17±1,77	4,40
C.N.	2257±9,72	169±7,62	24±3,31	11±1,29	39±2,85	9,72
C. P.	2465±4,03	24±3,27	4±0,52	2±0,42	5±0,97	1,40
Concentração (mg mL ⁻¹)	Decocto					
	Interfase	Prófase	Metáfase	Anáfase	Telófase	IM (%)

0.002	2349±6,44	100±4,83	13±1,49	15±1,08	23±1,58	6,04
0.004	2331±7,46	99±6,37	20±1,76	8±1,13	42±2,10	6,76
0.008	2391±7,35	63±3,77	17±1,57	12±1,55	17±1,64	4,15
0.016	2404±4,97	63±2,83	11±1,85	2±0,42	20±2,16	3,84
0.032	2452±3,49	45±3,37	1±0,31	0±0	2±0,42	1,92
C.N.	2257±9,72	169±7,62	24±3,31	11±1,29	39±2,85	9,72
C. P.	2465±4,03	24±3,27	4±0,52	2±0,42	5±0,97	1,40

Fonte: Os autores. IM: Índice Mitótico.

O extrato decocto das folhas de *C. langsdorffii*, na concentração 0,032 mg ml⁻¹ promoveu maior redução do CSR e do IM de *A. cepa*, o que sugere que o método de preparo influencia na extração de compostos presentes nas folhas da planta.

CONCLUSÃO

Os resultados corroboram com a necessidade de cautela pela população ao utilizar a *C. langsdorffii* como fitoterápico, uma vez que os extratos apresentaram efeitos tóxicos (redução do CSR) e citotóxicos (redução do IM). O EAD proporcionou os menores valores de CSR (20,87 mm) e IM (1,92%), demonstrando ser o mais eficaz na extração de possíveis compostos presentes nas folhas, e portanto que deve ser consumido com prudência.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Campus Universitário de Alta Floresta, MT, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Programa de pós graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), e ao Laboratório de Genética Vegetal e Biologia molecular (GenBioMol).

REFERÊNCIAS

- BABICH, H.; SEGAL, M.A.; FOX, K.D. The Allium test - a simple, eukaryote genotoxicity assay. *American Biology Teacher*, vol.59, n.9, p.580–583, 1997.
- BAGATTINI, M. D.; SILVA, A. C. F; TEDESCO, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 17, n. 3, p. 444-447, 2007.
- BELCAVELLO, L. et al. Citotoxicidade e danos ao DNA induzidos pelo extrato de *Zornia diphylla*, uma planta medicinal. *Natureza on-line*, Goiânia, v 10, n.3, p. 140-145, 2012.
- BRANCALION, A.P.S. et al. Bastos. Efeito do extrato hidroalcoólico de folhas de *Copaifera langsdorffii* na urolitíase induzida em ratos. *Urological Research*, v.40, p. 475-481, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. A fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisa de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos. Brasília: Ministério da Saúde, 148p, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/fitoterapia_no_sus.pdf. Acesso em: 14 de outubro de 2020.
- CAMPOS, S. C. et al. Toxicidade de espécies vegetais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v.18, n.1, supl. I, p.373-382, 2016.
- CASCON, V. Copaíba - *Copaifera* spp. In: CARVALHO, J.C.T. Fitoterápicos antiinflamatórios: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas. Ribeirão Preto: Tecmedd, 2004. 480p.
- CARDOSO, E. S. et al. Avaliação do potencial citogenotóxico de *Zingiber officinale* Roscoe (gengibre), Zingiberaceae. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, [S.l.], v. 24, n. 1, 2018.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras; recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira. Curitiba: EMRAPA/CNPF: Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.
- CARVALHO, J. C. T. et al. Topical Antiinflammatory and Analgesic Activities of *Copaifera duckei* Dwyer. *Phytotherapy Research*, v. 19, p. 946–950, 2005.

- CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. v.38, n.4, p.547-552, 2016.
- FISKESJÖ, G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, v.102, p.99–112, 1985.
- FLORA DO BRASIL. *Copaifera L.* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 14 de out. 2020.
- FONSECA, C. A.; PEREIRA, D. G. Aplicação da genética toxicológica em planta com atividade medicinal. *Revista Infarma*, v. 16, n. 7/8, p. 51-54, 2004.
- FREITAS, C.V; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n. 3, p. 311-321, 2002.
- FREITAS, J. V. et al. Prospecção fitoquímica e avaliação da citotoxicidade e genotoxicidade de *Helenium cf. amarum* (Raf.) H. Rock. *Revista Cubana de Plantas Mediciniais*, v. 19, n. 4, 2014.
- GUERRA, M.; SOUZA, M. J. Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002. 191p.
- MACHADO, J.W.B. 1990. Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorffii* Desf. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1990.
- MARTINS, K. et al. Estrutura genética populacional de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae – Caesalpinioideae) em fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo-SP, v. 31, n.1, p. 61-69, 2008.
- MESSIAS, M.C.T.B. et al. Uso popular de plantas medicinais e perfil socioeconômico dos usuários: um estudo em área urbana em Ouro Preto, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Campinas, SP, v. 17, n. 1, p. 76-104, 2015.
- OLIVEIRA, V.B. et al. Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clae-dad de *Dicksonia sellowiana* (presl.). Hook, Dicksoniaceae. *Revista Brasileira de Plantas medicinais*. Campinas, v. 18, n. 1, p. 230-239, 2016.
- PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.; MOREIRA, M.A.S. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. *Revista Brasileiras de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 465-472, 2009.
- PIRES, N. D. M. et al. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.13, n.1, p.55-65, 2001. DOI:
- RIGMONTE-AZEVEDO, O. C.; WADT, P. G. S.; WADT, L. H. O. Copaíba: Ecologia e Produção de Óleo-Resina. EMBRAPA, Rio Branco-AC, outubro, 2004.
- SAMPAIO, P.T.B. Copaíba. *In: Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização* (W. Clay, P.T. Sampaio & C.R. Clement, eds.). INPA, Manaus, p.207-215, 2000.
- SILVA, M.S.A. et al. Cytotoxic and genotoxic effects of *Macroptilium lathyroides*. *Planta daninha*, 2018, v. 36, p.1-8.
- SOUZA, S. A. M. et al. Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para avaliação do efeito citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, São Cristóvão, SE, v. 5, n. 1, p. 3-9, 2005.
- VASCONCELOS, J.; VIERA, J.G.P.; VIEIRA, E.P. de P. Plantas tóxicas: conhecer para prevenir. *Revista Científica da UFPA*, v.7, n.1, p.1-10, 2009.
- VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O Gênero *Copaifera L.* *Revista Química. Nova*, Rio de Janeiro – RJ, v. 25, N. 2, p. 273-286, 2002.

TESTE DE GERMINAÇÃO EM SEMENTES DE *Schizolobium parahyba* COM USO DE MANIPUEIRA

Gênesis Alves de Azevedo¹, Vitória Araújo de Sousa², Marina Pacheco Santos², Jonas Castro de Oliveira², Jéssica Maria de Sousa Oliveira², Edno Almeida Sousa da Mota²

¹ Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. Azevedogenesis21@gmail.com.

² Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, Brasil.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

A inter-relação entre indivíduos de mesma natureza ou de naturezas diferentes garantem as formas de desenvolvimento de características distintas de cada ser vivo, existem relações que são caracterizadas pela síntese de substâncias químicas que quando inseridas no meio poderá ajudar no desenvolvimento de espécies próximas. Para condução do experimento foram selecionadas 150 sementes de *Schizolobium parahyba*, separadas e beneficiadas por qualidade morfológica. As sementes foram imersas com hipoclorito de sódio (1%), e posteriormente as sementes foram lavadas com água corrente por três vezes e escarificadas mecanicamente. O experimento foi submetido a análise estatística em delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde foram realizados 6 tratamentos com 4 repetições e 4 sementes por repetição. O estudo teve por objetivo avaliar a emergência e crescimento inicial de plântulas de *Schizolobium parahyba* em resposta a diferentes concentrações de manipueira. No oitavo dia de semeadura mais de 50% das sementes apresentaram emergência em todos os tratamentos com uso de manipueira. Observou-se mortalidade das sementes durante a condução das repetições com concentrações de 100% de solução, cerca de 9,0 %, aumentando para 19 % ao final da realização experimental. Com isso, recomenda-se o uso de manipueira na concentração de 60%, uma vez que apresentou efeito positivo na maioria das variáveis analisadas.

Palavras-Chave: Crescimento; Guapuruvu; Nutrição; Alelopatia.

INTRODUÇÃO

O guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) é uma espécie nativa de rápido crescimento e muito frequente nas matas devastadas próximas ao litoral. Constitui-se em árvore que apresenta pouca exigência a condições edáficas e muita exigência quanto à luz. Face a este comportamento, tudo indica que as melhores condições para o reflorestamento estão localizadas na região da Mata Atlântica (REITZ et al., 1978).

Suas sementes apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água (ARALDI; AMARAL, 1977) e os métodos indicados por alguns autores muitas vezes não são viáveis economicamente para grandes quantidades de sementes, ou não superam eficientemente a dormência.

As substâncias químicas alelopáticas podem compor diversos agrupamentos químicos, destacando-se, os ácidos fenólicos, cumarinas, terpenóides, flavonoides, alcaloides e glicosídeos cianogênicos (TEIXEIRA et al., 2014). Os grupos químicos em questão estão inseridos nos métodos fisiológicos dos vegetais, agindo como coibidores ou viabilizadores de germinação e crescimento, consequências que podem vir das mediações em alguns processos fisiológicos necessários para as plantas. (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A alelopatia, constitui-se em um evento biológico motivado pela destilação de substâncias químicas por vegetais existentes nos ambientes “fontes”, que acabam em implicações na estimulação ou bloqueio da germinação e desenvolvimento de outras plantas presentes próximos “drenos” (SANTOS et al., 2010). As composições químicas produzidas pelos indivíduos são incontáveis, estando em variadas concentrações e órgãos dos vegetais, com possibilidade de estarem em folhas, flores, frutos e outras partes da planta. (SOUZA FILHO et al., 2011; SILVEIRA et al., 2014; MONTIEL et al., 2016).

A disposição de manipueira no solo provoca danos imediatos à cultura instalada, porém, após certo tempo, a área se cobre de plantas que apresentam novo vigor, fato que gerou a expectativa de se avaliar consequências agrônômicas da fertilidade com este resíduo, objetivando-se a avaliação do solo e planta e também demonstrou a necessidade de tratamento adequado para posterior reuso (MENGEL et al., 1987). A composição química da manipueira sustenta também a potencialidade do composto como adubo, haja vista sua riqueza em nitrogênio, fósforo e, principalmente, em potássio. Por outro lado, a presença de cianetos explica os efeitos nematicida e inseticida inerentes à manipueira.

Alguns pesquisadores consideram que a manipueira pode ser reaproveitada de diversas formas: como pesticida (MAGALHÃES et al., 2000), nematicida (NASU et al., 2010), adsorção de metais pesados (HORSFALL JÚNIOR; ABIA, 2003) e como fertilizante (FIORETTO, 1997). Com isso, este trabalho tem por objetivo principal avaliar a emergência e crescimento inicial de plântulas de *Schizolobium parahyba* em resposta a diferentes concentrações de manipueira tratada.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com tela de sombreamento (70% de interceptação luminosa) alocada no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, latitude 03°44'33"S, longitude 43°21'21"W, 100 m de altitude em relação ao nível do mar), situada a 252 km da capital São Luís. O município de Chapadinha-MA possui clima tropical e classificado por Köppen como AS, com precipitação pluvial média entre 1671 mm ano⁻¹ e temperatura média anual de 27 °C (PASSOS et al., 2016).

Foram selecionadas 150 sementes de *Schizolobium parahyba*, que foram imersas com hipoclorito de sódio (1%) por 10 minutos para desinfecção, e posteriormente as sementes foram lavadas com água corrente por três vezes e escurificadas mecanicamente com auxílio de lixa 180 para auxiliar na quebra da dormência da semente.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado – DIC, com 6 tratamentos apresentando 4 repetições e 4 sementes por repetição. Para que a manipueira fosse tratada corretamente e se transformasse em um complemento nutricional seguro para as plantas foi realizado à fermentação anaeróbica do líquido, deixando em repouso durante 25 dias em garrafas de plástico de 2 L, para que o ácido cianídrico, considerado venenoso fosse evaporado, e como produto dessa atividade foi produzido a manipueira pronta para ser utilizada nos ensaios experimentais.

Foi realizada a análise química da manipueira amarela, no Laboratório Analítico da Universidade Federal do Maranhão para quantificação nutricional da solução, com média de 5 repetições (Tabela 1). A manipueira foi usada para a produção das demais concentrações para os tratamentos com: 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100%.

Tabela 1. Caracterização química da manipueira amarela, extraídas no Laboratório Analítico da Universidade Federal do Maranhão, com média de 5 repetições

NUTRIENTES	(Kg/m ³)
Nitrogênio	1,45
Fósforo	0,67
Potássio	1,73
Cálcio	0,19
Magnésio	0,41
Sódio	0,36
pH	6,02

Fonte: O autor.

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de isopor em temperatura ambiente sendo diariamente umedecidas com as soluções de manipueira tratada em diferentes concentrações, foi utilizado água destilada para a testemunha. A cada 3 dias foram verificadas o Número de Sementes Germinadas (NSG) e ao final de 65 dias foram feitas as inferências analíticas.

As variáveis analisadas foram: Comprimento Radicular (CR); Comprimento da Parte Aérea (CPA), bem como Índice de Velocidade de Germinação (IVG) apresentada em número de sementes por número de dias após o início do experimento, dessa forma foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam crescimento da inicial acima do substrato. Os resultados coletados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, o software utilizado para análise dos dados foi o SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de manipueira proporcionou efeitos significativos ($p < 0,05$), pelo teste F, para as variáveis comprimento radicular (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e índice de velocidade de emergência (IVE).

No oitavo dia mais de 50% das sementes apresentaram emergência em todos os tratamentos com o uso de manipueira, para a variável IVE, o tratamento com 60% de concentração de manipueira apresentou emergência em menor tempo em comparação com os demais tratamentos. Observou-se mortalidade das sementes com 100% de concentração de manipueira durante a condução das repetições, cerca de 9,0 % nos primeiros dias aumentando para 19 % ao final da realização experimental (Tabela 2). O tratamento com 60% de concentração de manipueira também se destacou em relação a variável comprimento do sistema radicular (CSR), de acordo com Moreira (2006) o nitrogênio desempenha função fundamental no crescimento radicular e parte aérea, uma vez que quanto maior a concentração do nutriente no composto, melhor a sobrevivência no campo. Porém, nos tratamentos que foram utilizados 100% da concentração de manipueira foi observado decréscimo no desenvolvimento do sistema radicular, com média de comprimento de 2,1 cm. Estudos de Vieites e Brinholi (1994) também observaram respostas positivas na utilização da manipueira, nas doses de 60 e 120 m³ ha⁻¹ associadas à adubação mineral, na cultura da mandioca, com aumento do comprimento e diâmetro das raízes e elevação da produtividade. Ao contrário de Fioretto (1994), estudando o efeito de cinco doses (0, 80, 120, 160 e 200 m³ ha⁻¹) na mesma cultura, verificou que todos os tratamentos que receberam manipueira produziram menos que a testemunha (SILVA, 2003).

Tabela 2. Análise de variância ($p < 0,05$) do comprimento radicular (CR), comprimento da parte aérea (CPA) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Schizolobium parahyba* em função de diferentes concentrações de manipueira.

FV	CSR (cm)	CPA (cm)	IVE (%)
Tratamento	7,06 **	3,932**	1,65 **
Resíduo	2,525	7,059	0,067
D.M.S.	6,563	6,96	8,581
C.V.%	23,486	29,933	31,073

Fonte: O autor.

Os tratamentos com 40 % de concentrações de manipueira obtiveram os melhores resultado dentre os tratamentos avaliados para a variável comprimento da parte aérea (CPA), com média de 4,3 cm, com isso houve uma relação direta com a disponibilidade de nutrientes no substrato e o transporte direto deste para as folhas recém desenvolvidas, conferindo um maior acúmulo de pigmentos fotossintetizantes, contribuindo de forma significativa para o crescimento da plântula.

CONCLUSÃO

A manipueira apresentou acréscimo significativo na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Schizolobium parahyba*, obtendo índices satisfatórios no desenvolvimento e germinação, porém, a mesma substância se apresentou limitante quando utilizada em altas concentrações em cada tratamento.

Com isso, recomenda-se o uso de manipueira na concentração de 60%, uma vez que apresentou efeito positivo na maioria das variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

- ARALDI, D. B.; AMARAL, H. R. B. O guapuruvu. Roessleria, v. 1, p. 109-15, 1977.
- CARVALHO, W. P. et al. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. Bioscience Journal, v. 30, n. 1, p. 1-11, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIORETTO, R. A. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a germinação e a produção de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) e milho (*Zea mays*, L.). Semina: Ciências Agrárias, v. 8, p. 17-20, 1987.
- HORSFALL JÚNIOR, M.; ABIA, A. A. Sorption of cadmium and zinc ions from aqueous solutions by cassava waste biomass (*Manihot sculenta*, Crantz). Water Resource, v. 37, p. 4913-4923, 2003.
- MAGALHÃES, C. P.; XAVIER-FILHO, J.; CAMPOS, F. A. P. Biochemical basis of the toxicity of manipueira to nematodes and insects. Phytochemical Analysis, v.11, p.57-60, 2000.
- MENGEL, K. E. A.; KIRKLY, E. A. Principles of plant nutrition. Berne: International Potash Institute, 1978.
- MONTIEL, C. B.; LIMA, C. T.; SIMONETTI, A. P. M. M. Extrato de frutos de crambe sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de trigo e azevém. Acta Tecnológica, v. 11, n. 1, p. 57-65, 2016.
- NASU, E. G. C. et al. Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. Tropical Plant Pathology, v. 35, p. 32-36, 2010.
- PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 10, n. 4, p. 758 – 766, 2016.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. Sellowia, p. 1-320, 1978.
- SANTOS, C. C. et al. Alelopatia entre leguminosas arbóreas e feijão-caupi. Scientia Agraria, v. 11, n. 3, p. 187-192, 2010.
- SILVA, F. F. Impacto da aplicação de efluente de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*). 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Maringá: UEM, 2003.

SILVEIRA, B. D. et al. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. *Ciência Florestal*, v. 24 n. 1, p. 79-85, 2014.

SOUZA FILHO, A. P. S.; TREZZI, M. M.; INOUE, M. H. Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas. com atividade alelopática. *Planta Daninha*, v. 29, n. 3, p. 709-716, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VIEITES, R. L.; BRINHOLI, O. Utilização da maniveira como fonte alternativa à adubação mineral na cultura da mandioca. *Revista Brasileira de Mandioca*, v. 13, n. 1, p. 61-66, 1994.

TRATAMENTO DE EFLUENTE BOVINO DE LINHA VERMELHA UTILIZANDO COAGULANTE FÉRRICO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Matheus Caneles Batista Jorge¹, Roselene Maria Schneider², Matheus Felipe Ferreira Coelho³

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Sinop, Mato Grosso, Brasil.
E-mail: Jorge.batista2@hotmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso, Doutorado em Engenharia Química, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade Federal de Mato Grosso, Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

Os efluentes frigoríficos de linha vermelha possuem elevada cor e turbidez, além de altas concentrações de matéria orgânica, apresentando riscos ao corpo hídrico receptor. A coagulação, juntamente com uso de peróxido de hidrogênio são formas interessantes de tratamento. Enquanto a primeira possui a função de desestabilizar as cargas das partículas, a segunda consiste em um processo oxidativo avançado (POA), capaz de oxidar matéria orgânica. Neste trabalho, foi avaliado a eficiência do conjunto coagulação+POA como tratamento de efluente frigorífico, coletado em um frigorífico bovino na região de Sinop–MT. O processo experimental consistiu em batelada, sendo 6 concentrações de coagulante PLC 8034 (0, 50, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹), com e sem adição de peróxido de hidrogênio (0 e 1000 mg L⁻¹). Foram analisadas pH, cor, turbidez, absorvância em UV254nm (abs UV) e DBO do efluente antes e após os tratamentos. A presença de peróxido apenas influenciou na remoção de cor (33,72%) independente da concentração de PLC. Quanto às doses de PLC, pH, cor, turbidez, UV e DBO atingiram as maiores remoções (13, 31, 51, 47, 37%) na concentração máxima, independente da adição de peróxido de hidrogênio. No entanto, boas remoções foram observadas para valores maiores que 150 mg L⁻¹. A associação entre os tratamentos se mostrou promissora, removendo tanto compostos coloidais (cor e turbidez) como dissolvidos (UV e DBO).

Palavras-chave: PLC; POA; efluente agroindustrial; coagulação/floculação.

INTRODUÇÃO

Os efluentes provenientes de frigoríficos são geralmente tratados utilizando sistemas preliminar e primário, seguidos por sistema biológico. Para o tratamento primário, geralmente utiliza-se o tratamento físico-químico, ou seja, coagulação/floculação seguido de decantação ou flotação. Para o tratamento biológico, reatores anaeróbicos, lagoas aeróbicas e anaeróbicas e lodos ativados. Além disso, filtros e discos biológicos também podem ser utilizados.

Ainda sobre os processos físico-químicos, a coagulação possui grande aceitação no tratamento de efluentes urbanos e industriais, pois apresenta eficiência na remoção de sólidos coloidais e redução de turbidez (FRANÇA JUNIOR, 2008).

Os coagulantes geralmente são classificados quanto à sua origem, podendo ser de origem natural (plantas, sementes etc.), ou de origem química (sulfato de alumínio, sulfato férrico, cloreto férrico) (VAZ et al., 2010). Dentre esses, o cloreto férrico (PLC) é muito utilizado, agindo, segundo Pavanelli (2001) na neutralização de cargas negativas coloidais. Este mesmo autor cita ainda que os coagulantes a base de cloreto férrico podem agir em ampla faixa de pH, uma vez que os hidróxidos de ferro formados possuem baixa solubilidade.

Altos valores de remoção são descritos em literatura. Para a cor, Vaz et al. (2010) encontraram remoções maiores do que 95%; e Miranda (2015), ao aplicar PLC em efluente industrial atingiu remoções significativas para demanda química de oxigênio (DQO) (80%) e sólidos sedimentáveis (90%).

O tratamento físico-químico pode ser empregado de forma associada à outras tecnologias, como por exemplo o uso de carvão ativado como adsorvente (FURLAN, 2008), filtros orgânicos (MONACO et al., 2014) e até com processos avançados como peróxido de hidrogênio e ozônio (PASCHOALATO; TRIMAILOVAS; BERNARDO, 2008).

Uma vez que consistem basicamente na decomposição bacteriológica, os tratamentos ditos como convencionais conferem boas remoções para parâmetros como sólidos totais e sedimentáveis, além de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (SANTOS et al., 2011). Porém, sistemas convencionais não possuem boa eficiência para remoção de compostos recalcitrantes e moléculas mais complexas (DIAS et al., 2016).

Diante disso, técnicas alternativas para quebra da matéria orgânica foram desenvolvidas, como os POAs (Processos oxidativos avançados). Os POAs possuem a característica de formar radicais de hidroxila ($\bullet\text{OH}$) que por sua vez conferem elevado grau de oxidação (ARAÚJO et al., 2016).

Esta técnica é dividida entre sistemas homogêneos e heterogêneos, sendo que o último se diferencia pelo uso de catalizadores para aumentar a velocidade de reação. Além disso, ambos os sistemas podem ser aplicados com ou sem irradiação. Esses sistemas combinam oxidantes fortes (O_3 e H_2O_2), catalisadores (metais de transição ou fotocatalisadores) e irradiação (ultravioleta (UV), ultrassom (US) ou feixe de elétrons) (HUANG; DOUNG; TANG, 1993).

De acordo com Lange et al. (2006), os POAs são amplamente utilizados tanto para pré-tratamento quanto para pós-tratamento. No caso da utilização como pré-tratamento, aumentam a biodegradabilidade do efluente, facilitando o tratamento biológico posterior, podendo minimizar o tamanho das lagoas, bem como aumentar a vazão de entrada.

Dentre os diversos oxidantes existentes, destaca-se o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), possuindo grande eficiência na remoção de demanda química e bioquímica de oxigênio (DQO e DBO) e carbono orgânico total (COT) (GOMES; SCHOENELL, 2018).

O peróxido de hidrogênio é um importante oxidante ($E^0=1,77$ V), que por meio da catálise pode ser convertido em radical hidroxila. Além disso, seu potencial de oxidação é superior ao cloro ($E^0=1,44$ V), dióxido de cloro ($E^0=1,50$ V) e permanganato de potássio ($E^0=1,70$ V), possuindo reatividade inferior apenas ao flúor ($E^0=3,06$ V), radical hidroxila ($E^0=2,8$ V) e ozônio ($E^0=2,1$ V) (GALVEZ; RODRIGUES, 2003).

Villa et al. (2007), ao aplicar peróxido de hidrogênio em efluente de laticínio, atingiram remoções de 50% para carbono orgânico total. O POA também apresentou boas remoções de cor (96%), DBO (91%) e DQO (88%) ao ser empregado como tratamento de efluente madeireiro (BORBA; SOTTORIVA; MÓDENES, 2008).

Com base no que foi descrito, teve-se por objetivo com o presente trabalho a avaliação do conjunto cloreto férrico e peróxido de hidrogênio no tratamento de efluente frigorífico bovino de linha vermelha.

MATERIAL E MÉTODOS

O efluente utilizado no processo experimental foi coletado no tanque de equalização da linha vermelha de um frigorífico bovino, na região de Sinop – MT. A capacidade de abate do empreendimento, segundo dados internos, era de aproximadamente 550 animais dia⁻¹. Após a coleta, o efluente foi caracterizado quanto a seus parâmetros físico-químicos (Tabela 1), posteriormente levado até o equipamento *jar test* para realização dos experimentos.

O coagulante cloreto férrico (PLC 8034) foi utilizado na primeira etapa do experimento com concentrações de 0, 50, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹. Após a finalização do tempo de decantação, amostras eram retiradas e caracterizadas quanto ao pH, cor, turbidez, UV_{254nm} (abs UV) e demandas bioquímica de oxigênio (DBO).

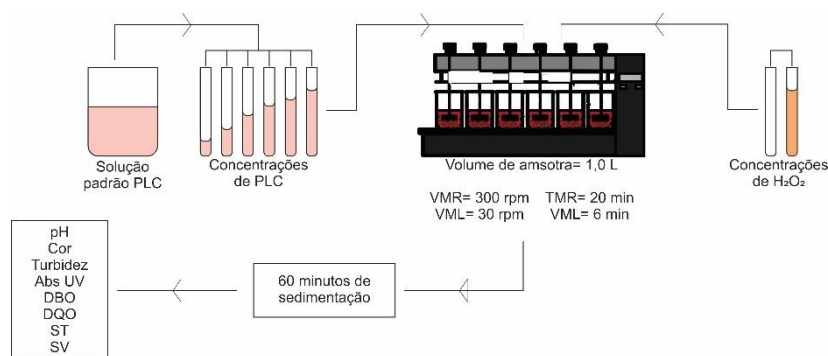
Com o fim da primeira etapa, o equipamento era devidamente higienizado e o procedimento era repetido, porém, com a adição de 1 mL de peróxido de hidrogênio em concentração de 1000 mg L⁻¹ (em relação ao volume do efluente) no início do tempo de mistura lenta (30 rpm).

Os valores de cor, turbidez e abs UV foram obtidos utilizando-se os equipamentos colorímetro, turbidímetro e espectrofotômetro, respectivamente. A DBO foi determinada pelo método de incubação a 20 °C, por 5 dias.

O método adotado para determinação da cor foi de cor aparente, ou seja, utilizando amostras não filtradas, sendo assim, os resultados de cor incluem a cor devida aos sólidos dissolvidos, mas também aos sólidos que se encontravam em suspensão.

A respeito do pH, uma faixa ampla de valores é adotada em literatura, a depender geralmente do coagulante e tipo de efluente estudado. No presente trabalho, foi optado por não haver alteração no pH, visto que o mesmo se encontrava próximo a valores de outras bibliografias.

A Erro! Fonte de referência não encontrada. demonstra o esquema de procedimentos experimentais e informações sobre as condições do *jar test*.



(Fonte: Os autores. VMR (velocidade de mistura rápida); VML (velocidade de mistura lenta); TMR (tempo de mistura rápida); TML (tempo de mistura lenta)).

A caracterização inicial indicou que o efluente apresentava valor de pH próximo da neutralidade, e que parâmetros como cor e turbidez eram elevados, sugerindo presença de sólidos. Além disso, o efluente apresentava altos valores de DBO (altas concentrações de carga orgânica) justificando o tratamento do efluente antes de seu lançamento no corpo hídrico. Percebeu-se também variação dos valores dos parâmetros em relação às coletas realizadas, mesmo as coletas tendo acontecido sempre no mesmo horário.

Tabela 5 – Caracterização das amostras utilizadas nos ensaios

Parâmetros	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	4ª coleta	Média
pH	6,8	6,7	6,7	6,6	6,7
Cor (mg Pt Co L ⁻¹)	19800,0	22450,0	36800,0	40500,0	29887,5
Turbidez (NTU)	246,0	347,0	320,3	301,0	303,6
UV _{254nm} (cm ⁻¹)	3,5	4,0	5,6	7,6	5,2
DBO (mg L ⁻¹)	1600,0	1050,0	2158,8	1932,5	1685,3

(Fonte: Os autores).

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso (DIC), em esquema fatorial 6x2, sendo 6 concentrações de PLC (0, 50, 100, 150, 200 e 250 mg L⁻¹) e 2 concentrações de peróxido de hidrogênio (0 e 1000 mg L⁻¹), totalizando 12 tratamentos, em quadruplicata. Os resultados dos ensaios foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e quando detectados diferença significativa ($p \leq 0,05$), testes de média e regressão foram aplicados.

O teste de normalidade W de Shapiro-Wilk demonstrou que os parâmetros turbidez, abs UV e DBO não apresentaram distribuição normal, portanto, foram utilizadas transformações do tipo Box-Cox, a fim de realizar a normalização dos dados para análise de variância.

A análise de variância indicou que as concentrações do coagulante promoveram diferença significativa ($p \leq 0,05$) na variação do pH, cor, turbidez, abs UV e DBO. As dosagens de peróxido apenas influenciaram o parâmetro cor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento nas doses de PLC promoveram variação positiva nos valores de pH (aumento em relação ao valor inicial), porém, a variação foi pequena, menor do que 15% (dados não apresentados). O aumento crescente no pH da amostra diferiu dos resultados apontados por Silva, Aquino e Santos (2007), quando os autores constataram consumo da alcalinidade do meio, causando redução do valor de pH.

Verificou-se maiores remoções de cor conforme o aumento nas concentrações do coagulante. Remoções superiores a 30% foram encontradas em concentrações superiores a 200 mg L⁻¹ (Figura 1 A). Valores próximos em termos de remoção de cor foram encontrados por Vaz et al. (2010) ao avaliar a utilização de cloreto férrico no tratamento de efluente de galvanoplastia.

Conforme supracitado, a remoção de cor foi estudada em relação à cor verdadeira, que compreende material dissolvido e coloidal e material em suspensão. Baixas remoções de cor evidenciam a não eficiência de aglutinação de partículas dissolvidas coloidais e sua separação por decantação. Isto é reforçado uma vez que houve remoção de turbidez (Figura 1 B), que é causada pelos sólidos suspensos.

Com relação à remoção de cor pela aplicação de peróxido de hidrogênio, a concentração de 1000 mg L⁻¹ promoveu melhor média (33,72%) em relação à não utilização do POA (8,52%). Aparentemente, a utilização de maiores concentrações do oxidante poderia ser viável para aumentar a remoção de cor ou mesmo promover remoção em relação aos outros parâmetros, uma vez que isto não aconteceu.

Para o parâmetro turbidez verificou-se melhores remoções nas maiores dosagens de cloreto férrico (acima de 200 mg L⁻¹) (Figura 1 B). Aparentemente a curva de remoção apresentava tendência de crescimento com a dosagem, sendo assim, possivelmente maiores dosagens do coagulante poderiam aumentar a remoção de turbidez, haja visto que as dosagens utilizadas foram relativamente baixas quando comparados a outros estudos com efluentes (MATOS et al., 2007; SHIBATA; ROSA; FREITAS, 2017). A utilização de floculantes poderia ser também uma opção, pois esses apresentam capacidade de agregação de flocos pequenos, potencializando a formação de flocos maiores e melhorando a decantação.

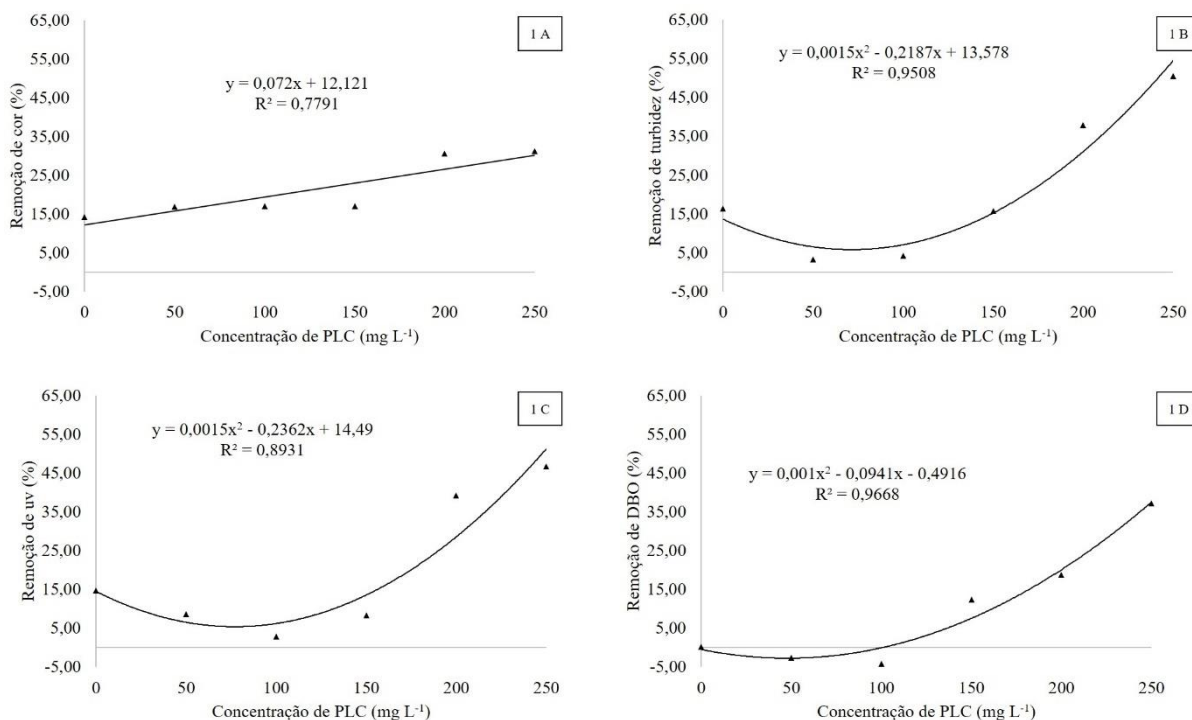


Figura 3 – Variação de cor (1 A), turbidez (1 B), abs UV_{254nm} (1 C) e DBO (1 D) em função das concentrações de coagulante PLC 8034. (Fonte: Os autores).

Para a abs UV verificaram-se bons valores de remoção em concentrações também superiores a 200 mg L⁻¹ do coagulante, atingindo aproximadamente 47% na maior concentração utilizada (Figura 1 C).

Esses resultados comprovam que as substâncias cromóforas presentes no efluente podem ser removidas com a utilização de tratamentos do tipo coagulação/floculação, reafirmando a importância do tratamento físico-químico (PEREIRA et al., 2018).

A DBO seguiu a mesma tendência do parâmetro turbidez, atingindo 38% na maior concentração de PLC (Figura 1 D). Os resultados no presente trabalho diferem dos encontrados por Felici et al. (2013) ao avaliar o emprego de coagulante férrico em lixiviado de aterro sanitário, quando os autores atingiram remoções de DBO próximas a 80%. Silva (2013), no entanto, ao aplicar cloreto férrico em efluente siderúrgico, atingiu remoção de 24,8%, valor próximo encontrado neste trabalho. Remoções de DBO conferem menores cargas no sistema biológico, podendo interferir no custo de implantação da estação de tratamento.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores residuais para o efluente bovino de linha vermelha. As remoções, principalmente em termos de cor e turbidez, justificam mais investigações quanto a aplicabilidade do sistema físico-químico juntamente com POA, no entanto, reafirma-se a necessidade de ampliar as faixas de dosagens testadas, a fim de buscar melhores valores de remoção para reduzir a pressão nos sistemas biológicos subsequentes, ou até o ponto de atingir parâmetros de emissão.

Tabela 6 – Valores residuais obtidos para os parâmetros analisados do efluente bovino em função das concentrações de peróxido e PLC

Parâmetros	Doses de PLC (mg L ⁻¹)					
	0	50	100	150	200	250
0 mg L⁻¹ de peróxido						
pH	6,8	6,6	6,5	6,3	6,1	5,8
Cor (mg Pt Co L ⁻¹)	26662,5	25837,5	28087,5	27825,0	21050,0	23512,5
Turbidez (NTU)	266,3	291,9	298,0	258,5	189,6	154,2
UV _{254nm} (cm ⁻¹)	4,2	4,5	5,1	4,8	2,6	2,8
DBO (mg L ⁻¹)	1696,5	1746,2	1797,9	1619,4	1337,8	1067,0
1000 mg L⁻¹ de peróxido						
pH	6,7	6,6	6,5	6,3	6,0	5,9
Cor (mg Pt Co L ⁻¹)	23225,0	21712,5	20525,0	21450,0	19600,0	18412,5
Turbidez (NTU)	247,4	292,3	289,8	267,5	201,6	155,9
UV _{254nm} (cm ⁻¹)	4,3	4,6	4,7	4,7	3,7	2,7
DBO (mg L ⁻¹)	1615,7	1677,6	1667,5	1237,3	1307,0	1023,8

Fonte: Os autores.

É importante ressaltar que a variação nas características do efluente descritas na Tabela 6 justificam a necessidade de análises periódicas, a fim de otimizar as doses de coagulante utilizadas no tratamento, podendo gerar ganhos econômicos.

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou a eficiência na remoção de materiais particulados, bem como dissolvidos, uma vez que além de remoção de cor e turbidez, houve também melhoria no efluente em termos de remoção de abs UV.

O peróxido de hidrogênio acentuou a remoção de cor, no entanto, sugere-se adoção de concentrações mais elevadas do POA estudado.

Não foram atingidos picos de remoções para os parâmetros estudados, resultando na hipótese de que as dosagens de coagulante utilizadas não foram suficientes. Além disso, sugere-se para estudos futuros a associação do processo de coagulação juntamente com floculantes, visto que estes possuem a capacidade de aglutinar as partículas, facilitando o processo de sedimentação.

Os valores de remoção encontrados, demonstram que o processo físico-químico, quando bem utilizado, é capaz de conferir reduções na carga orgânica, diminuindo assim os materiais sólidos presentes no efluente e, conseqüentemente, melhorando o tratamento biológico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, K. S. et al. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicação no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. *Ambiente & Água*, v. 11, n. 2, p. 387-401, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1862>.

BORBA, F. H. et al. Tratamento de efluente madeireiro por processo foto-fenton. *Estudos tecnológicos*, v. 4, n. 1, p. 12-20, 2008.

DIAS, O. A.; AGUIAR, F. S.; TIAGO, J. P. F. Avaliação da eficiência do tratamento de efluentes líquidos industriais de um abatedouro de bovinos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 18. 2016, Poços de Caldas. Anais [...] Muzambinho: Instituto Federal do Sul de Minas, 2016.

FELICI, E. M. et al. Remoção de carga orgânica recalcitrante de lixiviado de resíduos sólidos urbanos pré-tratado biologicamente por coagulação química-floculação-sedimentação. *Eng. Sanit. Ambient*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 177-184, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000200010>.

FRANÇA JUNIOR, A. T. Análise do aproveitamento energético do biogás produzido numa estação de tratamento de esgoto. 2008. Dissertação (Mestrado e Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista “Júnior de Mesquita Filho”, São Paulo, 2008.

- FURLAN, F. R. Avaliação da eficiência do processo de coagulação-floculação e adsorção no tratamento de efluentes têxteis. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2008.
- GALVEZ, J. B.; RODRIGUEZ, S. M. Solar Detoxification. Paris, 2003. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128772>. Acesso em: 14 out. 2020.
- GOMES, P. L.; SCHOENELL, E. K. Aplicação de ozônio e ozônio + peróxido de hidrogênio para remoção de compostos recalcitrantes em lixiviados de aterros sanitários. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 113-124, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018155758>.
- HUANG, C. P.; DONG, C.; TANG, Z. Advanced chemical oxidation: Its present role and potential future in hazardous waste treatment. Waste Management, v 13, n. 5-7, p. 361-377, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/0956-053X\(93\)90070-D](https://doi.org/10.1016/0956-053X(93)90070-D).
- LANGE, L. C. et al. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por processo oxidativo avançado empregando reagente de fenton. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 11, n. 2, p. 175-183, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522006000200011>.
- MARQUES, M. P. et al. Avaliação da eficiência do tratamento do efluente de uma estamparia por coagulação química. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 20, n. 10, 2017.
- MATOS, A. T. et al. Efeito da concentração de coagulantes e do pH da solução na turbidez da água, em recirculação, utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro. Engenharia Agrícola, v. 27, n. 2, p. 544-551, 2007.
- MIRANDA, D. F. R. Verificação da concentração ótima de cloreto de ferro na coagulação e tratamento de efluente de indústria alimentícia. 2015. Trabalho de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2015.
- MONACO, P. A. V. et al. Tratamento de esgoto sanitário utilizando coagulante natural seguido de filtro orgânico, Revista Caatinga, v. 27, n. 1, p. 28-40, 2014.
- PASCHOALATO, C. F. P. R.; TRIMAILOVAS, M. R.; BERNARDO, L. Formação de subprodutos orgânicos halogenados nas operações de pré-oxidação com cloro, ozônio e peroxônio e pós-cloração em água contendo substância húmica, Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 13, n. 3, p. 313-322, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522008000300011>.
- PAVANELLI, G. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada. 2001. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- PEREIRA, H. S. et al. Aplicação de coagulação/floculação para adequação de efluentes de lagoas de estabilização ao tratamento em membranas de ultrafiltração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 9., 2018, São Bernardo do Campo. Anais [...] Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2018.
- SANTOS, C. A. S. et al. Sistema de tratamento de efluentes de matadouro bovino utilizando lagoas de estabilização. Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 13, p. 1294-1302, 2011.
- SHIBATA, C. T.; ROSA, S. G.; FREITAS, E. O. Avaliação da eficiência de remoção de cor e turbidez na utilização de diferentes coagulantes em uma estação de tratamento de água com sistema misto de tratamento. In: CONGRESSO ABES/FENASAN, 27., 2017, São Paulo. Anais [...] Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017
- SILVA, M. R. R.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. Pós-tratamento de efluentes provenientes de reatores anaeróbios tratando esgotos sanitários por coagulantes naturais e não-naturais. Revista Tecnologia, v. 28, n. 2, p. 178-190, 2007.
- SILVA, R. G. Produção do coagulante cloreto férrico a partir de carepa da indústria siderúrgica. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- VAZ, L. G. L. et al. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia, Eclética Química, Araraquara, v. 35, n. 4, p. 45-54, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46702010000400006>.

VILLA, R. D.; SILVA, M. R. A.; NOGUEIRA, R. F. P. Potencial de aplicação do processo foto-fenton/solar como pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios. *Química Nova*, v. 30, n. 8, p. 1799-1803, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000800002>.

USO DO NDVI PARA AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES NA COBERTURA DO SOLO DA SUB-BACIA DO RIO CAIABI, MATO GROSSO

Aline Kraeski¹, Adilson Pacheco de Souza^{1,2,3}, Daniela Roberta Borella³, Marco Aurélio Barbosa Alves⁴, Francielli Aloisio Moratelli¹, Frederico Terra de Almeida^{1,2}

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, MT, Brasil. E-mail: alinekraeski@gmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, MT, Brasil.

³ Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, MT, Brasil.

⁴ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Ciências do solo, Seropédica, RJ, Brasil.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

O estudo foi desenvolvido na sub-bacia do rio Caiabi, localizada no estado de Mato Grosso. O qual teve como objetivo avaliar a dinâmica espaço-temporal do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) a fim de identificar o avanço da atividade antrópica na região e seu impacto sobre a cobertura do solo. Para calcular o NDVI foram utilizadas as bandas espectrais do infravermelho próximo e vermelho de imagens dos sensores TM do Landsat 5 e OLI do Landsat 8, correspondentes a dois anos distintos: 1986 e 2020. Através de técnicas de geoprocessamento os valores resultantes do NDVI foram reclassificados em intervalos estabelecidos, gerando mapas temáticos com 5 classes de NDVI, e para estas foi calculada a área correspondente em cada um dos anos, possibilitando a comparação destes e a identificação de mudanças ocorridas durante o período analisado. Como resultado foi possível concluir que a sub-bacia do rio Caiabi sofreu grande alteração da cobertura do solo, ocorrida pela retirada da vegetação natural, mais densa, para dar espaço as atividades antrópicas, mais especificamente a atividade agropecuária, que corresponde atualmente a principal forma de uso do solo na área de estudo. O NDVI se mostrou eficiente na identificação do desmatamento ocorrido na área durante o período analisado.

Palavras-chave: Índice de vegetação; Sensoriamento remoto; Alterações antrópicas; Desmatamento.

INTRODUÇÃO

Dentre as diversas possibilidades de obtenção de informações por meio de produtos oriundos do sensoriamento remoto destacam-se os índices de vegetação. Segundo Ponzoni, Shimabukuro e Kuplich (2012), vários índices já foram propostos para explorar as propriedades espectrais da vegetação, em especial nas faixas espectrais do visível e do infravermelho próximo, isso porque a reflectância da vegetação nessas duas regiões do espectro é bem diferenciada, permitindo o contraste da vegetação.

Um dos índices mais utilizados é o índice de vegetação por diferença normalizada, NDVI, proposto por Rouse et al. (1973). Sendo explorado em diferentes abordagens como ferramenta para o monitoramento da vegetação, o NDVI apresenta eficácia no acompanhamento da ação antrópica, como o avanço do desmatamento e áreas agrícolas (MOREIRA, 2007).

O NDVI resulta em valores que variam de -1 a 1, sendo que os valores negativos correspondem a solos que não apresentam cobertura vegetal, enquanto que os valores próximos de 1 indicam a presença de cobertura vegetal verde e densa, podendo corresponder a florestas tropicais, matas de galeria ou até mesmo áreas agrícolas irrigadas que se encontram estágio de pico de crescimento vegetativo (MENESES; ALMEIDA; BAPTISTA, 2019).

Por se tratar de um índice que permite realizar um monitoramento da vegetação, o NDVI é um aliado no diagnóstico da degradação de áreas. Tendo em vista que a cobertura vegetal corresponde a um fator extremamente importante na manutenção dos recursos naturais e exerce papel fundamental na manutenção do ciclo da água e conservação dos solos, contribuindo no aumento da porosidade e permeabilidade, ajuda a manter a umidade e fertilidade dos solos (MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011; SILVA; SCHULZ; CAMARGO, 2007).

Diversos estudos já foram desenvolvidos por meio da aplicação do NDVI visando diferentes objetivos. Aquino et al. (2018) utilizaram o NDVI com o objetivo de avaliar a degradação dos recursos naturais em uma área de caatinga, no estado do Ceará, na região semiárida brasileira. O NDVI também serviu de base para o estudo desenvolvido por Lima et al. (2013), tornando possível localizar a distribuição de diferentes usos do solo em uma sub-bacia localizada no estado de Minas Gerais, e também identificar áreas críticas em relação à cobertura vegetal. Victoria et al. (2012) desenvolveram um estudo que teve como objetivo avaliar o uso do NDVI para o mapeamento de áreas agrícolas no estado de Mato Grosso, através de séries temporais do NDVI, concluindo que a metodologia apresenta resultados satisfatórios.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a dinâmica espaço-temporal do NDVI na sub-bacia do rio Caiabi localizada no estado de Mato Grosso, a fim de identificar o avanço da atividade antrópica e mudanças na cobertura do solo na região entre os anos de 1986 e 2020.

MATERIAL E MÉTODOS

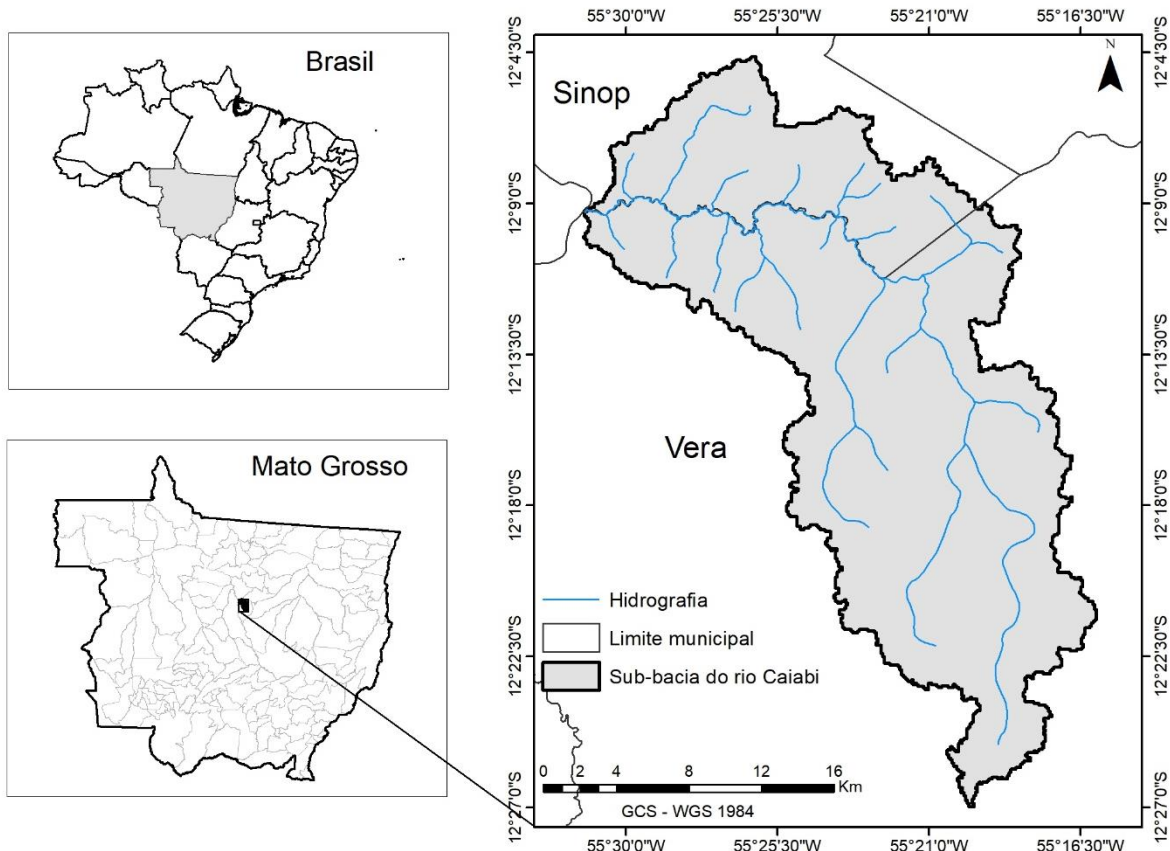


Figura 4 - Mapa de localização da sub-bacia do rio Caiabi. (Fonte: O autor).

A área de estudo corresponde a sub-bacia do rio Caiabi, que se localiza no norte do estado de Mato Grosso entre as latitudes 12° 4' 38" e 12° 27' 0" sul e longitudes 55° 16' 1" e 55° 31' 16" oeste. Com uma área territorial de 489 km², abrange parcialmente territórios dos municípios de Sinop e Vera, este último possuindo sua área urbana inteiramente dentro dos limites da sub-bacia (Figura 1). O clima da região é o tropical pela classificação de Köppen, apresentando duas estações bem definidas, uma chuvosa, entre os meses de outubro a abril, enquanto o restante do ano é seco. Economicamente a área se caracteriza pela expansão da atividade agrícola, representada em sua maior parte por cultivos temporários, sendo também possível encontrar na sub-bacia algumas áreas de pastagem (ANDRIETTI et al., 2016).

Para a realização do trabalho foram obtidas imagens orbitais dos sensores TM e OLI, correspondentes aos satélites Landsat 5 e 8 respectivamente. Visando identificar as mudanças ocorridas ao longo do tempo foram escolhidas imagens de dois anos distintos, 1986 e 2020, abrangendo a área de estudo. Para o ano de 2020 foi utilizada a cena 226/69 (órbita/ponto) de 03/07/2020, já para o ano de 1986 foram necessárias duas cenas, 226/68 e 226/69 (órbita/ponto), ambas referentes a 07/08/1986. Todas as cenas utilizadas correspondem ao período seco na região, quando há menor ocorrência de nuvens e foram adquiridas por meio da plataforma *Earth Explorer* da USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos).

As cenas passaram por um pré-processamento onde foi realizada calibração radiométrica e correção atmosférica com o módulo FLAASH do *software* ENVI, gerando como produto final bandas espectrais com valores de reflectância de superfície, esse mesmo método de preparação das imagens também foi adotado por Aquino et al. (2018). Em seguida foram extraídas de cada uma das cenas as bandas do infravermelho próximo e do vermelho, correspondentes as bandas de número 4 e 3 do sensor TM (Landsat 5) e 5 e 4 do sensor OLI (Landsat 8), e exportadas para o *software* ArcGis 10.2 para o cálculo do NDVI.

O NDVI foi calculado manualmente no *software* ArcGis através da ferramenta *Raster Calculator*, utilizando a equação descrita por Moreira (2007):

$$NDVI = \frac{(IVP - Ver)}{(IVP + Ver)} \quad (1)$$

Onde *IVP* corresponde aos valores de reflectância da banda do infravermelho próximo e *Ver* aos valores de reflectância da banda do vermelho.

Os valores gerados no cálculo do NDVI variam de -1 a 1, e estes foram submetidos a técnica de fatiamento, assim como foi feito por Lima et al. (2013), porém adotando intervalos diferentes. No presente estudo o fatiamento do

NDVI dividiu-se em 5 classes compreendendo os seguintes intervalos: -1 a 0; 0,01 a 0,25; 0,26 a 0,50; 0,51 a 0,75; 0,76 a 1. As classes obtidas no fatiamento do NDVI foram comparadas com informações coletadas em campo referente ao tipo de cobertura do solo encontrados na sub-bacia, isso tornou possível a realização de uma caracterização das classes de NDVI encontradas na área.

Por fim foi realizado o cálculo da área ocupada correspondente a cada uma das classes de NDVI nos dois anos, 1986 e 2020, bem como seus valores percentuais, permitindo assim identificar as mudanças sofridas ao longo do período analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado obtivemos cinco classes de NDVI na área de estudo, e estas foram caracterizadas com base nas informações coletadas em campo. A Tabela 1 mostra os intervalos usados para o fatiamento do NDVI, a identificação das classes e uma breve caracterização destas.

Tabela 1 - Classes de fatiamento do NDVI: intervalo, identificação e caracterização das classes

Intervalo do NDVI	Identificação da classe de densidade da vegetação	Caracterização da classe com base em informações de campo
-1 a 0	Sem vegetação/Água	Superfícies cobertas por água, em especial trechos dos cursos d'água que sofreram represamento.
0,01 a 0,25	Muito baixa ou inexistente	Área urbana, estradas e áreas agrícolas com solo descoberto.
0,26 a 0,50	Baixa	Pastagens e áreas agrícolas pós colheita, com a presença de restos vegetais dos cultivos colhidos.
0,51 a 0,75	Moderada	Pastagens em bom estado de conservação, áreas agrícolas com a presença de cultivos de cobertura do solo e áreas agrícolas irrigadas.
0,76 a 1	Alta	Áreas com a presença de vegetação arbórea que na área corresponde a formações florestais.

Fonte: O autor.

O intervalo do NDVI estipulado neste estudo para a classe água se assemelha com os valores retratados por Oliveira, Guasselli e Antunes (2012). As áreas agrícolas e pastagens, aqui associadas a valores de NDVI entre 0,01 e 0,75, apresentam-se na área de estudo com características diversas, o que resultam em distintas respostas de NDVI. Tomando como exemplo as áreas agrícolas, é possível encontrar solos sem a presença de vegetação devido a práticas de revolvimento do solo para incorporação de substâncias, outras áreas são mantidas com restos vegetais da cultura colhida, e há ainda áreas que são mantidas vegetadas com culturas de cobertura do solo e atualmente a sub-bacia também apresenta áreas com cultivo irrigado. Quanto as pastagens, é possível encontrá-las com diferentes níveis de degradação ou conservação na área de estudo. Essa grande variedade de situações presentes na sub-bacia do rio Caiabi faz com que os valores de NDVI para essas coberturas de solo apresentem um intervalo amplo dificultando também a diferenciação entre áreas agrícolas e pastagens.

Os mapas gerados com a classificação do NDVI (Figura 2) mostraram que houve grande modificação na sub-bacia do rio Caiabi entre os anos de 1986 e 2020 em relação a cobertura vegetal. Em uma rápida análise visual dos mapas é possível perceber que a classe de alta densidade da vegetação, representada pela cor verde escura com valor de NDVI entre 0,76 e 1, sofreu uma grande redução na área ocupada no decorrer desses 34 anos, e isso se deve ao fato dessa classe representar a vegetação nativa, que ao longo dos anos foi sendo suprimida para dar espaço ao desenvolvimento de atividades econômicas. A Tabela 2 apresenta a quantificação das áreas ocupadas por cada classe de NDVI, bem como os valores percentuais correspondentes.

Quanto a área ocupada por cada classe, predominava no ano de 1986 a classe com alta densidade de vegetação, ocupando mais de 80% da sub-bacia, que ao longo dos anos sofreu uma perda de 252 km² de área, passando a representar 31%. Em contrapartida todas as outras classes tiveram acréscimos de área durante o período analisado, com destaque para a classe de baixa densidade de vegetação que apresentou crescimento de 498%, devido ao ganho de 224 km² de área ocupada, passando a representar a maior parte da sub-bacia (55%). Também vale ressaltar a alteração sofrida pela classe água, que apesar de pouco representativa em abrangência territorial apresentou elevado crescimento percentual, isso deveu-se a construção de diversas represas na área, o que fez com que aumentassem as superfícies cobertas por água.

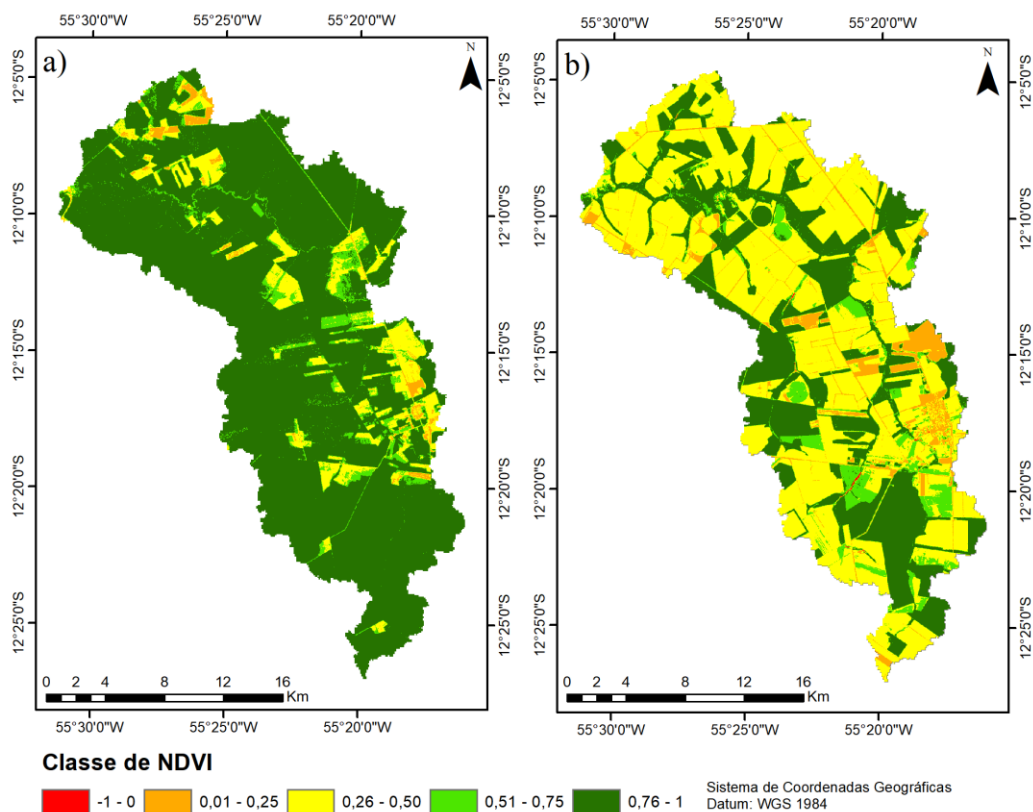


Figura 5 - Mapas de classificação do NDVI da sub-bacia do rio Caiabi: a) 1986; b) 2020. (Fonte: O autor).

Tabela 2: Área ocupada por classe de NDVI nos anos de 1986 e 2020

Intervalo NDVI	Identificação da classe de densidade da vegetação	1986		2020		Alterações	
		Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
-1 – 0	Sem vegetação/Água	0,0	0,0	0,3	0,1	0,3	49511,6
0,01 – 0,25	Muito baixa ou inexistente	7,1	1,4	27,2	5,6	20,1	284,7
0,26 – 0,50	Baixa	45,0	9,2	268,9	55,0	224,0	498,1
0,51 – 0,75	Moderada	31,4	6,4	39,0	8,0	7,6	24,3
0,76 - 1	Alta	405,9	82,9	153,9	31,4	-252,0	-62,1
-	Total	489,3	100,0	489,3	100,0	-	-

(Fonte: O autor).

Os resultados obtidos pelo NDVI evidenciaram que a sub-bacia do rio Caiabi passou por um processo intenso de desmatamento durante o período analisado, consequência da antropização da área, expressa pelo crescimento urbano e principalmente pelo aumento das atividades agrícolas e pecuárias na sub-bacia. Guilherme et al. (2016) ao realizar mapeamento do uso do solo no município de Coari, estado do Amazonas, também constatou redução das áreas de floresta devido ao avanço da atividade antrópica sobre a região entre os anos de 1986 a 2009 através do uso do NDVI.

É inegável o papel que as lavouras e criação de animais desempenham na produção global de alimentos (GARRETT et al. 2017), porém o manejo inadequado dos solos, assim como o pastejo excessivo, e a ausência de práticas conservacionistas podem refletir na degradação dos ambientes e seus recursos, em especial no solo (BORGES et al., 2009). Portanto, a ocorrência de drásticas mudanças nos ambientes em relação a cobertura do solo, como as ocorridas na sub-bacia do rio Caiabi, se não acompanhadas de adequadas práticas de conservação, podem acarretar graves problemas ambientais, impactando na qualidade dos ambientes e na qualidade de vida das populações que neles residem.

CONCLUSÃO

O uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, NDVI, se mostrou eficiente na identificação dos diferentes níveis de cobertura vegetal do solo na sub-bacia do rio Caiabi. Dessa forma foi possível constatar que a área sofreu grande redução da cobertura vegetal densa, devido ao intenso desmatamento ocorrido durante os últimos 34 anos, fenômeno que foi impulsionado pelo desenvolvimento do agronegócio na região, acarretando a redução dos níveis de proteção do solo na sub-bacia. Esses resultados alertam para a necessidade da adoção de boas práticas de manejo e conservação do solo, visando manter a produtividade aliada a conservação dos recursos naturais na sub-bacia do rio Caiabi.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Programa de Pós Graduação em Física Ambiental, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Programa de Pós Graduação em Ciências do solo, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior, CAPES, e Agência Nacional das Águas, ANA (Bolsas - Processo: 88887.144957/2017-00CAPES-ANA-DPB).

REFERÊNCIAS

ANDRIETTI, G. et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 11, n. 1, p. 162-175, 2016.

AQUINO, D. N. et al. Use of remote sensing to identify areas at risk of degradation in the semi-arid region. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 420-429, 2018.

BORGES, C.D. et al. Impacto de sistemas agropecuários na qualidade do solo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 22., 2009, Fortaleza, Anais [...]. Fortaleza: SBCS, 2009. CD-ROM.

GARRETT, R. D. et al. Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock systems: Current knowledge and remaining uncertainty. *Agricultural systems*, [s. l.], 155, p. 136-146, 2017.

GUILHERME, A. P. et al. Uso de índice de vegetação para caracterizar a mudança no uso do solo em Coari – AM. *Sociedade e Natureza*, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 301-310, 2016.

LIMA, G. C. et al. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do riacho dos cavalos, Cratéus – CE. *RA'EGA*, Curitiba, v.23, p. 520-533, 2011.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; BAPTISTA, G. M. M. *Reflectância dos materiais terrestres: análise e interpretação*. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2007.

OLIVEIRA, L. C. B.; GUASSELLI, L. A.; ANTUNES, R. L. Variação espaço-temporal de NDVI no rio Madeira, na área de aproveitamento hidrelétrico da UHE Santo Antônio – RO. *Revista Geonorte*, Manaus, v. 2, N. 4, p. 1823-1832, 2012.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. *Sensoriamento remoto da vegetação*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM*, 3., Washington. Anais [...]. Washington: NASA, 1973. v. 1. p. 309-317.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. *Erosão e Hidrossedimentologia em Bacia Hidrográficas*. 2. ed. São Carlos: RiMa, 158 p, 2007.

VICTORIA, D. C. et al. Cropland area estimates using Modis NDVI time series in the state of Mato Grosso, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 9, p.1 270-1278, 2012.

UTILIZAÇÃO DE MANIPUEIRA PARA TESTES DE PROPAGRAÇÃO VEGETATIVA DE *Passiflora edulis*

Gênesis Alves de Azevedo¹, Carlos Alberto Araújo Costa², Enilton Silva Rodrigues², Francisco dos Santos Pereira Neto², Emariane Satin Mortinho¹, Igor Alves da Silva²

¹ Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. Azevedogenesis21@gmail.com.

² Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, Brasil.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

A estaquia é uma técnica que permite a reprodução genética de espécies que apresentem características a serem estudadas na obtenção de produtos. Assim, o estudo teve por objetivo avaliar a eficiência do enraizamento em estacas de *Passiflora edulis* extraídas de brotações obtidas por meio da decepta manual, sob uso de doses de manipueira tratada em substrato comercial. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos, com 0 ml, 20 ml, 40 ml, 60 ml, 80 ml e 100 ml de doses de manipueira, com 5 repetições e 15 estacas em cada parcela. As variáveis analisadas foram: Comprimento do Sistema Radicular (CSR), Número de Raízes Primárias (NRP), Número de Raízes Secundárias (NRS), Massa Seca do Sistema Radicular (MSSR), também foi determinado o Tempo de Emissão Radicular (TER), Percentual de Sobrevivência das Estacas (PSE %) e Número de Folhas (NF). Dessa forma, o estudo mostra que teores altos de manipueira promovem o alongamento de divisão celular nas estruturas de *Passiflora edulis*. Assim, recomenda-se a aplicação de manipueira em estacas de *Passiflora edulis* nas doses de 40 e 80 mL, pois houve crescimento significativo na maioria dos parâmetros analisados.

Palavras-chave: Crescimento; Incremento Nutricional; Maracujazeiro.

INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa por estaquia é uma alternativa para superação das dificuldades na propagação via sementes e de clonagem de genótipos superiores de espécies nativas, possibilitando assim sua utilização para fins comerciais, já o processo de estaquia permite a obtenção rápida de plantas uniformes e de sexo conhecido. Diversos fatores influenciam o sucesso da propagação vegetativa, entre eles a posição da estaca no ramo, pelo grau de lignificação, quantidade de reservas e diferenciação dos tecidos, e o tipo de substrato, pelas suas características químicas e físicas (HARTMANN et al., 1990).

O maracujazeiro (*Passiflora*) possui um grande número de espécies, mais de 400, sendo que cerca de 120 são nativas do Brasil (BERNACCI, 2003). Os cultivos comerciais do País baseiam-se numa única espécie, o maracujá-amarelo ou azedo (*Passiflora edulis*), que representa mais de 95% dos pomares, devido à qualidade dos seus frutos, vigor, produtividade e rendimento em suco (MELETTI; BRÜCKNER, 2001). As plantas do maracujazeiro são de hábito trepador, sub-lenhosa, crescimento vigoroso e contínuo, sistema radicular de pouca profundidade, com folhas lobadas e verdes, com gavinhas (órgãos de sustentação) e gemas vegetativas (originam ramos) na axila da folha.

A flor é hermafrodita com estigmas localizados acima das anteras, dificultando a polinização. O fruto do maracujá é uma baga de formato variável, podendo ser globoso, ovóide ou piriforme, massa variando de 30 a 300g, com diâmetro variável podendo atingir até 9 cm, com cor variando entre amarela, roxa, esverdeada e avermelhada. A polpa do fruto tem cor amarelada a alaranjada, sementes numerosas, variando de 200 a 300 sementes ovais e pretas (RUGGIERO et al., 1996; MELETTI et al., 2000).

O maracujazeiro é a fruteira que mais tem atraído produtores devido ao seu destaque na fruticultura, que se expandiu como um todo nos últimos anos, por oferecer o mais rápido retorno econômico, bem como a oportunidade de uma receita distribuída ao longo do ano (MELETTI et al., 2010). Segundos os dados do IBGE (2020) a safra brasileira de maracujá em 2019 foi de 593.429 toneladas, onde cerca de 69% é produzido no Nordeste em uma área colhida de aproximadamente 28.629 há⁻¹, seguido do Sudeste com 12% e 5310 há⁻¹ e o Norte com 9% e 3.630 há⁻¹.

Vieites e Brinholi (1994) verificaram respostas positivas na utilização da manipueira, nas doses de 60 e 120 mL associadas à adubação mineral, na cultura da mandioca, com o aumento do comprimento e diâmetro das raízes e elevação da produtividade.

Assim, o estudo teve por objetivo avaliar a eficiência do enraizamento em estacas de *Passiflora edulis* extraídas de brotações obtidas por meio da decepta manual, sob uso de doses de manipueira tratada em substrato comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidos de forma aleatória, 5 ramos de *Passiflora edulis* que apresentaram características desejáveis para o estudo, bem como: Diâmetro na Altura do Peito (DAP) e Altura (H) para realização da divisão das estacas com auxílio de serra para madeira. De cada matriz, foram coletadas 92 estacas com comprimento médio de 15 cm de altura. Para que a manipueira fosse tratada corretamente e se transformasse em um complemento nutricional seguro para as plantas, foi realizada a fermentação anaeróbica do líquido, deixando em repouso durante 25 dias em garrafas de plástico

de 2 L, para que o ácido cianídrico, considerado venenoso, fosse evaporado. E, como produto dessa atividade, foi produzido a manipueira pronta para ser utilizada nos ensaios experimentais. A partir da soluções, foram separadas as quantidades de solução para os respectivos tratamentos. Na propagação vegetativa, as estacas foram fincadas em substrato comercial Plantmax em tubetes. À cada três dias foram adicionados as doses de solução de manipueira em cada tubetes nos respectivos tratamentos.

Diariamente, as estacas foram submetidas à rega com borrifador manual de 500 mL, para que não ocorresse umidade excessiva nos tubetes, interferindo no desenvolvimento das estacas, bem como seu estabelecimento no substrato. Semanalmente eram avaliados o número de cepas mortas e sinais de enraizamento visível, sendo consideradas mortas estacas secas ou escurecidas na sua superfície.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente causalizado, com 6 tratamentos, com 0, 20, 40, 60, 80 e 100 mL de dose de manipueira, com 5 repetições, contendo 15 estacas em cada parcela. As variáveis analisadas foram: Comprimento do Sistema Radicular (CSR), Número de Raízes Primárias (NRP), Número de Raízes Secundárias (NRS), Massa Seca do Sistema Radicular (MSR), também foi determinado o Tempo de Emissão de Raízes (TER), Porcentagem de Sobrevivência das Estacas (PSE %) e Número de Folhas (NF). Para avaliação as estacas foram retiradas das sacolas de polietileno para realização da limpeza das raízes, objetivando a remoção de solo e restos de substratos retidos em sua superfície, as raízes foram separadas do caule e seguida acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa em circulação forçada de ar, para secagem à temperatura de 80° C, até atingir o ponto de matéria seca em 48 horas, em seguida foram feitas pesagens das raízes para tabulação dos resultados.

Os dados obtidos foram tabelados e submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade por meio do software Infostat versão 2015I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 30 dias observou-se o enraizamentos das estacas nos tratamentos com 40 e 80 mL de manipueira, respectivamente (TER), levando em consideração as observações diárias de todas as repetições e tabelamento dos resultados diários, aos 45 dias todas as estacas apresentavam raízes primárias (NRP), sendo observada as maiores quantidades nos tratamentos na dose de 80 ml de manipueira, bem como as raízes secundárias (NRS) visíveis, (Figura 1). A presença de folhas nas estacas enraizadas influenciou no processo de formação radicular. Segundo Sousa (2011), presença de folhas no enraizamento de estacas também influencia no processo de formação radicular, auxiliando no transporte de substâncias promotoras de enraizamento e promovendo a perda de água por transpiração em mudas de *Malpighia emarginata* D.C.

Em relação ao número de folhas (NF) por estaca foi observado que a maior média ocorreu nos tratamentos que receberam doses de 40 mL de manipueira tratada. Havendo linearidade entre as repetições, sendo suficiente para determinar diferença exponencial quando as médias foram submetidas a testes estatísticos.

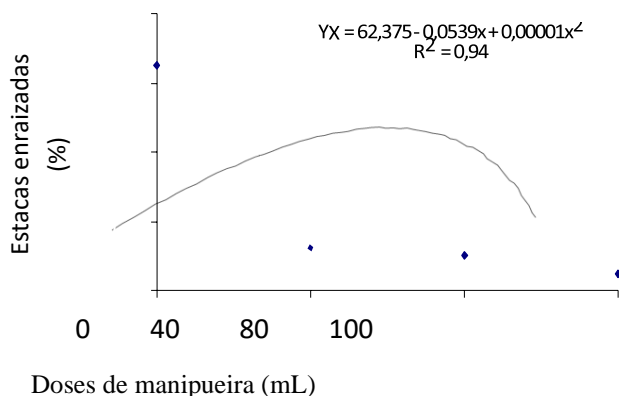


Figura 1 – Porcentagem de estacas enraizadas de maracujazeiro, tratadas com diferentes concentrações Manipueira. (Fonte: O autor).

Em relação a Massa Seca do Radicular (MSR) observou-se diferença estatística entre os tratamentos avaliados, de acordo com a análise estatística, as repetições com 40 mL de manipueira apresentaram as maiores médias. Enquanto, as testemunhas demonstraram os menores resultados de massa seca no respectivo parâmetro.

A porcentagem de sobrevivência das estacas viáveis por tratamento foi superior nas parcelas tratadas com 80 mL de manipueira, se comparado com o tratamento que não recebeu doses de manipueira, evidenciando a atribuição significativamente positiva das características químicas contidas na manipueira tratada. Não foi observado diferença estatística nos tratamentos em relação a variável no Comprimento do Sistema Radicular, contudo o tratamento que recebeu 40 mL de manipueira a cada três dias apresentou resultados levemente acima da médias dos demais tratamentos e os tratamentos com 100 mL apresentou os menores índices de estacas enraizadas (Figura 1), demonstrando assim que quantidades muito altas de manipueira podem prejudicar o desenvolvimento de estacas *Passiflora edulis*.

CONCLUSÃO

O enraizamento em estacas de *Passiflora edulis* extraídas de brotações obtidas por meio da decepa manual foi eficiente sob uso de doses de manipueira tratada em substrato comercial.

Recomenda-se a aplicação de manipueira em estacas de *Passiflora edulis* nas doses de 40 e 80 mL de manipueira, pois houve crescimento significativo na maioria dos parâmetros analisados.

REFERÊNCIAS

BERNACCI, L. C. Passifloraceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. (Ed.). Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo. São Paulo: RiMa, FAPESP, 2003. v. 3, p. 247 - 248.

HARTMANN, H.T. et al. Plant propagation: principles and practices. 5.ed. Englewood cliffs: Prentice-Hall. 1990. 647p.

IBGE. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil> Acesso em: 21 out.2020.

MELETTI, L. M. M. et al. Primeira cultivar de maracujazeiro– amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para a agroindústria de sucos., 2., 2000, Viçosa. Anais [...]. Simpósio brasileiro de melhoramento de fruteiras. Viçosa: Editora UFV, 2000.

MELETTI, L.M.M.; BRÜCKNER, C.H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001.

MELETTI, L. M. M.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Maracujá. Jaboticabal: FUNEP, (Série Frutas Nativas, 6), 2010.

SOUSA, T. P. et al. Efeitos de substâncias alternativas na propagação da *Malpighia emarginata* DC pelo método da estaquia. Cadernos de Agroecologia, v. 6, n. 2, 2011.

VIEITES, R.; BRINHOLI, O. Utilização da manipueira como fonte alternativa à adubação mineral na cultura da mandioca. Revista Brasileira de Mandioca, v. 13, p. 61-66, 1994.

VIABILIDADE POLÍNICA DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO CULTIVADOS NO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Angelo Gabriel Mendes Cordeiro¹, Guilherme Ferreira Pena¹, Joameson Antunes Lima¹, Edimilson Leonardo Ferreira¹, Jacó de Souza Santos¹, Ana Aparecida Bandini Rossi¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Alta Floresta - MT, Brasil. a1g2m3c4@gmail.com.

Área: Recursos Naturais

RESUMO

Dentre os diversos tipos de milho (*Zea mays* L.) existentes, os considerados crioulos se destacam por apresentarem algumas características que os tornam uma opção interessante de cultivo, principalmente para programas de melhoramento genético, sendo assim necessário conhecer o potencial reprodutivo destas variedades. Para isso, estudos de viabilidade polínica se mostram excelentes alternativas, por se tratarem de uma medida de fertilidade masculina baseados em parâmetros citológicos de coloração. Isto posto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade polínica de quatro variedades crioulas de milho (V₁, V₂, V₃ e V₄), cultivadas no norte de Mato Grosso. As análises das inflorescências coletadas foram realizadas com os corantes Reativo de Alexander e Carmim Acético e os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico GENES. Ambos os corantes se mostraram eficientes na distinção entre os grãos de pólen viáveis e inviáveis, uma vez que a análise de variância mostrou-se significativa apenas para as diferentes variedades. A V₂ apresentou a maior média de viabilidade e a V₃ a maior regularidade para ambos os corantes. As variedades estudadas demonstraram altas taxas de viabilidade, característica esta indispensável tanto para programas de melhoramento quanto em trabalhos relacionados à biologia reprodutiva desta espécie, ainda mais quando existem poucos trabalhos referenciados sobre o milho crioulo.

Palavras-chave: *Zea mays*; biologia reprodutiva; melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

Originário da América Central, o milho, nomeado botanicamente como *Zea mays* L., é uma gramínea anual pertencente à família Poaceae (GALINAT; CHANDRAVADANA, 1977) e representada por uma grande diversidade de tipos e raças, sendo considerada por Paterniani, Nass e Santos (2000), como uma das espécies de maior variabilidade genética entre as plantas cultivadas no mundo.

As raças consideradas crioulas são aquelas tradicionalmente cultivadas pelas comunidades rurais e, apesar de serem menos produtivas que as cultivares comerciais, apresentam vantagens que a tornam uma opção interessante de cultivo, como elevada variabilidade genética, maior resistência a pragas e doenças, ampla adaptação fenotípica e baixo custo de produção, uma vez que o agricultor pode obter e replantar a sua própria semente (SANDRI; TOFANELLI, 2008; NASS; PATERNIANI, 2000; ARAÚJO; NASS, 2002).

Por se tratar de uma espécie alógama, monóica e dicogâmica, ou seja, respectivamente requer o encontro de gametas de genitores distintos, os órgãos masculinos e femininos estão situados em locais separados na mesma planta e observa-se a falta de sincronia perfeita entre o florescimento masculino e feminino na mesma planta, o milho apresenta uma elevada taxa de fecundação cruzada (SCHUSTER, 2012).

Os gametófitos masculinos são produzidos na inflorescência masculina localizada no ápice da planta (pendão) enquanto os gametófitos femininos são produzidos na inflorescência feminina, que se desenvolve na axila de uma ou de duas folhas localizada(s) na parte central da planta (espiga ou boneca) (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Os estudos de viabilidade polínica são importantes no sentido de analisar o fluxo gênico entre espécies vegetais, pois evidenciam o potencial reprodutivo das plantas e pode ser útil em estudos de taxonomia, ecologia, genética e palinologia (FRESCURA et al., 2012).

A viabilidade do grão de pólen é uma medida de fertilidade masculina e pode ser determinada por método indireto, baseado em parâmetros citológicos como a coloração. Nesta metodologia, é frequente o uso de corantes nucleares como o Carmim Acético e o Reativo de Alexander, os quais auxiliam na distinção dos pólenes não funcionais (ALMEIDA et al., 2011; COLAS; MERCIER, 2000).

Tendo em vista o exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade polínica de quatro variedades crioulas de milho, cultivadas na região norte do Estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo da viabilidade polínica foram coletadas inflorescências em pré-antese de quatro variedades de milho crioulo (V₁, V₂, V₃ e V₄), cultivadas em experimento de dissertação de mestrado (SANTOS, 2020), localizadas no município de Carlinda, norte do Estado de Mato Grosso (Figura 1A e 1B). Logo após os botões florais serem coletados, estes foram fixados em uma solução (3:1) de etanol absoluto e ácido acético (Figura 1C). Em seguida, o material biológico foi levado ao Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus

de Alta Floresta – MT, onde foram mantidos por 24 horas em temperatura ambiente, posteriormente transferido para álcool 70% e armazenado em geladeira até o momento de uso.

Para avaliação da viabilidade dos grãos de pólen foi realizado o método colorimétrico, utilizando-se os corantes Reativo de Alexander e Carmim Acético. Foram confeccionadas oito lâminas para cada variedade, a partir da técnica de esmagamento das anteras, sendo adicionados 10µL do corante durante o preparo (Figura 1D e 1C).



Figura 1. Plantio experimental da dissertação de mestrado (A) de Souza (2020); Pendão do milho (B); Fixação das amostras na solução (3:1) de etanol absoluto e ácido acético (C); Preparação das lâminas (D e E). (Fonte: Os autores).

Com auxílio de microscópio ótico binocular (Primo Star Zeiss), por meio do método de varredura, foram contabilizados 300 grãos de pólen por lâmina, na objetiva de 40X, totalizando assim 2.400 grãos de pólen por variedade. Com os dados obtidos, calculou-se a porcentagem de pólen viáveis para cada variedade por meio da fórmula abaixo:

$$\text{Viabilidade do pólen (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de grãos de pólen corados} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de grãos pólen total}}$$

Os resultados foram submetidos à análise estatística, conforme o modelo fatorial abaixo:

$Y = m + A_i + B_j + A_i B_j + e_{ij}$, em que:

Y = efeito da variável dependente;

m = efeito da média dos tratamentos;

A_i = efeito do i-ésimo fator A (corante);

B_j = efeito do j-ésimo fator B (variedade);

$A_i B_j$ = efeito da interação entre os i-ésimos fatores A com os j-ésimos fatores B;

e_{ij} = efeito do erro amostral aleatório do experimento.

As médias obtidas foram comparadas pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0.05$). As análises foram realizadas pelo programa computacional estatístico GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os corantes Carmim Acético e Reativo de Alexander foram eficientes na distinção entre os grãos de pólen viáveis e inviáveis (Figura 2).

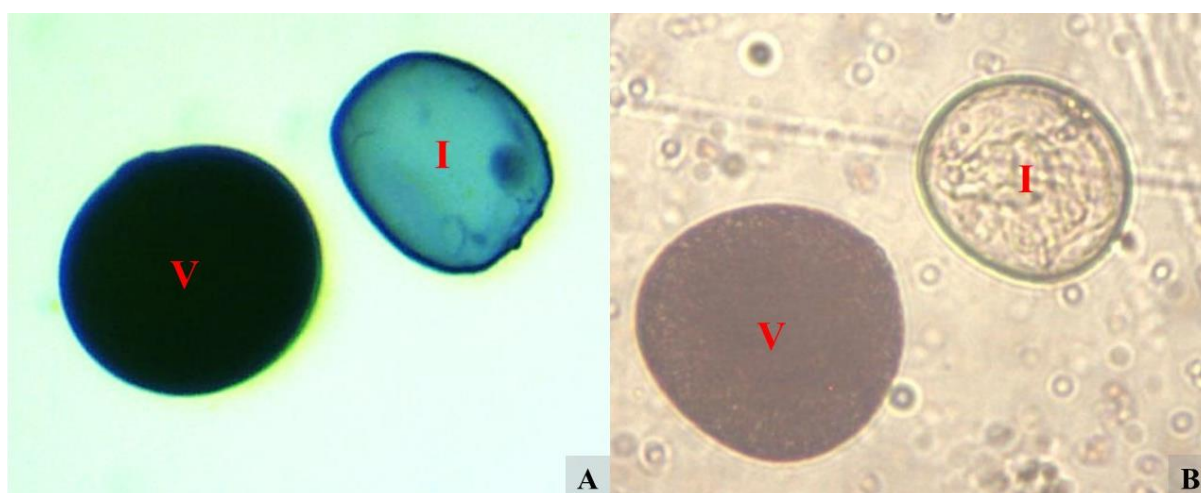


Figura 2. Grãos de pólen de *Zea Mays* L., corados com Reativo de Alexander (A) e Carmim Acético; V: pólen viáveis e I: pólen inviáveis. (Fonte: Os autores).

O reativo de Alexander é composto por Orange G, fucsina ácida e verde malaquita. Este último, é característico por corar a parede celular de verde, a fucsina reage com o DNA corando o interior da célula enquanto o Orange G serve como um intensificador. Desse modo, os grãos de pólen inviáveis não apresentam material genético, sendo, portanto corados de verde (ALEXANDER, 1980). O corante carmim acético indica a integridade cromossômica por meio da reação com o material genético existente no citoplasma, corando, neste estudo, de vermelho escuro os grãos de pólen viáveis, enquanto que os inviáveis, que como já mencionado, não possuem informações genéticas, revelam-se transparentes, uma vez que não são corados (PAGLIARINI; POZZOBON, 2004).

Os resultados da análise de variância só se mostraram significativos entre as variedades, evidenciando assim que não houve diferença estatística entre os corantes utilizados e nem na interação entre os corantes com as variedades, provavelmente devido à falta de significância entre os corantes avaliados. A diferença observada entre as diferentes variedades avaliadas confirma a existência de variabilidade genética nas raças de milho crioulo (Tabela 1).

Devido a ambos os corantes terem sido eficientes na distinção de pólen viáveis e inviáveis e, levando em consideração o fato de que não houve diferenças estatísticas em eles, ambos os corantes são indicados para estudos como este, não sendo, portanto, necessário a utilização dos dois. Entretanto, a concordância nos resultados entre diferentes corantes fornece subsídios para a realização de inferências mais seguras a respeito das médias de viabilidade obtidas.

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) da viabilidade polínica de quatro variedades de milho crioulo, com os corantes Carmim Acético e Reativo de Alexander

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	QM	F
Variedades	3	84,53	3,95**
Corantes	1	0,11	0,01 ^{ns}
Variedades x Corantes	3	50,45	2,36 ^{ns}
C.V. (%)		4,86	
Média geral (%)		95,15	

** significativo a 5%; C.V.: Coeficiente de variação. Fonte: Os autores.

A diferenciação estatística das médias de viabilidade entre as variedades avaliadas pode ser resultado de variações genéticas entre os genótipos ou de diferentes períodos de florescimento (SHIVANNA; RANGASWAMY, 1992), de alterações fisiológicas (STANLEY; LINSKENS, 1974), ou até do estágio de desenvolvimento do botão floral (NOGUEIRA et al., 2015). Além disso, Santos (2020) em seu trabalho com híbridos de milho relata que fatores externos como o horário de coleta, a umidade do ar e a temperatura ambiente também contribuíram na variação média da viabilidade polínica da espécie.

De acordo com Pimentel Gomes (1985), o coeficiente de variação obtido (4,86) é considerado baixo, indicando que houve uma elevada precisão experimental durante a condução dos tratamentos. As médias de viabilidade dos pólen de todas as quatro variedades, com ambos os corantes (Carmim Acético e Reativo de Alexander) ficaram acima de 90% (Tabela 2).

Tabela 2. Média da viabilidade polínica com Carmim Acético e Reativo de Alexander para quatro variedades de milho crioulo.

Variedades	Reativo de Alexander	Carmim Acético
V ₁	93.00 Aa	90.67 Ab
V ₂	93.71 Ba	98.50 Aa
V ₃	96.66 Aa	97.50 Aa
V ₄	97.08 Aa	94.12 Aab

Médias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal (Fator: corante) e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical (Fator: variedade), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Os autores.

A variedade 2 apresentou a maior média de viabilidade com 98,50%, quando analisada com o Carmim Acético, entretanto, a variedade 3 foi a mais regular ao observarmos os dois corantes. Os valores de viabilidade encontrados são considerados altos, pois, segundo Souza, Pereira e Martins, (2002) a viabilidade polínica é considerada alta desde que os valores estejam acima dos 70%.

Estudos relacionados a biologia reprodutiva em espécies vegetais são indispensáveis aos programas de melhoramento pois permitem compreender o potencial reprodutivo dos gametas, constatar a taxa de cruzamento, a eficiência da fecundação, a fertilização do pólen e, por conseguinte, a formação da semente (LOVE, 1951; VIEIRA et al., 2005).

Variedades que apresentam altas taxa de viabilidade polínica, como as analisadas neste estudo, são altamente desejáveis pelos melhoristas principalmente em cruzamentos direcionados, processos de hibridação, obtenção de linhagens e métodos de melhoramento populacionais (SANTOS, 2020).

CONCLUSÃO

Ambos os corantes foram eficientes na distinção entre os grãos de pólen viáveis e inviáveis. Sendo assim, não se fez necessário utilizar os dois corantes para avaliação da viabilidade polínica do milho, recomendando-se o uso de apenas um dos dois.

As variedades crioulas analisadas apresentaram percentuais médios elevados de viabilidade polínica. Estes resultados indicam a estabilidade reprodutiva da espécie, demonstrando que apesar de serem menos produtivas que cultivares híbridas, as variedades crioulas apresentam altas taxas de reprodução.

Os resultados encontrados neste estudo fornecem subsídios para futuros trabalhos botânicos e principalmente para programas de melhoramento, evidenciando assim a importância deste tipo de pesquisa, uma vez que há uma ausência considerável de trabalhos referentes à biologia reprodutiva da espécie, principalmente quando tratamos de variedades crioulas.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMAT, pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor;

À toda equipe do GENBIOMOL, em especial aos meus orientadores, Dr. Guilherme Ferreira Pena e Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M.P. Versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. *Staintechology*, v.55, n.1, p.13-18, 1980.
- ALMEIDA, C. et al. Conservação e germinação *in vitro* de pólen de milho (*Zeamays* subsp. *mays*). *Brazilian Journal of Botany*, v.34, n.4, p.493-497, 2011.
- ARAÚJO, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. *Scientia Agricola*, v.59, n.3, p.589-593, 2002.
- COLAS, F.; MERCIER, S. Évaluation et maintien de la viabilité des pollens utilisés dans le programme d'amélioration des arbres. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Forêt Québec, Direction de la recherche forestière. n.135. p.78, 2000.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- FRESCURA, V.D.S et al. Pollen viability of *Polygala paniculata* L. (Polygalaceae) using different methods of staining. *Biocell*, v.36, n.3, p.143-145, 2012.
- GALINAT, W.C.; CHANDRAVADANA, P. Pericarp thickness and the origin of maize. *Maize Genetics Cooperatives Newsletter*, v. 51, p. 43-44, 1977.

- LOVE, R.M. Varietal differences in meiotic chromosomes behavior of Brazilian wheats. *Agronomy Journal*, v.43, n.2, p.72-76, 1951.
- NASS, L.L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. *Scientia Agricola*, v.57, n.3, p.581-587, 2000.
- NOGUEIRA, P.V. et al. Germinação de pólen e aplicação de ácido bórico em botões florais de nespereiras. *Bragantia*, v.74, n.1, p.9-15, 2015.
- PAGLIARINI, M.S.; POZZOBON, T. Meiose em vegetais: um enfoque para a caracterização de germoplasma. *In: Curso de Genética Aplicado a Recursos Vegetais*, Brasília: Embrapa recursos genéticos e biotecnologia-DF, p.24-41, 2004.
- PATERNIANI, E.; NASS, L.L.; SANTOS, M.X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. *In: UDRY, C. W.; DUARTE, W. (Org.). Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos*. Brasília: Paralelo 2000. p.11-41.
- PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. 12. ed. Piracicaba: Editora Nobel, p.467, 1985.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2001. 906p.
- SANDRI, C.A.; TOFANELLI, M.B.D. Milho crioulo: Uma alternativa para rentabilidade no campo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.38, n.1, p.59-61, 2008.
- SANTOS, J.S. Caracterização de variedades locais de milho do norte do estados de Mato Grosso e sua aplicação na educação básica com o uso da experimentação. 2020. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Alta Floresta, 2020.
- SANTOS, R.C. Efeito do Horário de Coleta Sobre a Viabilidade Polínica e o Comportamento Meiótico de Milho (*Zea mays* L.). 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Alta Floresta, 2020.
- SHIVANNA, K.R.; RANGASWAMY, N.S. *Pollen biology, A laboratory manual*. 1. ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992.
- SCHUSTER, I. Fluxo gênico e coexistência de lavouras com espécies transgênicas e convencionais. *Informativo Abrates*, v.23, n.1, p.39-45, 2013.
- SOUZA M.M.; PEREIRA, T.N.S.; MARTINS, E.R. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpadegener*). *Ciência Agrotécnica*. v.26, n.6, p.1209-1217, 2002.
- STANLEY, R.G.; LINSKENS, H.F. *Pollen: biology, biochemistry and management*. 1. ed. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p.172, 1974.
- VIEIRA, E.A. et al. Emprego de modelos gráficos na seleção de genitores de milho para hibridização e mapeamento genético. *Ciência Rural*, v.35, n.5, p.986-994, 2005.

Obras do Programa MT CIÊNCIA

Série Livros

1. Parasitologia Aplicada aos Animais de Produção
2. Espécies arbóreas da estação ecológica Rio Ronuro
3. Entre saberes e experiências: uma coletânea de práticas pedagógicas de uma escola pública
4. Administração de medicamentos pela via parenteral
5. Vitrine tecnológica agrícola: culturais anuais na recuperação de pastagens
6. Temas de importância na suinocultura e avicultura de Mato Grosso “Swine and Poultry Day”
7. Ética na pesquisa com seres humanos: orientações e procedimentos para aprovação de projetos
8. Ciências da Natureza e Matemática: relatos de ensino, pesquisa e extensão. Volume 2
9. Anais do I Simpósio em Ciências Ambientais do Norte de Mato Grosso (SICANM)

Série Acadêmica

1. Antiparasitários de uso em artrópodes
2. Moscas e mutucas de importância em Parasitologia Zootécnica
3. Mosquitos nematóceros importância em Parasitologia Zootécnica
4. Resistência à Antiparasitários
5. Uso básico do PowerPoint para montagem de apresentações
6. Gráficos, tabelas e operações básicas em bioestatística utilizando o Excel
7. Cálculos farmacêuticos aplicados à Medicina Veterinária
8. Protocolos para o isolamento e cultivo de bactérias do gênero *Bacillus*
9. Simplificando a Química: Estequiometria
10. Simplificando a Química: Tabela periódica
11. Simplificando a microbiologia: Manual de aula prática
12. Validação de método analítico aplicado às ciências farmacêuticas
13. Simplificando a imunologia: imunidade inata e adaptativa

Série Tecnologia

1. Introdução ao Manejo Integrado de Pragas
2. Introdução à Cosmetologia
3. Guia prático para criar *Tenebrio molitor* e seu uso como isca na atividade de pesca esportiva
4. Formigas cortadeiras no Mato Grosso: Orientações técnicas para o controle
5. Preparo de “semente inóculo” para o cultivo do cogumelo comestível Shiitake

Série Pequenos Cientistas

Entomologia

1. Mosquitos
2. Entomologia em versos
3. Percevejos
4. Besouros (1ª Edição)
5. Besouros (2ª Edição)

Mundo invisível

6. Coronavírus
7. Coronavirus (English)
8. Coronavirus (Español)
9. Coronavírus (Libras)
10. Coronavírus (Macuxi – Língua Indígena)
11. Coronavírus (Waiwai – Língua Indígena)
12. Coronavírus (Wapichana – Língua Indígena)
13. Fungos
14. Bactérias

Eu e o outro

15. Trânsito

O segredo dos alimentos

16. Nutrientes

Série Melhor Idade

1. Combatendo a Covid-19

Série Ciência Divertida

1. Tirinhas de Parasitologia: *Haematobia irritans* (mosca-dos-chifres)

SICANM

Realização:



Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade e Agroecossistemas
Amazônicos
Universidade do Estado de Mato Grosso



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS - PPGCAM

