

AUREANE CRISTINA TEIXEIRA FERREIRA

**DOSES DE NITROGÊNIO NO MILHO SAFRINHA E
NA FORRAGEIRA SOB EFEITO RESIDUAL DA
CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2017

AUREANE CRISTINA TEIXEIRA FERREIRA

**DOSES DE NITROGÊNIO NO MILHO SAFRINHA E
NA FORRAGEIRA SOB EFEITO RESIDUAL DA
CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2017

	AUREANE CRISTINA TEIXEIRA FERREIRA	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2017
--	---------------------------------------	----------------	-----------------



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



AUREANE CRISTINA TEIXEIRA FERREIRA

**DOSES DE NITROGÊNIO NO MILHO SAFRINHA E
NA FORRAGEIRA SOB EFEITO RESIDUAL DA
CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho

ALTA FLORESTA-MT

2017

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Catalogação na fonte: Francisco Leandro Castro Lopes CRB1/3017

F383d	Ferreira, Aureane Cristina Teixeira. Doses de nitrogênio no milho safrinha e na forrageira sob efeito residual da co-inoculação na cultura da soja / Aureane Cristina Teixeira Ferreira. Alta Floresta-MT, 2017. 68f.:il. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) e Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho. 1. <i>Azospirillum brasilense</i> . 2. Adubação nitrogenada. 3. Pastagem. I. Autor. II. Título. CDD: 630
-------	--

DOSES DE NITROGÊNIO NO MILHO SAFRINHA E NA FORRAGEIRA SOB EFEITO RESIDUAL DA CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA

Aureane Cristina Teixeira Ferreira

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 24/02/2017

Prof. Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho
Orientador – UNEMAT/ PPGBioAgro

Prof. Dr. Gustavo Caione
UNEMAT/ PPGBioAgro

Prof. Dr. Maurel Behling
EMBRAPA - SINOP

DEDICATÓRIA

A Deus, fonte de todo meu ser.

Aos meus pais Auzeni Teixeira Ferreira e Haroldo Aparecido Ferreira, fonte de todos os sentimentos e ensinamentos que me tornam uma pessoa melhor.

Minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

À minha irmã Kellen Patrícia Ferreira e cunhado Ismael dos Santos, pelo amor, cuidado e companheirismo.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus de Alta Floresta* e ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), pela oportunidade de capacitação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT, pela bolsa de estudos concedida durante o desenvolvimento da pesquisa para elaboração da dissertação de mestrado.

Ao Prof. Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho, pela brilhante orientação, paciência, dedicação, por acreditar e investir no meu crescimento profissional e por ser exemplo na nossa profissão e na sua história.

Aos professores do PPGBioAgro, especialmente ao Prof. Dr. Oscar Mitsuo Yamashita, pela disposição em ajudar, pela parceria e amizade.

Ao Ricardo A. Felito, pela colaboração na minha pesquisa em campo e amizade desenvolvida durante esse tempo.

Ao Adriano, Paulo, Murilo, Priscila, Lara, Fabiana, Simone, Francisco e Givanildo, por colaborarem nas coletas de dados; ao Sr. Roberto, Sr. Moacir e Sr. Paulo, pelas tantas manutenções a campo e ao Guilherme, Reginaldo e Lucas pela orientação e ajuda no Laboratório de Análise de Solo, Adubo e Foliar.

Aos funcionários da biblioteca, secretaria, transportes, zeladoria, laboratórios, pois exercem apoio fundamental no desenvolvimento de pesquisas na UNEMAT Alta Floresta.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	03
3. CAPÍTULOS.....	04
3.1. CO-INOCULAÇÃO DA CULTURA DA SOJA E O EFEITO RESIDUAL NO MILHO SAFRINHA SOB DOSES DE N	04
Resumo	05
Abstract	06
Introdução	07
Material e Métodos.....	09
Resultados e Discussão	15
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas	36
3.2. DOSES DE NITROGÊNIO NA FORRAGEIRA SOB EFEITO RESIDUAL DA CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA	42
Resumo	43
Abstract	43
Introdução	44
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão	50
Conclusões.....	61
Referências Bibliográficas	62
4. CONCLUSÕES GERAIS	68

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Coeficiente de variação (CV%), diferença mínima significativa (DMS), valor de F e valores médios para comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), volume da raiz (VR) e teor foliar de nitrogênio (N) para a cultura da soja durante o florescimento pleno em função da inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016.....	15
2. Coeficiente de variação (CV%), diferença mínima significativa (DMS), valor de F e valores médios para altura de inserção da vagem (AV), número de vagens por planta (NV), número de grãos (NG), massa de 1000 grãos (1000G), produtividade (PROD) para a cultura da soja em função da inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT 2016.....	16
3. Coeficiente de variação (CV%), diferença mínima significativa (DMS), valor de F e valores médios para fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) para a cultura da soja durante o florescimento pleno em função da inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016	17
4. Valores de F e coeficiente de variação (CV%) para altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC) e índice spad (SPAD) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação, na cultura do milho em sucessão à soja. Alta Floresta-MT, 2016.....	18
5. Diferença mínima significativa (DMS), valores de F para regressão e valores médios para altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), índice de cor verde (ICV), massa seca da parte aérea (MSPA) e comprimento de raiz (CR) de plantas de milho em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016.....	19

6.	Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios para comprimento de raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), volume da raiz (VR) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação para plantas de milho. Alta Floresta-MT, 2016	20
7.	Massa seca de raiz (g) e volume de raiz (cm ³) em função da inoculação e de doses de nitrogênio.....	21
8.	Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios de comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (GE), massa de 1000 grãos (1000G) e produtividade (PROD) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação para plantas de milho. Alta Floresta-MT, 2016.....	24
9.	Valores de F para regressão, diferença mínima significativa (DMS) e valores médios para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (GE) em função da inoculação e co-inoculação e doses de N para cultura do milho. Alta Floresta-MT, 2016.....	25
10.	Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios na planta para teor de nitrogênio (N), eficiência de utilização do nitrogênio (EUN), recuperação do nitrogênio aplicado (RNA), eficiência agrônômica (EA) e eficiência fisiológica (EF) no milho, influenciados por doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta, MT, Brasil, 2016.....	27
11.	Valores de F para regressão, diferença mínima significativa (DMS) e valores médios para eficiência de utilização do nitrogênio do milho (EUN) influenciada por doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta, MT, Brasil, 2016.....	27
12.	Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios nas plantas para teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação para plantas de milho. Alta Floresta-MT, 2016.....	29

13. Teores de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (S) em função da inoculação e de doses de nitrogênio nas plantas de milho	30
14. Valores de F para regressão, diferença mínima significativa (DMS) e valores médios para os teores potássio (K) e enxofre (S) em função da inoculação e co-inoculação e doses de N para cultura do milho. Alta Floresta-MT, 2016.....	33

CAPÍTULO 2

1. Valores de F e coeficientes de variação (CV%) para massa seca no 1º corte (MS1), relação folha:colmo (RFC), índice de cor verde (ICV), massa seca no 2º corte (MS2) e palhada (PALH) em função de doses de nitrogênio aplicadas e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016	50
2. Valores de F para regressão e médias para massa seca no 1º corte (MS1), relação folha/colmo (RFC), massa seca no 2º corte (MS2) e palhada (PALH) em função do efeito residual da inoculação e co-inoculação e aplicação de doses de N em cobertura no consorcio milho e <i>Urochloa ruziziensis</i> . Alta Floresta-MT, 2016.....	51
3. Valores dos níveis de significância, coeficiente de variação (CV%) e valores médios de teor de N na planta (N), eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), recuperação do nitrogênio aplicado (RNA), eficiência agrônômica do N aplicado (EA) e eficiência fisiológica (EF) para a forrageira <i>Urochloa ruziziensis</i> em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016	55
4. Valores de F e valores médios de teor de N , eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), recuperação do nitrogênio aplicado (RNA) e eficiência fisiológica (EF) em função da inoculação e co-inoculação e doses de N na forrageira <i>Urochloa ruziziensis</i> . Alta Floresta-MT, 2016.....	57
5. Eficiência Agrônômica do N Aplicado (EA) influenciada por doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016.....	59

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial mensal durante o período de dezembro de 2015 a agosto de 2016	09
2. Diâmetro de colmo do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.....	19
3. Índice spad no milho em função das doses de nitrogênio aplicadas ...	20
4. Massa seca da raiz do milho em função de doses de nitrogênio aplicadas com inoculação e co-inoculação.....	22
5. Volume da raiz de plantas de milho em função de doses de nitrogênio aplicadas para inoculação e co-inoculação.....	23
6. Comprimento de espiga de milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.....	25
7. Grãos por espiga do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.....	26
8. Produtividade do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas	26
9. Teor de nitrogênio na planta do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas	28
10. Eficiência de utilização do nitrogênio no milho em função das doses de nitrogênio aplicadas	29
11. Teor de fósforo nas plantas de milho em função da inoculação e co-inoculação e das doses de nitrogênio aplicadas.....	31
12. Teor de cálcio nas plantas de milho em função da inoculação e co-inoculação e das doses de nitrogênio aplicadas.....	31
13. Teor de magnésio nas plantas de milho em função da inoculação e co-inoculação e das doses de nitrogênio aplicadas.....	32
14. Teor de potássio nas plantas milho em função das doses de nitrogênio aplicadas	33
15. Teor de enxofre nas plantas milho em função das doses de nitrogênio aplicadas	34

CAPÍTULO 2

1. Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação mensal durante o período de maio a novembro de 2016	46
2. Massa seca produzida no 1º corte de <i>Urochloa ruziziensis</i> em função das doses de nitrogênio	52
3. Produção de palhada da forrageira <i>Urochloa ruziziensis</i> em função de doses de N para inoculação e co-inoculação.....	54
4. Teor de nitrogênio na planta de <i>Urochloa ruziziensis</i> em função das doses de nitrogênio aplicadas.....	56
5. Eficiência de utilização de N para <i>Urochloa ruziziensis</i> em função das doses de nitrogênio aplicadas.....	57
6. Recuperação do N aplicado para <i>Urochloa ruziziensis</i> em função das doses de nitrogênio aplicadas.....	58
7. Eficiência agronômica do N aplicado em <i>Urochloa ruziziensis</i> em função das doses de nitrogênio aplicadas	60

LISTA DE SIGLAS e ABREVIATURAS

BPCPs - Bactérias promotoras de crescimento de plantas

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAPEMAT - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA

FBN - Fixação biológica de nitrogênio

ILP - Integração lavoura-pecuária

ha - Hectare(s)

PPGBioAGRO - Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos

RESUMO GERAL

FERREIRA, Aureane Cristina Teixeira. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2017. **Doses de nitrogênio no milho safrinha e na forrageira sob efeito residual da co-inoculação na cultura da soja.** Orientador: Marco Antonio Camillo de Carvalho.

No contexto da agricultura, é essencial o uso adequado e racional dos fertilizantes, onde se destacam os nitrogenados. Os fertilizantes nitrogenados apresentam custo elevado e também representam potencial poluidor para o meio ambiente mas podem ser substituídos, total ou parcialmente, pela ação de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e bactérias promotoras do crescimento de plantas, através da inoculação ou da co-inoculação das sementes. Objetivou-se verificar o desempenho das culturas da soja, do milho, da forrageira *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*) e a produção de palhada, em função co-inoculação na cultura da soja e da adubação nitrogenada no milho e na forrageira em sucessão, no consórcio milho + braquiária. Para a cultura da soja o delineamento utilizado foi blocos ao acaso com vinte repetições cada, sendo os tratamentos constituídos pela inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* com e sem a co-inoculação com *Azospirillum brasilense*. O delineamento para a cultura do milho e para a forrageira foi em faixa, sendo os tratamentos experimentais constituídos pela combinação da inoculação e a co-inoculação na faixa (fator principal) e cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), aplicadas no milho safrinha consorciado com *Urochloa ruziziensis* nas parcelas (fator secundário), com quatro repetições. Avaliou-se as características vegetativas e reprodutivas para as culturas da soja e do milho e para a forrageira foi avaliada a produção de massa seca, palhada e teores de N. Os dados de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância, sendo que para tratamento qualitativo (inoculação) as médias foram comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade e para o fator quantitativo (doses de N) foi realizado o estudo de regressão polinomial, com auxílio do software Sisvar. A co-inoculação elevou a massa seca da raiz da soja e do milho. Houve aumento no comprimento da espiga de milho. Não houve diferença para a produtividade da soja e do milho. A co-inoculação na cultura da soja proporcionou efeito residual no primeiro corte da forrageira; obtendo-se melhores resultados para massa seca. Para relação folha:colmo, a

inoculação apresentou melhor índice. Para as características vegetativas e reprodutivas da cultura do milho, as doses de N, na maioria das vezes, proporcionaram resposta linear crescente. A eficiência de utilização de N pela *Urochloa ruziziensis* foi favorecida pelo aumento das doses de N, enquanto que a recuperação do N aplicado, a eficiência agrônômica e a eficiência fisiológica regrediram com o aumento das doses de N aplicadas.

Palavras-chave: Milho + braquiária, *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada, pastagem.

ABSTRACT

FERREIRA, Aureane Cristina Teixeira. M.S. Universidade do Estado de Mato Grosso, February, 2017. **Nitrogen doses in maize and forage under residual effect of co-inoculation in soybean crop.** Advisor: Marco Antonio Camillo de Carvalho.

In the context of agriculture, the proper and rational use of fertilizers is essential, in which the nitrogenous ones stand out. Nitrogen fertilizers are costly and also represent a pollutant potential for the environment, but they can be totally or partially replaced by the action of atmospheric nitrogen-fixing bacteria and plant growth promoting bacteria through inoculation or co-inoculation of seeds. We objected with this study to verify the performance of soybeans, maize, forage *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*) and straw production as a function of co-inoculation in soybean and nitrogen fertilization in corn and forage in succession, in the maize + brachiaria consortium. For the soybean crop the design was randomized blocks with twenty replicates each, and the treatments were constituted by inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* with and without co-inoculation with *Azospirillum brasilense*. The experimental design consisted of the combination of inoculation and co-inoculation in the main factor and five N doses (0, 50, 100, 150 and 200) Kg ha⁻¹, applied to the second crop maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* in the plots (secondary factor), with four replications. The vegetative and reproductive characteristics were evaluated for the soybean and corn crops and the dry matter, straw and N yields were evaluated for the forage. Data from all the evaluations were submitted to analysis of variance. The qualitative treatment (inoculation) was compared by the F test at 5% probability and the quantitative factor (N doses) polynomial regression study with the aid of the Sisvar software was carried out. Co-inoculation increased the dry mass of soybean and corn roots. There was an increase in the length of the corn ear. There was no difference in soybean and corn productivity. Co-inoculation in the soybean crop provided a residual effect on the first cut of the forage, obtaining better results for dry mass. For leaf:stem ratio, inoculation presented a better index. For the vegetative and reproductive characteristics of the maize crop, the doses of N, for the most part, provided an increasing linear response. The efficiency of N utilization by *Urochloa ruziziensis* was favored by the increase of

N rates, while N recovery applied, agronomic efficiency and physiological efficiency regressed with the increase of applied N rates.

Key words: Maize + brachiaria, *Azospirillum brasilense*, nitrogen fertilization, pasture.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O histórico da abertura e utilização de grandes áreas no norte mato-grossense para implantação de pastagens demonstra a exploração sem cuidados adequados na maioria das vezes, resultando em algum estágio de degradação. Entre os principais pontos que demonstram o mau uso desta terra, está a falta de cuidados técnicos, por muitas das vezes, em função do não entendimento de que a pastagem deve ser tratada como uma cultura, a qual necessita de cuidados como, por exemplo, adubação. Assim, as pastagens chegam ao ponto de ficarem improdutivas, levando a queda nos índices zootécnicos do rebanho, além de agravantes mais recentes como a morte súbita das pastagens.

Nos últimos anos, se tem observado nessa região o aumento de áreas agrícolas, especialmente soja e milho, o que tem trazido mudanças nos sistemas de exploração econômica, notoriamente com o cultivo da soja para a reforma de pastagens. Dessa forma, o sistema de integração lavoura-pecuária surge como uma alternativa para recuperação do potencial produtivo destas áreas.

No contexto da agricultura, é essencial o uso adequado e racional dos fertilizantes, onde se destacam os nitrogenados. Os fertilizantes nitrogenados apresentam custo elevado e também representam potencial poluidor para o meio ambiente, mas podem ser substituídos, total ou parcialmente, pela ação de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e de bactérias promotoras do crescimento de plantas (CAMPO & HUNGRIA, 2014), através da inoculação e/ou da co-inoculação.

A técnica alternativa da co-inoculação ou inoculação mista, consiste na utilização de combinações de diferentes microrganismos, os quais produzem efeito múltiplo, em que se superam os resultados produtivos obtidos com os mesmos isoladamente, podendo promover incrementos no rendimento de culturas agrícolas, quando utilizada conjuntamente (YADEGARI et al., 2010; BÁRBARO et al., 2011).

Neste sentido, o uso de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs), como o *Azospirillum brasilense* conjuntamente com *Bradyrhizobium sp* (fixadora de nitrogênio), pode ser eficiente na redução ou

até mesmo substituição da aplicação de insumos químicos, além de diminuir os efeitos causados por estresses bióticos e abióticos e aumentar a produtividade da cultura.

A inoculação com essas bactérias aumenta o número de radículas e o diâmetro das raízes laterais e adventícias, provavelmente devido à produção de hormônios pelas bactérias, melhorando assim a absorção de água e nutrientes (CAVALLET et al., 2000), além da fixação do nitrogênio atmosférico.

Um dos manejos mais utilizados no consórcio milho + braquiária é a semeadura em plantio direto. Sendo o clima tropical caracterizado por altas temperaturas e alta pluviosidade, a mineralização da palhada sobre o solo nessa região acontece de forma intensificada, comparada a esse processo em regiões de clima mais ameno. No entanto, o consórcio milho + braquiária surge também como uma alternativa para que ocorra incremento de palhada proveniente dos cultivos, sendo que também esse pode ser utilizado com foco na integração lavoura-pecuária.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da co-inoculação na cultura da soja sobre o seu desempenho agrônômico, e também no milho e na forrageira em sucessão sob diferentes doses da adubação nitrogenada.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÁRBARO, I. M.; BÁRBARO JÚNIOR, L. S.; TICELLI, M.; MACHADO, P.C.; MIGUEL, F. B. Resultados preliminares da co-inoculação de *Azospirillum brasilense* juntamente com *Bradyrhizobium* em soja. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 12, 2011.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M., (Orgs.). **Anais da XIII Reunião da Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola (RELARE)**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 35 p.(Embrapa Soja. Documentos, 350).

CAVALLET, L.E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, R.; OST, C.F. 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.

YADEGARI, M.; RAHMANI, H. A.; NOORMOHAMMADI, G; AYNEBAND, A. Plant growth promoting rhizobacteria increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 33, n. 12, p. 1733-1743,2010.

3. CAPÍTULO 1

3.1. DOSES DE NITROGÊNIO NO MILHO SAFRINHA CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA SOB EFEITO RESIDUAL DA CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA

Resumo – (Doses de nitrogênio no milho safrinha consorciado com braquiária sob efeito residual da co-inoculação na cultura da soja). A co-inoculação consiste no uso de combinações de microrganismos, os quais produzem um efeito de sinergismo, ultrapassando resultados produtivos obtidos de forma isolada. Objetivou-se avaliar o efeito da inoculação e co-inoculação sobre a cultura da soja e seu reflexo sobre a cultura do milho sob doses de N no sistema de consórcio milho + braquiária. O experimento foi instalado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alta Floresta – MT em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico. Para a cultura da soja o delineamento utilizado foi blocos ao acaso, sendo os tratamentos constituídos pela inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* com e sem a co-inoculação com *Azospirillum brasilense*, com vinte repetições cada. O delineamento para a cultura do milho foi em faixa, sendo os tratamentos experimentais constituídos pela combinação da inoculação e a co-inoculação na faixa (fator principal) e cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), aplicadas no milho safrinha consorciado com *Urochloa ruziziensis* nas parcelas (fator secundário), com quatro repetições. Avaliou-se as características vegetativas e reprodutivas das culturas da soja e do milho. Os dados de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância e, para o tratamento qualitativo (inoculação) as médias foram comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade e para o fator quantitativo (doses de N) foi realizado o estudo de regressão polinomial, com auxílio do software Sisvar. A co-inoculação elevou a massa seca da raiz da soja e do milho, porém esse incremento não se deu na parte aérea. Houve aumento no comprimento na espiga do milho. Não houve efeito da co-inoculação na produtividade da soja e do milho.

Palavras-chave: Consórcio milho + braquiária, *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada, pastagem.

Abstract - (Nitrogen doses in the corn intercropped with brachiaria under the residual effect of the co-inoculation in the soybean crop).

Co-inoculation consists in the use of combinations of microorganisms, which produce a synergism effect, surpassing productive results obtained in isolation. We objected with this study to evaluate the effect of inoculation and co-inoculation on the soybean crop and its effect on the corn crop under N doses in the maize and brachiaria consortium system. The experiment was installed in the experimental area of the Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Alta Floresta Campus - MT in DISTROFIC RED-YELLOW LATOSOLO. For soybean cultivation, a randomized complete block design was used, with *Bradyrhizobium japonicum* inoculation with and without co-inoculation with *Azospirillum brasilense*, with twenty replicates each. The experimental design consisted of the combination of inoculation and co-inoculation in the range (main factor) and five N doses (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹) applied to the maize crop, intercropped with *Urochloa ruziziensis* in the plots (secondary factor), with four replications. The vegetative and reproductive characteristics of soybean and corn crops were evaluated. The data of all the evaluations were submitted to analysis of variance and for the qualitative treatment (inoculation) the means were compared by the F test at 5% probability and for the quantitative factor (N doses) the regression study Polynomial, with the help of Sisvar software. Co-inoculation increased the dry mass of the soybean and corn roots, but this increase did not occur in the aerial part. There was an increase in length of corn ear. There was no effect of co-inoculation on soybean and corn yield.

Key words: Maize + brachiaria consortium, *Azospirillum brasilense*, nitrogen fertilization, pasture.

Introdução

Em geral para todas as culturas, o nitrogênio (N) é o nutriente que as plantas necessitam em maior quantidade. Porém, devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas, a dependência das condições ambientais e ao seu efeito no rendimento das culturas, o N é o elemento que apresenta maiores dificuldades de manejo, pois a dose e época de aplicação variam em função das culturas, da fonte e forma utilizadas e das condições edafoclimáticas em que elas estão submetidas.

A inoculação na cultura da soja com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* já é tida como convencional e é um dos fatores determinantes para se atingir elevados rendimentos sem o uso da adubação nitrogenada, sendo a fixação biológica de nitrogênio (FBN) uma fonte sustentável do nutriente (FIPKE et al., 2016).

Buscando os benefícios que a inoculação pode proporcionar, outras tecnologias têm sido pesquisadas, como é o caso da co-inoculação (ZUFFO et al., 2015), que consiste no uso de combinações de microrganismos, os quais produzem efeito de sinergismo, ultrapassando resultados produtivos obtidos de forma isolada (FERLINI, 2006, BÁRBARO et al., 2008).

Neste contexto, tem sido utilizado em conjunto com *Bradyrhizobium*, bactérias do gênero *Azospirillum*. Além de auxiliar na superação de estresses ambientais (CHIBEBA et al., 2015), o *Azospirillum* em inoculação ou em co-inoculação melhora a germinação das sementes, o crescimento de plantas, a ramificação de raízes e nodulação das mesmas (JUGE et al., 2012).

Uma questão a ser elucidada em relação a inoculação e a co-inoculação é referente a seu efeito residual para a cultura subsequente, pois a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense*, segundo Jordão et al., (2011), incrementou a produtividade do milho safrinha através da FBN, e também pode contribuir para o balanço positivo de N na sucessão.

Outra questão que ainda não está esclarecida é a dose de N que deve ser aplicada ao milho safrinha, onde na literatura existem vários trabalhos (BASTOS et al., 2008, SOUZA E SORATTO 2006, KAPPES et al., 2009, SORATTO et al., 2010) e uma grande variação na resposta, tendo-se obtido as melhores produtividades em doses variando de 70 a 180 kg ha⁻¹ de N. Faltam

informações principalmente quando se trata de sistemas consorciados, como consórcios com forrageiras e a integração lavoura-pecuária.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da co-inoculação sobre a cultura da soja e seu reflexo sobre a cultura do milho, sob doses de N, no sistema de consórcio milho + braquiária.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alta Floresta – MT, cujas coordenadas geográficas são 09° 51' 42" S e 56° 04' 07" W, com altitude de 283 metros. O clima predominante da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Am, com duas estações climáticas bem definidas. Apresenta precipitação média anual de 2.400 mm, com intensidade máxima nos meses de janeiro, fevereiro e março, possuindo 5 meses secos (EPE, 2009). A temperatura média anual é de 24°C, sendo a máxima de 40°C e mínima de 14°C.

Os valores de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar média durante o período do experimento em campo foram obtidos na estação meteorológica da Universidade do Estado de Mato Grosso, localizada ao lado da área experimental (Figura 1).

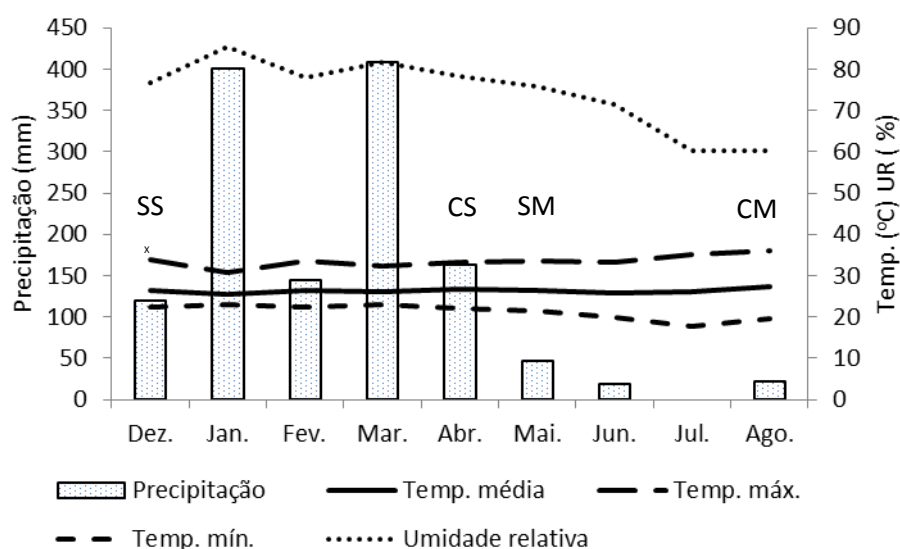


Figura 1. Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial mensal durante o período de dezembro de 2015 a agosto de 2016.

SS – semeadura da soja
CS – colheita da soja
SM – semeadura do milho
CM – colheita do milho

A área onde foi instalada a pesquisa, anteriormente estava sendo cultivada com *Urochloa brizantha* cv Marandú (Syn. *Brachiaria brizantha* cv Marandú). O solo do local é classificado conforme Embrapa (2013) como

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico. No mês de julho do ano de 2015 foi amostrado solo na camada de 0-0,20 m, sendo vinte amostras simples compondo a amostra composta, para determinação das características químicas e granulométricas visando o cálculo da adubação a ser utilizada, obtendo-se os seguintes resultados: 23,0 g dm⁻³ de matéria orgânica; pH (CaCl₂) 5,22; 1,22 mg dm⁻³ de P (pelo extrator Mehlich 1); 0,14 cmol_c dm⁻³ de K; 1,79 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,67 cmol_c dm⁻³ de Mg; 3,89 cmol_c dm⁻³ H + Al; CTC efetiva 8,0 cmol_c dm⁻³ e 52,2% de saturação por bases. As características granulométricas foram: 386 g kg⁻¹ de argila; 140 g kg⁻¹ de silte e 474 g kg⁻¹ da fração areia.

O delineamento experimental utilizado para a cultura da soja foi em blocos ao acaso com dois tratamentos, constituídos pela inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* com e sem a co-inoculação de *Azospirillum brasilense*, com 20 repetições cada. Para a cultura do milho o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em faixas, com 10 tratamentos e 4 repetições. A área experimental total foi de 1.680 m², onde cada subparcela teve as dimensões de 6 m de largura por 7 m de comprimento, apresentando-se um total de 40 subparcelas.

Os tratamentos para a cultura do milho foram constituídos pela combinação da inoculação residual de *Bradyrhizobium japonicum* e a co-inoculação com *Azospirillum brasilense* na faixa (fator principal) e cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) aplicadas no milho safrinha consorciado com *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*) nas parcelas (fator secundário). Cada parcela foi constituída por 12 linhas de soja e de milho consorciado com forrageira com sete metros de comprimento e espaçadas em 0,5 m entre si. Para área útil de cada parcela foram consideradas as quatro linhas centrais, desprezando-se 1,0 m em ambas as extremidades, tendo como área útil de cada parcela 10 m².

A semeadura da soja ocorreu em 08 de dezembro de 2015, sendo utilizada a cultivar TMG 133 RR no espaçamento de 0,5 m entre linhas e população de 280.000 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura seguiu as recomendações de Novais (1999) aplicando-se 400 kg ha⁻¹ do formulado comercial 00:30:20. Momentos antes à semeadura foi realizada a inoculação

com 80 g de Nitro Geo® (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080) para 50 kg de sementes e a co-inoculação com 80 g de Nitro Geo soja turfa ® (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080) para 50 kg de sementes + 100 mL de Nitro Geo AZ® (estirpes AbV5 e AbV6) para 25 kg de sementes.

Durante a condução do experimento, aos 63 dias após a semeadura, foi realizada na cultura da soja a aplicação de herbicida utilizando produto contendo o ingrediente ativo glifosato. Aos 57, 75 e 84 dias após a semeadura da soja, foram feitas aplicações de inseticidas, sendo os ingredientes ativos tiametoxam + lambda-cialotrina na primeira e terceira aplicações e metomil na segunda. Foram seguidas as recomendações do compêndio de defensivos agrícolas e bulas dos produtos e as aplicações foram feitas utilizando pulverizador costal com bomba manual, aplicando-se em todas as pulverizações o volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Na cultura da soja foram realizadas as seguintes avaliações: comprimento, massa e volume de raiz e comprimento e massa da parte aérea: por ocasião do florescimento pleno, foram amostradas 10 plantas de cada parcela e efetuadas a mensuração, com auxílio de régua graduada em mm do comprimento das raízes e da parte aérea (distância entre o colo da planta até o ápice radicular e ápice do caule) e também determinada a massa seca de parte aérea e de raízes em balança de precisão (0,01 g).

As extrações de raízes para avaliações foram realizadas durante o estágio de desenvolvimento R2 da soja, em trincheiras paralelas à linha de cultivo, com aproximadamente 20 cm de largura por 60 cm de profundidade e uso constante de água, abrangendo duas plantas. O volume de raiz foi mensurado com auxílio de uma proveta, colocando-se conhecida quantia de água e posteriormente a raiz, assim foi feita nova leitura, descontando-se o volume da água. Para determinação da massa seca, as raízes e parte aérea foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 ± 2°C por 72 horas (massa constante) e posteriormente pesadas. A altura de planta foi determinada na época do pleno florescimento (R2) e a inserção da primeira vagem por ocasião da colheita, medindo-se ao acaso, 10 plantas por repetição, dentro da área útil de cada parcela. Para a altura de planta, foi medida a distância entre o nível do solo até o ápice do caule e a altura de inserção da

primeira vagem foi determinada pela distância entre o nível do solo e a inserção da primeira vagem no caule. O número de vagens e número de grãos por planta foi calculado pela média dos valores obtidos em dez plantas por tratamento e repetição. A produtividade de grãos foi determinada colhendo-se todas as plantas dentro da área útil de cada parcela (10 m²). Após a trilhagem e limpeza, os grãos foram pesados em balança de precisão (0,01 g) e, após a determinação do grau de umidade, se corrigiu os valores para 13% de água, sendo os valores expressos em kg ha⁻¹. Massa de 1000 grãos: após a determinação da produtividade, se fez contagem e pesagem de quatro amostras de 1000 grãos de soja por repetição, em balança de precisão (0,01 g).

A semeadura do milho ocorreu logo após a colheita da soja, em 14 de maio de 2016, sobre a palhada da mesma. A cultivar de milho utilizada foi a 2B877 PW (híbrido simples), no espaçamento entre linhas de 0,5 m e na população de 55.000 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura seguiu as recomendações de Alves et al., (1999), sendo aplicados 16 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O, através do formulado 04:30:12.

O milho foi consorciado com a *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*), sendo esta semeada simultaneamente com a cultura, na quantidade de 12 kg ha⁻¹. Para isso as sementes da forrageira foram misturadas ao adubo e depositadas no compartimento de fertilizante da semeadora, sendo distribuídas na mesma profundidade do adubo. Em 06 de junho de 2016, quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico V6 (seis folhas totalmente desenvolvidas), se fez a adubação de cobertura, aplicando-se manualmente as doses de N de cada tratamento (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), sendo utilizada como fonte de N a ureia (45% de N). A dose de N recomendada nessas condições é de 100 kg ha⁻¹ segundo Alves et al., (1999).

Para condução da cultura do milho consorciado, foi instalado um sistema de irrigação convencional, sendo o fornecimento de água realizado de acordo com a necessidade hídrica da cultura, atingindo no máximo 7 mm dia⁻¹. Tal fornecimento foi necessário devido atipicamente o regime de chuva no final do ano anterior ter sido insuficiente, o que acarretou um atraso na implantação da soja e conseqüentemente do milho.

Na cultura do milho foram realizadas três aplicações de inseticida, aos 10, 53 e 59 dias após a semeadura, utilizando tiametoxam + lambda-cialotrina como ingredientes ativos na primeira aplicação, lambda-cialotrina na segunda e metomil na terceira para controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), e lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*). Foram seguidas as recomendações do compêndio de defensivos agrícolas e bula dos produtos, sendo as aplicações realizadas com pulverizador costal motorizado aplicando-se um volume de 400 L ha⁻¹.

A colheita do milho foi realizada dia 24 de agosto de 2016, de forma manual, coletando-se as espigas das 4 linhas centrais, desprezando-se 1 m das extremidades (área útil da parcela). Após a colheita de toda área útil também foram colhidas as espigas das bordaduras.

Na cultura do milho foram determinadas as seguintes características em 10 plantas da área útil de cada parcela: comprimento, massa e volume de raiz e comprimento e massa da parte aérea, realizado de acordo com metodologia descrita para a cultura da soja. Altura de planta – determinada medindo-se a distância entre o nível do solo à inserção da folha-bandeira; altura de inserção da 1ª espiga - determinada medindo-se a distância entre nível do solo até a inserção da espiga; diâmetro do colmo - determinado no segundo nó a partir da base do nível do solo, com auxílio de paquímetro digital; comprimento da espiga debulhada – determinada medindo-se o comprimento de 10 espigas de cada parcela; diâmetro da espiga debulhada – determinado no terço médio de 10 espigas de cada parcela; número de grãos por espiga: determinado contando-se os grãos de 10 espigas por parcela; produtividade - realizou-se a debulha das espigas colhidas nas plantas das quatro linhas centrais de cada parcela (área útil); massa de 1000 grãos - após a determinação da produtividade fez-se contagem e pesagem de quatro amostras de 1000 grãos de milho por repetição, em balança de precisão (0,01 g). A produção obtida foi corrigida para 13% de água, expressa em kg ha⁻¹.

Para a cultura da soja e milho foi realizada amostragem de plantas para determinação do teor de N e demais nutrientes (P, K, Ca, Mg e S), sendo amostradas 10 plantas por parcela em época de florescimento pleno. As plantas amostradas secas em estufa de circulação forçada com temperatura

controlada entre 65°C a 70°C por 72 horas ou até atingirem massa constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em sacos plásticos. No Laboratório de Análise de Solo, Adubo e Foliar da Universidade do Estado de Mato Grosso – Alta Floresta foi determinado o teor foliar de N através da metodologia de Kjeldahl, que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação (SILVA, 2009). A determinação de P, K, Ca, Mg e S foi realizada através da digestão nitro-perclórica e leitura através de espectroscopia de massa plasma acoplado indutivamente.

Durante a coleta das plantas, foram realizadas também as leituras de índice spad com o clorofilômetro Spad 502 minolta, sendo amostrada a 3º folha totalmente desenvolvida a partir do ápice na haste principal, 10 plantas por parcela e 10 pontos por folha.

Com os dados obtidos de massa seca e teor de nitrogênio foram realizadas as seguintes determinações: eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) = $(\text{massa seca total, kg})^2 / (\text{acúmulo de N, g})$; em $(\text{kg de MS})^2/\text{g de N}$ acumulado (SIDDIQI & GLASS, 1981); recuperação do nitrogênio aplicado (RNA) = $\text{acúmulo de N (kg) com adubação} - \text{acúmulo de N (kg) sem adubação} / \text{dose de N aplicada (kg)} \times 100$; em % (FAGERIA, 1998); eficiência agrônômica do N aplicado (EA) = $\text{massa seca com adubação (kg)} - \text{massa seca sem adubação (kg)} / \text{dose de N (kg)}$; em $\text{kg de MS} / \text{kg N aplicado}$ (FAGERIA, 1998) e eficiência fisiológica (EF) ou eficiência biológica = $\text{massa seca com adubação (kg)} - \text{massa seca sem adubação (kg)} / \text{acúmulo de N com adubação (kg)} - \text{acúmulo de N sem adubação (kg)}$; em $\text{kg de MS} / \text{kg de N acumulado}$ (FAGERIA, 1998).

Os dados de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância sendo as médias do fator quantitativo (inoculação) comparadas pelo teste F e para o fator quantitativo (doses de N) foi realizado o estudo de regressão polinomial, com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para características avaliadas durante o florescimento pleno na cultura da soja estão apresentados na Tabela 1. Nesta fase fenológica, quando ocorre o maior acúmulo de matéria seca pela planta, comprimento de raiz não foi influenciado pela co-inoculação. Para as demais variáveis, sendo elas, o comprimento da parte aérea, a massa seca da parte aérea, a massa seca da raiz, o volume de raiz e o teor de nitrogênio foliar, todos tiveram incremento nos valores com a adição do *Azospirillum brasilense* à inoculação.

Tabela 1. Coeficiente de variação (CV%), diferença mínima significativa (DMS), valor de F e valores médios para comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), volume da raiz (VR) e teor foliar de nitrogênio (N) para a cultura da soja durante o florescimento pleno em função da inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016

Tratamento	CR cm pl ¹	CPA cm pl ¹	MSPA g pl ¹	MSR g raiz ¹	VR cm ³ raiz ¹	N g kg ⁻¹
<i>Bradyrhizobium</i>	36,00 a	67,58 b	21,76 b	2,38 b	5,80 b	42,46 b
<i>Brad.+Azosp.</i>	36,50 a	70,28 a	32,33 a	3,07 a	8,07 a	45,62 a
CV (%)	17,71	5,26	28,02	21,86	19,54	3,68
DMS	4,11	2,32	4,85	0,38	0,87	1,52
F	0,06 ^{ns}	5,56*	19,47**	13,50**	28,16**	19,02**

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns}, **, * Não significante, significante a 1% e significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

Com relação a *Azospirillum*, Barassi et al. (2008) relatam a alteração em variáveis fotossintéticas das folhas, incluindo o teor de clorofila e condutância estomática, maior teor de prolina na parte aérea e raízes, melhoria no potencial hídrico, incremento no teor de água do apoplasto, maior elasticidade da parede celular, maior produção de biomassa, maior altura de plantas. Considerando estes efeitos, pode-se conseguir melhores resultados para o desenvolvimento das plantas, o que justifica os melhores resultados para o desenvolvimento radicular verificado para a soja. Esse resultado pode ser devido a esse grupo de bactérias sintetizarem hormônios, como a auxina, que estimula o crescimento da parte aérea e do sistema radicular (RADWAN et al., 2004).

Apesar de significativo incremento, principalmente em relação a raiz, estes não refletiram em incremento para as características relacionadas à produção com os dados obtidos ao final do ciclo reprodutivo da cultura da soja (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficiente de variação (CV%), diferença mínima significativa (DMS), valor de F e valores médios para altura de inserção da vagem (AV), número de vagens por planta (NV), número de grãos (NG), número de plantas (NP), massa de 1000 grãos (1000G), produtividade (PROD) para a cultura da soja em função da inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT 2016

Tratamento	AV cm pl ¹	NV nº pl ¹	NG nº pl ¹	1000G g	PROD kg ha ⁻¹
<i>Bradyrhizobium</i>	13,32 a	97,14 a	185,24 a	178,93 a	2.785,9 a
<i>Brad.+Azosp.</i>	12,90 a	104,41 a	199,71 a	182,14 a	2.910,6 a
CV (%)	22,48	20,63	23,27	4,45	13,55
DMS	2,77	19,53	42,09	7,55	362,62
F	0,10 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,52 ^{ns}

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significante pelo teste F.

A produtividade obtida se assemelha as médias nacional e do estado de Mato Grosso que foram respectivamente 2.870 e 2.848 kg ha⁻¹ para esse ano agrícola (CONAB, 2017). Média essas consideradas baixas em relação aos outros anos devido à falta atípica de chuvas.

Na Tabela (3), pode-se notar que a co-inoculação proporcionou aumento nos teores de fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) na planta de soja e não houve resposta significativa para os teores de cálcio (Ca) e enxofre (S). Tais incrementos nos teores de P, K e Mg podem estarem diretamente relacionados a maior área de contato com a raiz, haja visto que onde foi realizada a co-inoculação, as raízes apresentaram maior massa e volume.

Interpretando os presentes dados e de acordo com a descrição de Sfredo et al. (1986), todos esses nutrientes encontram-se com teores altos. De acordo com Hallmann et al. (1997) e Lazarovits & Nowak (1997), algumas bactérias endofíticas possuem a capacidade de aumentar a absorção de nutrientes minerais e água, melhoram assim a disponibilização destes nutrientes e conseqüentemente contribuem para o crescimento da planta. Schloter & Hartmann (1998) citam o gênero *Azospirillum*, que, além de ser

diazotrófico, secreta fitormônios, principalmente auxinas, e promove o aumento da absorção de nutrientes e água, refletindo em crescimento da planta.

Tabela 3. Coeficiente de variação (CV%), diferença mínima significativa (DMS), valor de F e valores médios para fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) para a cultura da soja durante o florescimento pleno em função da inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016

Tratamento	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	S g kg ⁻¹
<i>Bradyrhizobium</i>	2,09 b	13,84 b	3,46 a	9,80 b	2,19 a
<i>Brad.+Azosp.</i>	2,73 a	15,46 a	3,37 a	10,53 a	1,91 a
CV (%)	10,27	4,57	7,19	5,05	27,44
DMS	0,23	0,63	0,23	0,48	0,53
F	33,17**	29,31**	0,73 ^{ns}	9,94**	1,21 ^{ns}

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns}, ** Não significante e significante a 1% de probabilidade pelo teste F.

Para cultura do milho não houve efeito de inoculação para altura de plantas, diâmetro de colmo, índice spad e massa seca da parte aérea e o efeito da inoculação ocorreu somente para altura de inserção da primeira espiga. Ocorreu efeito de doses de N somente para diâmetro de colmo e índice spad. Não ocorreu interação entre inoculação e doses de N para todas as variáveis apresentadas na Tabela 4.

A altura de plantas não foi influenciada pelos fatores estudados. Segundo Dartora et al. (2013), essa é uma característica genética, influenciada pelo ambiente e a disponibilidade de nutrientes pode ter grande impacto. Assim, a inoculação pode ter promovido um efeito similar a fertilização com N, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular e seu potencial de absorção de nutrientes conforme relatado por Albuquerque et al. (2013).

Contudo, ausência de respostas à inoculação com *Azospirillum* em sementes de milho, bem como de outras culturas, também são encontradas na literatura tanto em ambiente protegido como em condições de campo. Verona et al. (2010) relatam que não houve diferença significativa para as variáveis altura e massa seca de parte aérea de milho inoculadas, na presença ou não de fitorreguladores. Da mesma maneira, a aplicação de diferentes doses de inoculante à base dessa bactéria em sementes de milho não promoveu incrementos na massa fresca do sistema radicular e tampouco no acúmulo de

massa seca da parte aérea (ROBERTO et al., 2010), o que também pode ser verificado para a co-inoculação no presente trabalho.

Tabela 4. Valores de F e coeficiente de variação (CV%) para altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC) e índice spad (SPAD) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação, na cultura do milho em sucessão à soja. Alta Floresta-MT, 2016

Fonte de variação	AP m pl ¹	AIE m pl ¹	DC mm pl ¹	SPAD --	MSPA g pl ¹
Valor de F					
Inoculação	0,59 ^{ns}	346,8 ^{**}	0,27 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Dose de N	1,11 ^{ns}	1.682 ^{ns}	5,17 [*]	25,14 ^{**}	0,85 ^{ns}
IxN	0,44 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,78 ^{ns}
CV 1 (%)	2,11	0,52	0,77	0,71	8,19
CV 2 (%)	2,57	3,69	2,04	2,31	18,74
CV 3 (%)	2,44	3,16	1,94	1,99	14,84
Média geral	1,94	1,10	20,24	55,77	159,56

^{ns}, **, * Não significante, significante a 1% e significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

Houve resposta significativa para inoculação apenas para a altura de inserção da espiga, onde, nos tratamentos que receberam a co-inoculação, as espigas se encontravam mais altas que as dos tratamentos que tiveram apenas a inoculação (Tabela 5).

Brum (2016), avaliando componentes da produção de milho sob inoculação de *Azospirillum brasilense* usando o sistema de integração lavoura-pecuária, identificou resultados muito próximos (0,99 e 1,05 m de AIE para plantas sem e com *Azospirillum brasilense* respectivamente, diferentes estatisticamente) aos verificados na presente pesquisa. Kappes et al. (2013), também obtiveram aumento de AIE com a inoculação de *A. brasilense*.

Para diâmetro de colmo e índice spad, houve resposta significativa em relação a dose de nitrogênio aplicada. Resultados semelhantes foram encontrados por Morais (2015), onde o mesmo concluiu que a adição de fertilizantes nitrogenados promoveu maior desenvolvimento das plantas de milho, elevou os teores de clorofila e de nutrientes, pois houve aumento da atividade das enzimas (urease e fosfatase) relacionadas à disponibilização de amônio e fósforo inorgânico na rizosfera. A não ocorrência de efeito em função da inoculação para o diâmetro do colmo também foi comprovada por Brum (2016) e Dartora (2013).

Tabela 5. Diferença mínima significativa (DMS), valores de F para regressão e valores médios para altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), índice de cor verde (ICV), massa seca da parte aérea (MSPA) e comprimento de raiz (CR) de plantas de milho em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016

INOCULAÇÃO	AP m pl ¹	AIE m pl ¹	DC mm pl ¹	ICV --	MSPA g pl ¹	CR cm raiz ¹
Bradyrhizobium	1,93 a	1,09 b	20,21 a	55,73 a	159,08 a	29,10 a
<i>Brad.+Azosp.</i>	1,94 a	1,12 a	20,22 a	55,80 a	160,05 a	30,56 a
DMS	0,04	0,005	0,19	0,39	13,15	5,68
DOSES N (kg ha ⁻¹)						
0	1,91	1,07	19,81	52,02	149,95	31,61
50	1,94	1,11	20,09	55,47	155,92	29,21
100	1,93	1,11	20,09	56,20	156,09	30,75
150	1,94	1,11	20,38	57,30	160,11	29,00
200	1,96	1,13	20,70	57,68	175,76	31,08
F Reg. linear	--	--	20,22**	86,99**	--	--
F Reg. quad.	--	--	--	10,24**	--	--

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F (p<0,05). ** Significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 2, verifica-se a resposta do diâmetro de colmo de plantas de milho em função das doses de N aplicadas em cobertura, onde se teve um comportamento linear crescente com o aumento das doses. De acordo com Kappes et al. (2013), o aumento no diâmetro de colmo é benéfico na cultura do milho por impedir a quebra de plantas e, assim, diminuir o acamamento.

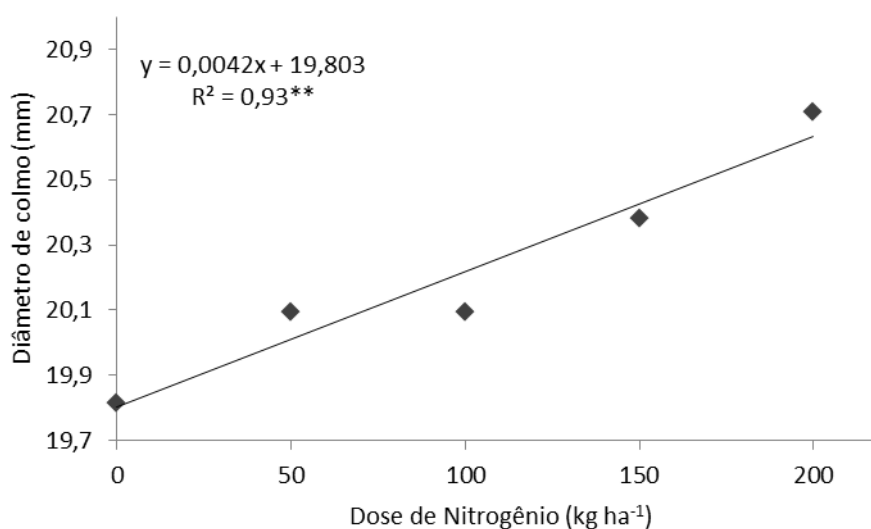


Figura 2. Diâmetro de colmo do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Já para o índice spad (Figura 3), houve resposta quadrática, conforme o aumento das doses de nitrogênio. A obtenção deste resultado justifica-se pelo papel do N no metabolismo das plantas, participando, diretamente, na biossíntese de proteínas e clorofilas (MORAIS et al., 2015). Resultado semelhante foi obtido por Martins et al. (2008), que verificaram que o teor de clorofila em genótipos de milho foi sensível à disponibilidade de N no ambiente.

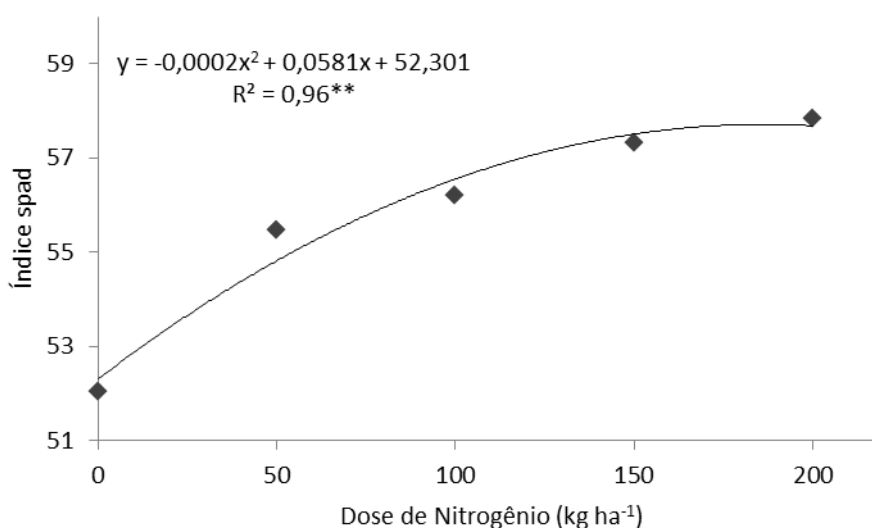


Figura 3. Índice spad no milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Em relação às características de raízes, não houve resposta aos fatores inoculação e doses e também interação dos mesmos apenas para comprimento de raiz, como pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios para comprimento de raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), volume da raiz (VR) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação para plantas de milho. Alta Floresta-MT, 2016

Fonte de variação	CR cm pl ¹	MSR g pl ¹	VR cm ³ raiz ¹
Valores de F			
Inoculação	1,23 ^{ns}	47,93*	70,33*
Dose de N	1,88 ^{ns}	13,37**	28,00**
IxN	2,37 ^{ns}	4,55*	6,34*
CV 1 (%)	12,13	8,91	2,64
CV 2 (%)	11,44	27,83	15,17
CV 3 (%)	9,42	18,93	14,34
Média geral	29,83	45,11	82,5

^{ns}, **, * Não significante, significativa a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

O desdobramento da interação entre inoculação e doses de N, para massa seca e volume da raiz do milho pode ser observado na Tabela 7 e nas Figuras 4 e 5. Apenas nas maiores doses de N aplicadas (150 e 200 kg ha⁻¹), a massa seca da raiz foi maior com a presença de *Azospirillum brasilense*, já para volume, o mesmo só ocorreu na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. De acordo com Siqueira et al. (1999), quando as plantas são colonizadas por *Azospirillum*, há um aumento na densidade das raízes, na taxa de aparecimento de raízes secundárias e na superfície das raízes, em razão da produção de fitormônios pelas bactérias, com modificações não apenas no crescimento, mas também na morfologia e densidade das raízes.

Tabela 7. Massa seca de raiz (g) e volume de raiz (cm³) em função da inoculação e de doses de nitrogênio.

INOCULAÇÃO	DOSES DE N (kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
Massa seca da raiz (g)					
Bradyrhizobium	22,23 a	39,46 a	36,94 a	45,77 b	55,76 b
Brad.+Azosp.	19,99 a	37,68 a	39,24 a	74,09 a	79,99 a
CV(%)	18,93				
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear	22,13**				
D(B) Reg. Quad.	0,02 ^{ns}				
D(B+A) Reg. Linear	100,58**				
D(B+A) Reg. Quad.	0,27 ^{ns}				
Volume de raiz (cm ³)					
Bradyrhizobium	53,75 a	65,83 a	85,00 a	98,75 a	92,50 b
Brad.+Azosp.	48,75 a	60,00 a	74,16 a	105,00 a	141,25 a
CV(%)	14,84				
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear	26,13**				
D(B) Reg. Quad.	2,71 ^{ns}				
D(B+A) Reg. Linear	113,8*				
D(B+A) Reg. Quad.	1,80*				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). ^{ns}, **, * Não significante, significante a 1% e significante a 5% de probabilidade pelo teste F. B = Bradyrhizobium janicum; A = Azospirillum brasilense

Para massa seca da raiz, a inoculação e a co-inoculação proporcionaram incremento linear. Estudos demonstram que os efeitos proporcionados pelo *Azospirillum* são derivados de alterações morfológicas e

fisiológicas nas raízes de plantas inoculadas, acarretando incremento na absorção de água e nutrientes (SABUNDJIAN, 2016).

A inoculação modifica a morfologia do sistema radicular das plantas, aumentando não apenas o número de radículas, mas também, o diâmetro das raízes laterais e adventícias (SALAMONE & DÖBEREINER, 1996).

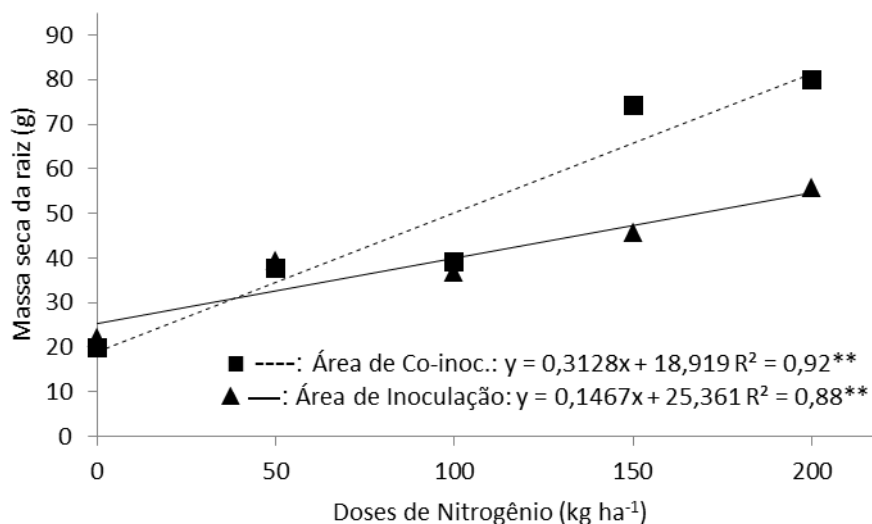


Figura 4. Massa seca da raiz do milho em função de doses de nitrogênio aplicadas com inoculação e co-inoculação.

Para volume de raiz, as doses também proporcionaram comportamento linear crescente para inoculação e co-inoculação (Figura 5). O efeito da inoculação de *A. brasilense* na raiz do milho está provavelmente relacionado a dois mecanismos. O primeiro deles refere-se à capacidade da bactéria fixar N da atmosfera (DOBBELAERE et al., 2003), o que pode parcialmente suprir a quantidade do nutriente requerido pelas plantas para seu desenvolvimento (MÜLLER et al., 2016). O segundo mecanismo está relacionado a produção de hormônios como auxinas, giberelinas e citosinas (OKON & VANDERLEYDEN, 1997), os quais agem na morfologia e fisiologia das raízes, aprimorando a absorção superficial de água e nutrientes (PERIN et al., 2003).

Processo de interação entre plantas e bactérias, tais como o tipo de estirpe, estado nutricional da planta e das bactérias, plantas genótipo, condições ambientais e concorrência com outros microrganismos podem influenciar os resultados a serem obtidos (QUADROS, 2014).

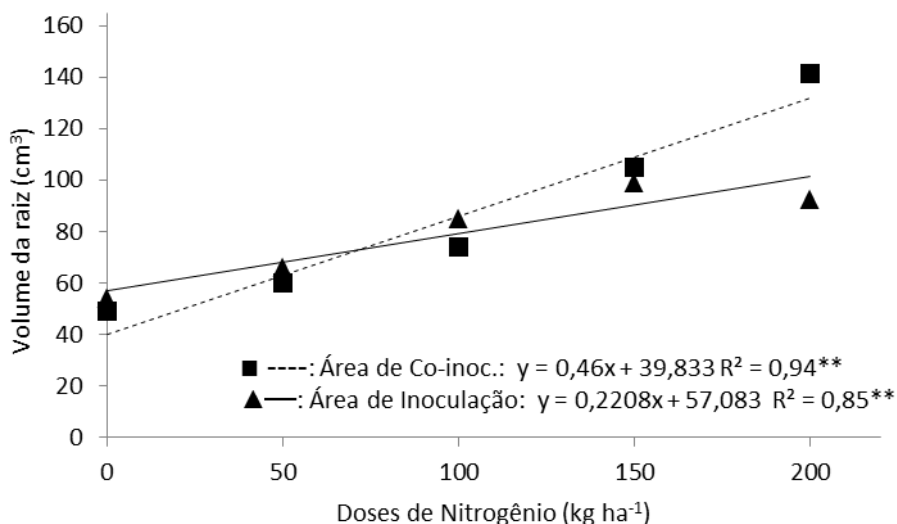


Figura 5. Volume da raiz de plantas de milho em função de doses de nitrogênio aplicadas para inoculação e co-inoculação.

Com relação as características produtivas, não foi verificado efeito de inoculação para todas e para doses ocorreu resposta significativa para comprimento de espiga, número de grãos por espiga e para produtividade e não foi verificada interação significativa entre os fatores para estas características (Tabelas 6, 7 e 8).

Em estudo desenvolvido por Marini et al. (2015), onde os autores avaliaram o crescimento e produção de híbridos de milho em resposta a associação com *Azospirillum brasilense* e doses de adubação nitrogenada, também não foi observada influência da bactéria para o aumento na produtividade de grãos.

Ao contrário dos resultados verificados no presente trabalho, o tratamento com *Azospirillum*, em vários trabalhos presentes na literatura, tem sido identificado incremento de produtividade na presença da bactéria (SALA et al., 2007, BRACCHINI et al., 2012; KAPPES et al., 2013, MAZZUCHELLI, SOSSAI e ARAÚJO, 2014). Contudo, pode-se considerar que o efeito residual de *Azospirillum* no solo, apesar de ter causado incrementos no desenvolvimento das raízes, não foi suficiente para gerar efeito na produtividade.

Tabela 8. Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios de comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (GE), massa de 1000 grãos (1000G) e produtividade (PROD) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação para plantas de milho. Alta Floresta-MT, 2016.

Fonte de variação	CE	DE	GE	1000G	PROD
	cm esp ¹	mm esp ¹	--	g	kg ha ⁻¹
Valores de F					
Inoculação	1,85 ^{ns}	0,88 ^{ns}	3,70 ^{ns}	0,97 ^{ns}	5,97 ^{ns}
Dose de N	14,24 ^{**}	2,79 ^{ns}	10,18 ^{**}	0,74 ^{ns}	6,65 ^{**}
IxN	1,95 ^{ns}	1,56 ^{ns}	1,84 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,80 ^{ns}
CV 1 (%)	3,61	5,14	4,16	6,67	12,32
CV 2 (%)	3,00	1,82	5,15	6,35	9,29
CV 3 (%)	2,71	1,67	5,83	4,98	10,40
Média geral	15,59	44,81	480,74	243,82	8.204,74

^{ns}, **, * Não significante, significante a 1% e significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

Portanto, uma recomendação visando a integração das técnicas, desde às comumente utilizadas (adubação mineral) e as recentemente incorporadas aos sistemas de produção (inoculação de sementes de gramíneas com bactérias diazotróficas), tornou-se o foco das pesquisas atuais para uma maximização dos resultados esperados (SABUNDJIAN, 2016), precisando percorrer também o caminho de integração dessas técnicas, de modo a preconizar a sustentabilidade.

Ohland et al. (2005), em pesquisa com o híbrido DKB 350, observaram resultados que corroboram com o presente trabalho, no qual as doses de nitrogênio em cobertura não tiveram efeito sobre o diâmetro das espigas. Esta característica está relacionada com o enchimento de grãos e o número de fileiras de grãos por espiga, que também é influenciado pela genética da planta (GOES, 2012).

Para comprimento de espiga, houve aumento linear de acordo com o aumento do nitrogênio aplicado (Figura 6) e para o número de grãos por espiga, o comportamento também foi linear crescente em função das doses aplicadas, como pode ser observado na Figura 7.

Tabela 9. Valores de F para regressão, diferença mínima significativa (DMS) e valores médios para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por espiga (GE) em função da inoculação e co-inoculação e doses de N para cultura do milho. Alta Floresta-MT, 2016

INOCULAÇÃO	CE cm esp ¹	DE mm esp ¹	GE --	1000G g	PROD kg ha ⁻¹
Bradyrhizobium	15,71 a	45,15 a	486,83 a	246,35 a	8595,2 a
Brad.+Azosp.	15,47 a	44,47 a	474,64 a	241,28 a	7814,2a
DMS	0,56	2,31	20,15	16,35	1017,31
DOSES N (kg ha ⁻¹)					
0	14,73	44,30	445,95	238,68	7150,5
50	15,59	45,27	476,54	249,09	8400,2
100	15,30	44,33	479,15	238,97	8062,0
150	15,97	44,89	477,89	245,65	8345,1
200	16,36	45,28	524,17	246,71	9065,7
F Regressão linear	48,28**	--	54,97**	--	19,63**
F Regressão quad.	--	--	--	--	--

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($p < 0,05$). ** Significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

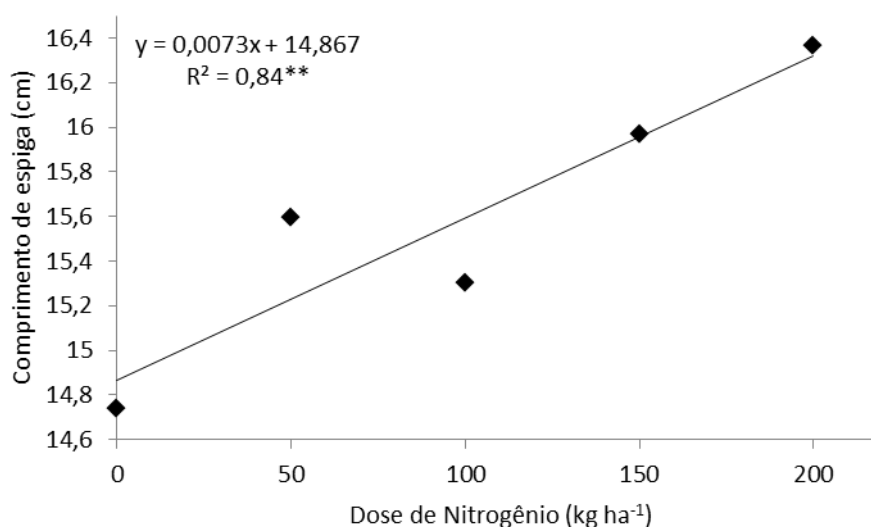


Figura 6. Comprimento de espiga de milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Com relação à produtividade na cultura do milho, também ocorreu aumento linear de acordo com a dose de nitrogênio aplicada, demonstrando que até a dose 200 kg ha⁻¹ não houve diminuição na produtividade, que pode ser ocasionada pelo excesso de nutriente. Resultados semelhantes foram constatados por Novais et al. (1974), Neptune (1977) e Melgar et al. (1991),

que obtiveram em semeaduras na safra de verão, incrementos na produção de milho de acordo com o aumento da adubação nitrogenada.

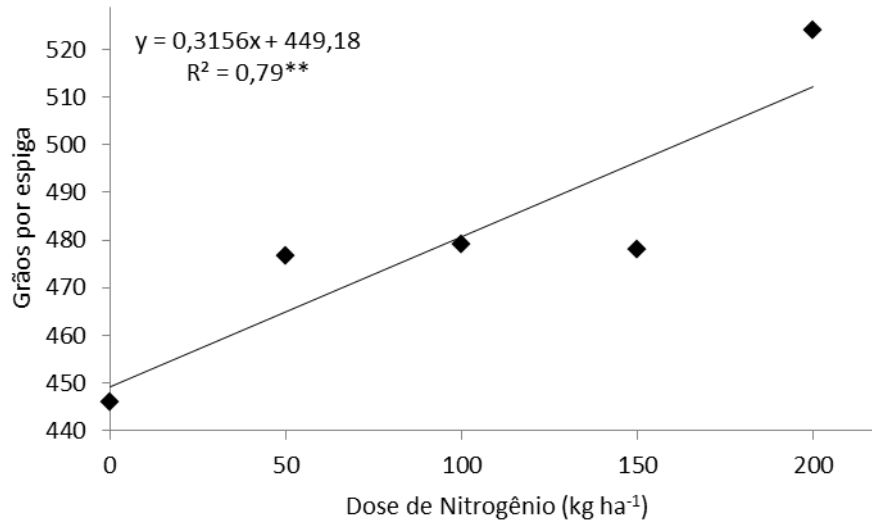


Figura 7. Grãos por espiga do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

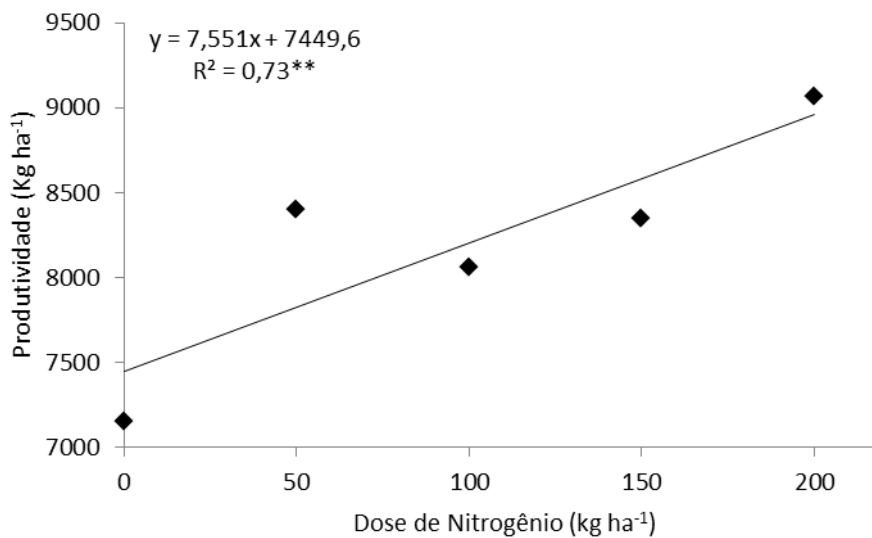


Figura 8. Produtividade do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

A resposta linear e crescente para a maioria das características produtivas da cultura do milho se justifica, pois o nitrogênio é um nutriente essencial para a obtenção de alta produtividade na cultura do milho, devido à grande exigência deste pelas plantas. De tal modo que a baixa disponibilidade de N no solo limita sua produtividade (DOTTO et al., 2010). Este

comportamento indica também que no sistema de cultivo utilizado que foi o consórcio milho e forrageira, doses maiores de nitrogênio poderiam resultar em maiores produtividades.

Os dados referentes aos teores de N, bem como sua relação de eficiência de utilização, recuperação do nitrogênio aplicado, eficiência agrônômica e eficiência fisiológica podem ser encontrados nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10. Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios na planta para teor de nitrogênio (N), eficiência de utilização do nitrogênio (EUN), recuperação do nitrogênio aplicado (RNA), eficiência agrônômica (EA) e eficiência fisiológica (EF) no milho, influenciados por doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta, MT, Brasil, 2016.

Fonte de variação	N	EUN	RNA	EA	EF
	g kg ⁻¹	kg de MS g ⁻¹	%	Kg MS Kg N ⁻¹	kg MS kg N ⁻¹
Inoculação	23,03*	1,25 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,77 ^{ns}
Dose de N	160,82**	0,36 ^{ns}	1,46 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,04 ^{ns}
IxN	2,34 ^{ns}	3,94*	1,17 ^{ns}	1,62 ^{ns}	2,38 ^{ns}
CV 1 (%)	1,07	9,85	29,41	56,80	31,80
CV 2 (%)	1,76	13,42	23,95	44,40	24,93
CV 3 (%)	1,57	8,05	17,14	25,99	14,18
Média geral	25,52	504,29	28,57	4,14	4,43

^{ns}, **, * Não significante, significativa a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 11. Valores de F para regressão, diferença mínima significativa (DMS) e valores médios para eficiência de utilização do nitrogênio do milho (EUN) influenciada por doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta, MT, Brasil, 2016.

INOCULAÇÃO	DOSES DE N (kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
EUN (kg de MS g ⁻¹)					
Bradyrhizobium	460,60 a	468,13 a	520,97 a	474,48 a	553,34 a
Brad.+Azosp.	516,75 a	527,19 a	526,07 a	519,79 a	476,57 b
DMS	62,53				
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear	0,01*				
D(B) Reg. Quad.	0,58 ^{ns}				
D(B+A) Reg. Linear	0,19 ^{ns}				
D(B+A) Reg. Quad.	0,16 ^{ns}				

^{ns}, * Não significante, significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

O aumento do teor do nitrogênio na planta ocorreu de forma crescente conforme a dose aplicada (Figura 9), sendo que também ocorreram diferenças de acordo com o tratamento de inoculação aplicado, onde, na área que ocorreu somente a inoculação o teor médio de N foi $25,31 \text{ g kg}^{-1}$ e em relação à área onde houve a co-inoculação, a qual apresentou teor médio de $25,73 \text{ g kg}^{-1}$.

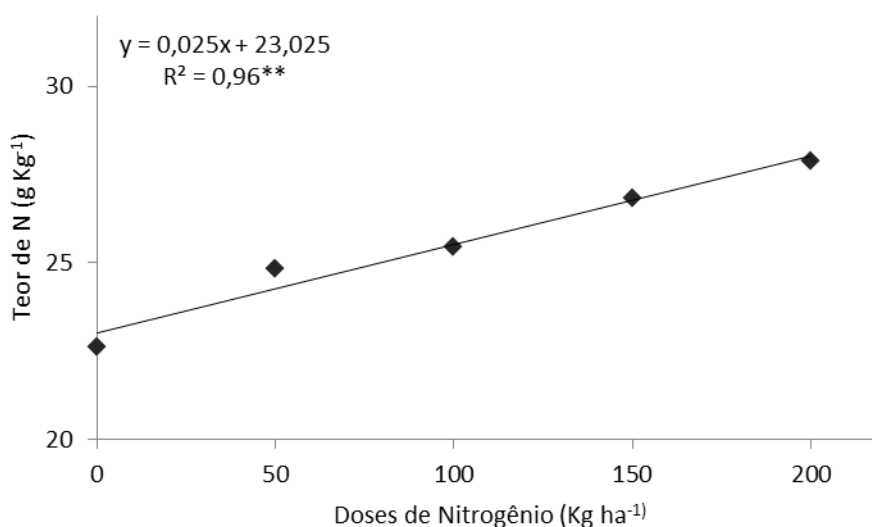


Figura 9. Teor de nitrogênio na planta do milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Embora a eficiência de utilização do nitrogênio ter havido diferença entre a inoculação e a co-inoculação somente na dose de 200 kg ha^{-1} , onde os valores de inoculação foram mais altos em comparação com a co-inoculação, nota-se uma tendência crescente da eficiência de acordo com a dose de N aplicada (Figura 10).

Quanto aos demais nutrientes quantificados, houve interação entre os fatores inoculação e doses de N para P, Ca e Mg e efeito de dose de N para K e S (Tabela 12).

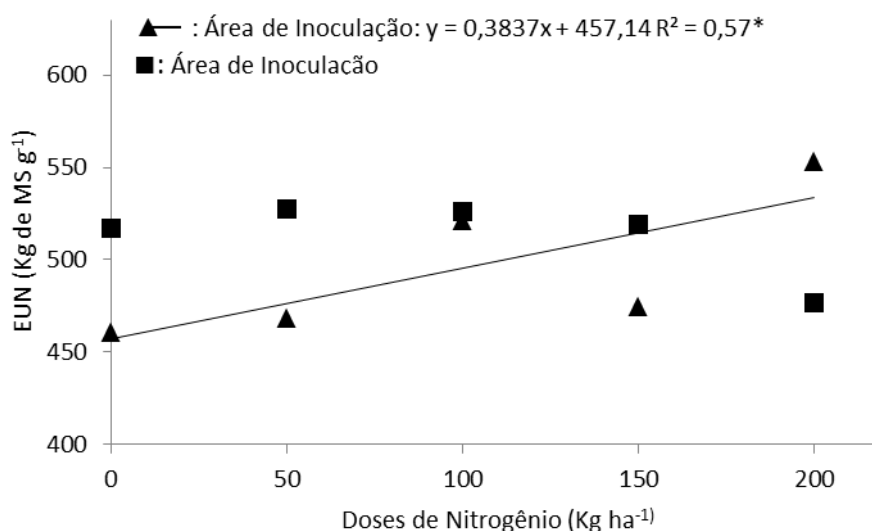


Figura 10. Eficiência de utilização do nitrogênio no milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Tabela 12. Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e valores médios nas plantas para teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação para plantas de milho. Alta Floresta-MT, 2016.

Fonte de variação	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	S g kg ⁻¹
Valores de F					
Inoculação	14,05*	0,91 ^{ns}	5,48 ^{ns}	296,78**	1,79 ^{ns}
Dose de N	0,33 ^{ns}	22,46**	43,80**	182,93**	5,67**
IxN	7,63**	2,02 ^{ns}	18,23**	12,44**	0,76 ^{ns}
CV 1 (%)	8,72	1,43	3,21	0,86	9,11
CV 2 (%)	11,20	1,50	1,83	1,06	14,54
CV 3 (%)	6,12	2,54	2,36	1,30	17,77
Média geral	1,76	23,13	1,32	3,37	1,40

^{ns}, **, * Não significante, significativa a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

O desdobramento da interação significativa para P, Ca e Mg esta apresentado na Tabela 13. Ao analisar o teor de nutrientes na parte aérea das plantas de milho, observou-se que alguns foram influenciados positivamente pela co-inoculação, porém, na resposta observada pela análise de regressão não ocorreu padronização dos teores. Isso ocorreu provavelmente porque o ambiente sofre influência de fatores externos e como se sabe há especificidades quanto à absorção dos nutrientes.

Tabela 13. Teores de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (S) em função da inoculação e de doses de nitrogênio nas plantas de milho.

INOCULAÇÃO	DOSES DE N (kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
P (g kg ⁻¹)					
Bradyrhizobium	1,57 b	1,89 a	1,69 a	1,68 b	1,51 b
Brad.+Azosp.	1,90 a	1,75 a	1,82 a	1,87 a	1,91 a
CV(%)	6,12				
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear	3,69 ^{ns}				
D(B) Reg. Quad.	15,05 ^{**}				
D(B+A) Reg. Linear	0,72 ^{ns}				
D(B+A) Reg. Quad.	3,27 ^{ns}				
Ca (g kg ⁻¹)					
Bradyrhizobium	1,46 a	1,28 b	1,30 a	1,30 b	1,19 b
Brad.+Azosp.	1,35 b	1,39 a	1,30 a	1,35 a	1,30 a
CV(%)	2,36				
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear	106,44 ^{**}				
D(B) Reg. Quad.	5,39 [*]				
D(B+A) Reg. Linear	6,52 [*]				
D(B+A) Reg. Quad.	0,69 ^{ns}				
Mg (g kg ⁻¹)					
Bradyrhizobium	3,52 b	3,22 b	3,12 b	3,40 b	3,23 a
Brad.+Azosp.	3,66 a	3,54 a	3,23 a	3,57 a	3,26 a
CV(%)	1,30				
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear	34,27 ^{**}				
D(B) Reg. Quad.	58,98 ^{**}				
D(B+A) Reg. Linear	128,00 ^{**}				
D(B+A) Reg. Quad.	10,15 ^{**}				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}, ^{**}, ^{*} Não significativa, significativa a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

Enquanto o Ca e o Mg apresentaram tendência quadrática com ponto de mínimo (Figuras 12 e 13) conforme se aumentou as doses de N na área de inoculação, o P apresentou tendência quadrática com ponto de máximo (Figura 11). O maior teor de P foi proporcionado pela dose de 86,4 Kg ha⁻¹ de N e corresponde a um teor de 1,8 g kg⁻¹ de P. O Ca e Mg são absorvidos por fluxo de massa, enquanto P por difusão. Essa e outras particularidades quanto à absorção desses nutrientes podem explicar a resposta diferente nos teores destes.

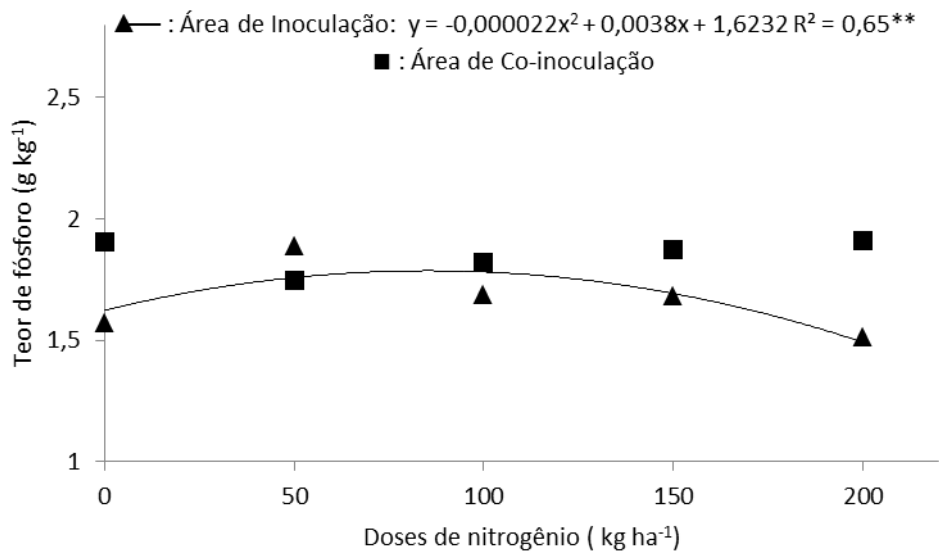


Figura 11. Teor de fósforo nas plantas de milho em função da inoculação e co-inoculação e das doses de nitrogênio aplicadas.

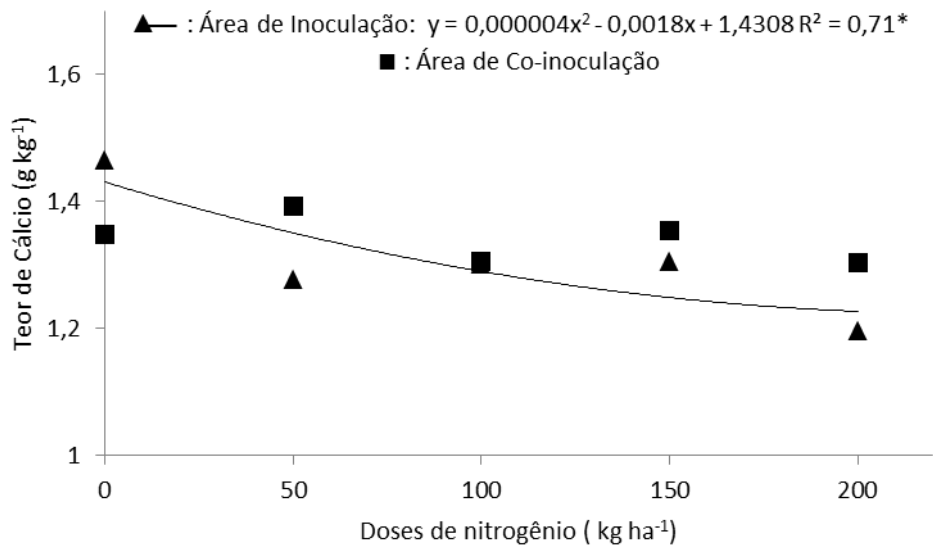


Figura 12. Teor de cálcio nas plantas de milho em função da inoculação e co-inoculação e das doses de nitrogênio aplicadas.

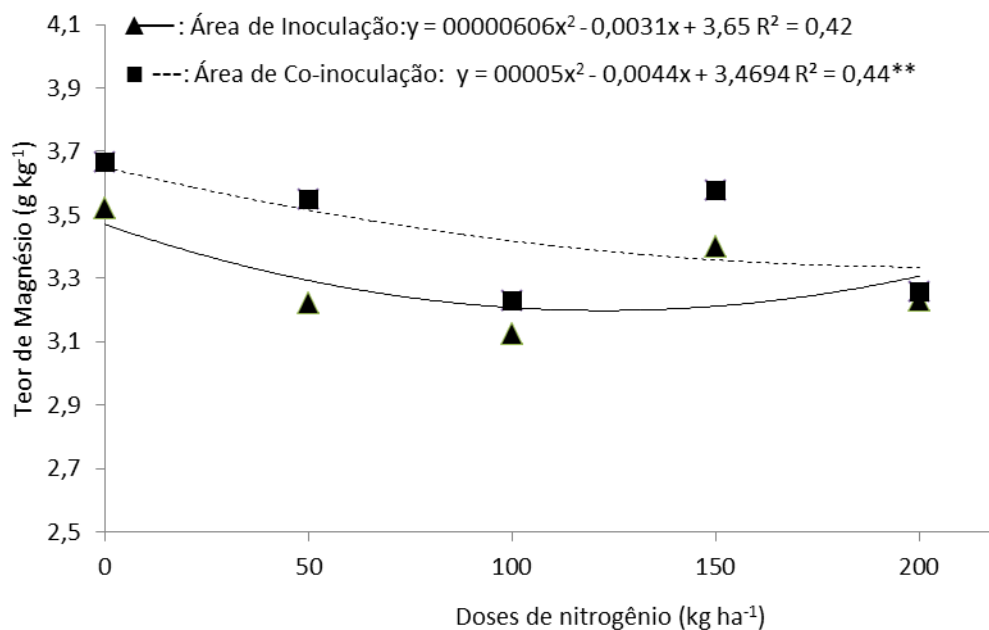


Figura 13. Teor de magnésio nas plantas de milho em função da inoculação e co-inoculação e das doses de nitrogênio aplicadas.

Na Tabela (14) e Figuras (14 e 15) observa-se a resposta quanto aos teores de K e S em função das doses de N aplicadas. Semelhantemente aos nutrientes anteriormente citados, esses também não seguiram a mesma tendência conforme o incremento da dose de N.

Os teores de K decresceram linearmente com o aumento da dose de N. Diferentemente dos resultados obtidos por Arnon (1975), que relata incremento nos teores foliares de K à medida que as doses de N aumentaram, isto pode estar relacionado ao teor médio de potássio presente no solo do local da atual pesquisa. Já Casagrande e Fornasieri Filho (2002) não constataram efeito de doses e de épocas de aplicação de N no teor de K. Fato que também pode ter ocorrido em função de efeito de diluição, pois na Tabela 5 nota-se maior desenvolvimento da parte aérea com o aumento da dose de N.

Tabela 14. Valores de F para regressão, diferença mínima significativa (DMS) e valores médios para os teores potássio (K) e enxofre (S) em função da inoculação e co-inoculação e doses de N para cultura do milho. Alta Floresta-MT, 2016

INOCULAÇÃO	K g kg ⁻¹	S g kg ⁻¹
Bradyrhizobium	23,18 a	1,37 a
Brad.+Azosp.	23,08 a	1,43 a
DMS	0,33	0,13
DOSES N (kg ha ⁻¹)		
0	23,89	1,10
50	22,91	1,49
100	23,56	1,46
150	22,79	1,42
200	22,49	1,55
F Regressão linear	53,34**	12,62**
F Regressão quad.	--	--

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). ** Significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

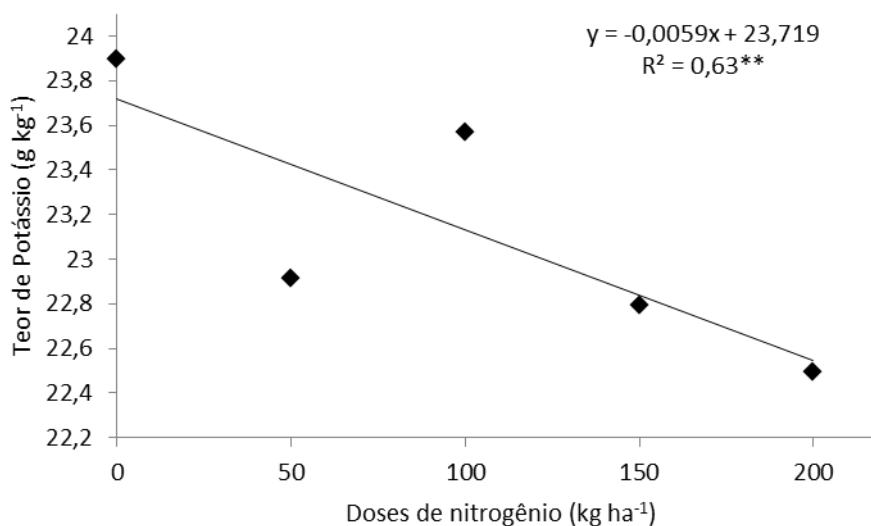


Figura 14. Teor de potássio nas plantas milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Já para enxofre (Figura 15), houve crescimento linear conforme o incremento de N, assemelhando-se ao comportamento observado para os teores de N na planta. Resultados experimentais obtidos por vários autores,

sob diversas condições de clima, solo e sistemas de cultivo, mostram respostas generalizadas do milho à adubação nitrogenada; cerca de 70% a 90% dos ensaios de adubação com milho, realizados em campo, no Brasil, são responsivos à aplicação de nitrogênio (CRUZ et al., 2005). Entretanto, ressalta-se que a eficiência da adubação depende, dentre outros fatores, das condições climáticas, do tipo de solo e da capacidade de extração de nutrientes pelas plantas, durante o cultivo (NEUMANN et al., 2005).

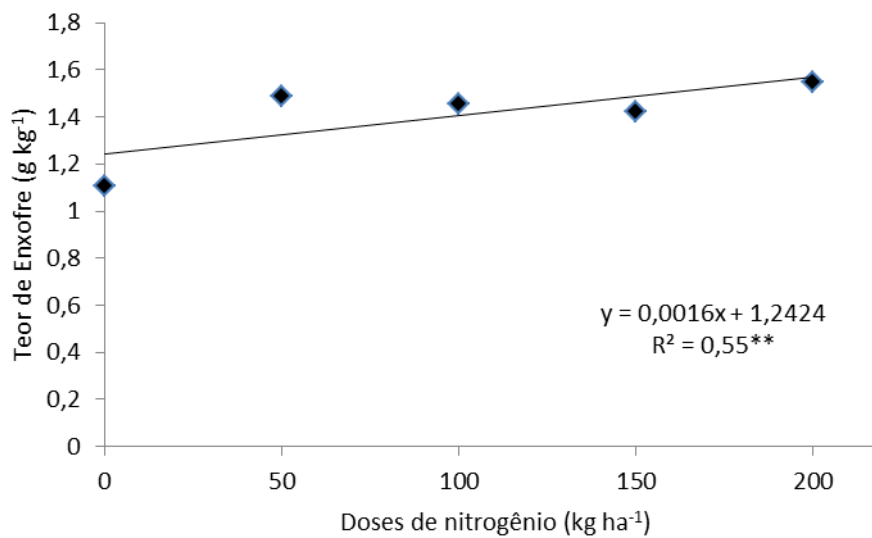


Figura 15. Teor de enxofre nas plantas milho em função das doses de nitrogênio aplicadas.

O enxofre está ligado ao metabolismo do N, encontra-se em maior parte nas proteínas e converte o N não proteico em proteína. Na cultura da soja o enxofre é exigido em grande quantidade, pois é essencial à formação e desenvolvimento dos nódulos e no processo de fixação de N₂.

Enxofre e N são constituintes dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina contidos nas proteínas. O teor de N é quinze vezes maior em relação ao teor de enxofre, contudo, o enxofre estimula o crescimento vegetativo.

Conclusões

A co-inoculação elevou a massa seca da raiz da soja e do milho, porém esse incremento não se deu na parte aérea.

A co-inoculação não refletiu em incremento nas variáveis analisadas na cultura do milho.

Para a produtividade e também para a maioria das características avaliadas ocorreu resposta linear crescente com o aumento das doses de N aplicadas.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; FILHO, G. M.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n. 7, p.721-726, 2013.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; FILHO, A. R.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. p. 281-282.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.

BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. **Potencialidad de Azospirillum en optimizar 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.

BÁRBARO, I.M.; BRANCALIÃO, S.R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F.B. AND SILVA, J.A.A.D. (2008) - **Técnica alternativa: co-inoculação de soja com Azospirillum e Bradyrhizobium visando incremento de produtividade**. Disponível em: < <http://www.infobibos.com/Artigos/20084/coinoculacao/index.htm> >. Acesso em: 01 dez. 2016.

BASTOS, E. A. CARDOSO, M. J.; MELO, F. B., RIBEIRO, V. Q.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 275-280, 2008

BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; PICCININ, G. G.; ORTIZ, A. H. T. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense* associated with the use of bioregulators in maize. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 58-64, 2012.

BRUM, M. S.; CUNHA, V. S.; STECCA, J. D. L.; GRANDO, L. F. T.; MARTIN, T. N. Components of corn crop yield under inoculation with *Azospirillum brasilense* using integrated crop-livestock system. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 4, p. 485-492, 2016.

CASAGRANDE, J.R.R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 1, p.33-40, 2002.

CHIBEBA, A. M. et al. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Sciences** Coulterville, v 6, n 10, p. 1641-1649, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sexto levantamento.** 2017. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_bol_etim_graos_marco_2017bx.pdf. Acesso em 05 abr. 2017.

CRUZ, J.C.; PEREIRA, F.T.F.P.; PEREIRA FILHO, I.A.; COELHO, A.M. **Resposta de cultivares de milho à adubação nitrogenada em cobertura.** Sete Lagoas: EMBRAPA. Dezembro, 2005. p.65 (Comunicado Técnico 116)

DARTORA, J; GUIMARÃES V. F; MARINI D; SANDER G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v 17, n.10, p. 1023-1029, 2013.

DOBBELAERE, S. et al. Plant growth-promoting effects of Diazotrophs in the Rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Toronto, v.22, n.2 p.107-149, 2003.

DOTTO, A. P.; LANA, M. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 376-382, 2010

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Avaliação ambiental integrada da bacia hidrográfica do rio teles pires.** 2009. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/AAI%20Teles%20Pires/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

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

FERLINI, H.A. (2006) - **Co-Inoculación en Soja** (*Glicyne max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. Artículos Técnicos – Agricultura. Disponível em: < http://www.engormix.com/co_inoculacion_soja_glicyne_s_articulos_800_AGR.htm>. Acesso em: 06 dez. 2016.

FIPKE, G. M.; CONCEIÇÃO, G. M.; GRANDO, L.F.T; LUDWIG, R.L.; NUNES, U.R.; MARTIN, T.N. Co-inoculation with diazotrophic bacteria in soybeans associated to urea topdressing. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras , v. 40, n. 5, p. 522-533, 2016 .

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto na safrinha.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.11, n.2, p. 169-177, 2012.

HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MAHAFFEE, W.F. & KLOEPPER, J.W. Bacterial endophytes in agricultural crops. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, n.1, v.43, p. 895-914, 1997.

JORDÃO, L. T.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. ; CASTRO, C. ; JORDÃO, L. A. . Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas sementes aumenta a produtividade do milho, economiza fertilizante e beneficia o meio ambiente. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 144, n.1, p. 16 – 18, 2011.

JUGE, C.; PRÉVOST, D.; BERTRAND, A.; BIPFUBUSA, M.; CHALIFOUR, F. P. Growth and biochemical responses of soybean to double and triple microbial associations with *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* and arbuscular mycorrhizae. **Applied Soil Ecology**, Biltoven, v 61, n 1, 147-157, 2012.

KAPPES, C., ARF, O.; ARF, M. V., FERREIRA, J. P., DAL BEM, E. A., PORTUGAL, J. R., & VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, 527-538. 2013.

KAPPES, C. et al. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 03, p. 251-259, 2009.

LAZAROVITS, G. & NOWAK, J. Rhizobacteria for improvement of plant growth and establishment. **Horticultural Science**, Gainesville, v 32, n. 1, p.188-192, 1997.

MARINI, D.; GUIMARÃES, V. F.; DARTORA, J.; LANA, M. D. C.; PINTO JÚNIOR, A. S. Growth and yield of maize hybrids in response to association with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization. **Revista Ceres**, São Paulo, v. 62, n. 1, p. 117-123, 2015.

MARTINS, A. O.; CAMPOSTRINI, E.; MAGALHÃES, P. C.; GUIMARÃES, L. J. M.; DURÃES, F. O. M.; MARRIEL, I. E.; TORRES NETTO, A. Nitrogen-use efficiency of maize genotypes in contrasting environments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 8, n.1, p.291-298. 2008.

MAZZUCHELLI, R.C. L.; SOSSAI, B. F.; ARAÚJO, F. F. Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 10, n. 2, p. 22, 2014.

MELGAR, R. J.; SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S.; SANCHEZ, P. A. Doses e épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 289-296, 1991.

MORAIS, T. P.; BRITO, C. H.; FERREIRA, A. S.; LUZ, J. M. Q. Aspectos morfofisiológicos de plantas de milho e bioquímico do solo em resposta à adubação nitrogenada e à inoculação com *Azospirillum* brasileiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 6, p. 589-596, 2015.

MÜLLER, T. M. I.; RODRIGUES, E. S. J. D.; NOVAKOWISKI, J. H.; KAMINSKI, S. B. T. H. Combination of inoculation methods of *Azospirillum* *brasiliense* with broadcasting of nitrogen fertilizer increases corn yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n. 12, p. 210-2015, 2016.

NEPTUNE, A. M. L. Efeito de diferentes épocas e modos de aplicação do nitrogênio na produção do milho, na quantidade de proteína, na eficiência do fertilizante e na diagnose foliar, utilizando o sulfato de amônio-15N. **Anais... Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 34, p. 515-539, 1977.

NEUMANN, M.; SNDINI, I.E.; LUSTOSA, S.B.C.; OST, P.R.; ROMANO, M.A.; FALBO, M.K.; PANSERA, E.R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n. 3, p.418-427, 2005.

NOVAIS, M. V.; NOVAIS, R. F.; BRAGA, J. M. Efeito da adubação nitrogenada e de seu parcelamento sobre a cultura do milho, em Patos de Minas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 115, p. 193-202, 1974.

NOVAIS, R. F. Soja. In: In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. p. 290-291.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; MACHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **Applied and Environmental Microbiology**, v.63, n.7, p.366-370, 1997.

PERIN, L. M.; SANDINI, T. M.; ITACIR, E.; NOVAKOWISKI, J. D.; BASI, J. H.; RODRIGUES, S.; KAMINSKI, T. H. Avaliação da capacidade de estabelecimento endofítico de estirpes de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* em milho e arroz. **Revista Agronomica**, Seropédica, v.37, n.2, p.47-53, 2003.

QUADROS, P.D. et al. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, n.2, p.209-218, 2014.

RADWAN, T.EL-S.EL-D; MOHAMED, Z.K.; REIS, V.M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas

de milho e arroz. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39 (10) p.987-994, 2004.

ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D.; LOBATO P. N. (2010) Resposta da cultura do milho à aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: 28º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. **Anais...** Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p.2429-2434. 2010.

SABUNDJIAN, M. T. **Consórcio de milho e *Urochloa ruziziensis* e inoculação com *Azospirillum brasilense* e seu efeito residual associado à adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno**. 2016. 173 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2016.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 833-842, 2007.

SALAMONE, I.E.G.; DÖBEREINER, J. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 21, n. 3, p. 193-196, 1996.

SCHLOTTER, M. & HARTMANN, A. Endophytic and surface colonization of wheat roots (*Triticum aestivum*) by different *Azospirillum brasilense* strains studied with strain-specific monoclonal antibodies. **Symbiosis**, Philadelphia v 25, n. 1, p.159-179, 1998.

SFREDO, G.J.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J. & BORKET, C.M. **Soja, nutrição mineral, adubação e calagem**. Londrina, Embrapa-CNPSo, 1986. 51p. (Documentos Embrapa, 64).

SILVA, F. C. (eds.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.4, n.3, p.289-302, 1981.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS. Lavras: UFLA/DCS, 1999. 818p.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; MINGOTTI, T.A. C.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010.

SOUZA, E. de F. C. de; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 05, n. 03, p. 387-397, 2006.

VERONA, D. J.; DUARTE JUNIOR, J. B.; ROSSOL, C. D.; ZOZ, T.; COSTA, A.C.T. (2010) Tratamento de sementes de milho com Zeavit®, Stimulate® e inoculação com *Azospirillum* sp. In: 28º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. **Anais...** Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p.3731-3737. 2010.

ZUFFO, A. M.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; OLIVEIRA, N. T.; SOARES, I. O.; NETO, G. F. G. B.; CARDILHO, B. E. S.; SILVA, L. O. Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* in the soybean crop. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa , v. 38, n. 1, p. 87-93, 2015 .

3. CAPÍTULO 2

3.2. DOSES DE NITROGÊNIO NA FORRAGEIRA CONSORCIADA COM MILHO SOB EFEITO RESIDUAL DA CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA

Resumo – (Doses de nitrogênio na forrageira consorciada com milho sob efeito residual da co-inoculação na cultura da soja). Produtos a base de *Azospirillum brasilense* são preconizados para co-inoculação na cultura da soja, juntamente com *Bradyrhizobium*, podendo apresentar efeito residual para as culturas subsequentes. Objetivou-se verificar a resposta da forrageira em relação ao efeito residual da inoculação e co-inoculação na cultura da soja, juntamente com a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no consórcio milho + braquiária. Avaliou-se massa seca de dois cortes, produção de palhada, relação folha:colmo, índice spad, teor de N e as taxas de recuperação e eficiência de utilização do N. A co-inoculação na cultura da soja proporcionou efeito residual no primeiro corte da forrageira; obtendo-se melhores resultados para massa seca. Para relação folha:colmo, a inoculação apresentou melhor índice. A eficiência de utilização de N pela *Urochloa ruziziensis* aumentou enquanto que a recuperação do N aplicado, a eficiência agrônômica e a eficiência fisiológica diminuíram com o aumento das doses de N aplicadas. Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada, pastagem.

Abstract - (Nitrogen doses in forage intercropped with maize under residual effect of co-inoculation in soybean crop). Products based on *Azospirillum brasilense* are recommended for co-inoculation in the soybean crop, together with *Bradyrhizobium*, and may have a residual effect on subsequent crops. We objected with this study to verify the forage response in relation to the residual effect of inoculation and co-inoculation in the soybean crop, together with the application of nitrogen doses in the maize + brachiaria consortium. Two-section dry mass, straw yield, leaf: stem ratio, spad index, N content and N recovery rates and efficiency of use were used. Co-inoculation in the soybean crop provided a residual effect on the first cut of forage, obtaining better results for dry mass. For leaf:stem ratio, inoculation presented a better index. The efficiency of N utilization by *Urochloa ruziziensis* increased while the applied N recovery, agronomic efficiency and physiological efficiency decreased with increasing doses of N applied.

Key words: *Azospirillum brasilense*, nitrogen fertilization, pasture.

Introdução

A intensificação dos sistemas de produção pecuária é apontada como uma das alternativas de exploração sustentável, minimizando a pressão sobre a abertura de novas áreas para produção agropecuária (BARCELLOS et al., 2008). Esse modelo, entretanto, deverá ser pautado pelo uso eficiente dos recursos físicos, incluindo a recuperação de áreas antropizadas e degradadas, calcada no aporte de conhecimento e de tecnologias poupadoras de insumos. Neste sentido o consórcio milho + braquiária com foco na integração lavoura pecuária (ILP) tem surgido como uma opção, pois permite a intensificação pretendida e permite a produção de palhada para a cultura subsequente.

A integração lavoura-pecuária tem o princípio de ser um sistema misto de exploração entre a lavoura e pecuária caracterizada pela diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão de atividades agrícolas e pecuárias. Pelo fato do solo poder ser explorado economicamente durante o ano todo, ou pelo menos, na maior parte dele, favorece o aumento da oferta de carne, leite e grãos, a um custo menor, devido ao sinergismo criado entre a lavoura e a pastagem (KLUTHCOUSKI et al., 1991), assim se torna sustentável ao longo do tempo (SANDINI et al., 2011).

De acordo com Franzluebbbers (2007), os sistemas mais diversificados, como a integração lavoura-pecuária, são importantes para repor e manter a matéria orgânica do solo (MOS) e proporcionar solos bem estruturados, o que favorece maior taxa de infiltração de água das chuvas e, subsequentemente, maior disponibilidade para os cultivos; redução do escoamento superficial, para evitar erosões e poluição dos corpos d'água; e penetração das raízes no perfil do solo, o que aumenta o volume de solo explorado pelo sistema radicular dos cultivos e, conseqüentemente, a eficiência de uso de água e nutrientes.

A semeadura direta é o melhor sistema de preparo do solo em termos conservacionistas. No entanto, o grande desafio nas regiões tropicais é a produção de palhada, visando à efetivação do sistema, e sua superação é realizada com o uso de gramíneas como plantas de cobertura.

A prática da ILP contribui para promover o sistema de plantio direto (SPD). A pastagem proporciona à lavoura um solo melhor estruturado, em

função do sistema radicular abundante e do resíduo de material orgânico deixado na superfície e em subsuperfície do solo (LOSS et al., 2013; SILVA et al., 2011).

Um problema encontrado por aqueles que optam pela prática da agricultura ou no caso, a ILP, é o alto custo dos fertilizantes. Entre esses, destaca-se o nitrogênio, que é um elemento essencial no desenvolvimento das gramíneas, capaz de promover aumento de biomassa, pois favorece os processos de crescimento da planta, atuando na aceleração da formação das gemas axilares, número das lâminas foliares, iniciação e alongamento dos perfilhos, aumento da capacidade de rebrota e aumento do valor nutricional, conseqüentemente pode permitir aumento na taxa de lotação, ganho de peso por animal e por hectare com o manejo de pastejo correto (VITOR et al., 2009).

Uma alternativa é o aproveitamento dos benefícios proporcionados pela associação entre bactérias diazotróficas (fixadoras de N) em culturas de grande interesse econômico visto que tais microrganismos são capazes de promover o crescimento vegetal e gerar incrementos no desenvolvimento e na produtividade das culturas (BALDANI et al., 1997). Parte do nitrogênio requerido pelas gramíneas forrageiras pode ser suprida biologicamente pela fixação do nitrogênio através da associação entre plantas e bactérias promotoras de crescimento, tal como *Azospirillum brasilense*, a qual pode promover crescimento da planta pela fixação biológica de nitrogênio ou por produzir substâncias que ajudam no crescimento radicular, tal como ácido indolacético (MOREIRA et al., 2010).

Produtos a base de *Azospirillum brasilense* são preconizados para co-inoculação de soja, juntamente com *Bradyrhizobium* tanto na Argentina como na África do Sul (REIS et al., 2008). O uso de bactérias fixadoras de nitrogênio e/ou promotoras de crescimento de plantas tem contribuído para o menor uso de fertilizantes químicos, assim auxiliando na diminuição do custo das lavouras e minimizando o potencial poluidor deste em relação ao ambiente.

Assim, objetivou-se verificar a resposta da forrageira em relação ao efeito residual da co-inoculação na cultura da soja, juntamente com a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no consórcio milho braquiária.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na área experimental pertencente a Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alta Floresta – MT, cujas coordenadas geográficas são 09° 51' 42" S e 56° 04' 07" W, com altitude de 283 metros e relevo caracterizado como plano. O clima predominante da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Am, com duas estações climáticas bem definidas. Apresenta precipitação média anual de 2.400 mm, com intensidade máxima nos meses de janeiro, fevereiro e março, possuindo 5 meses secos (EPE, 2009). A temperatura média anual é de 24°C, sendo a máxima de 40°C e mínima de 14°C.

Os valores de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar média durante o período do experimento em campo foram obtidos junto a estação meteorológica da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus de Alta Floresta, localizada ao lado da área experimental (Figura 1).

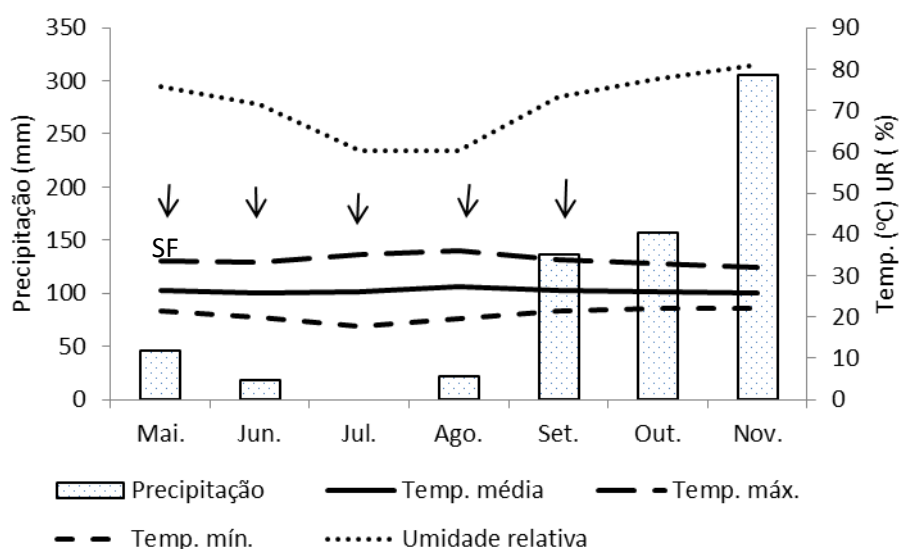


Figura 1. Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação pluvial mensal durante o período de maio a novembro de 2016.

SF – semeadura da forrageira junto ao milho.

↓ – Meses irrigados.

A área onde foi instalada a pesquisa, anteriormente estava sendo cultivada com *Urochloa brizantha* cv Marandú (Syn. *Brachiaria brizantha* cv

Marandú) em estágio de degradação. O solo do local é classificado conforme Embrapa (2013) como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico. No mês de julho do ano de 2015 foi coletada amostra de solo na camada de 0-0,20 m para determinação das características químicas e granulométricas visando o cálculo da adubação a ser utilizada, sendo obtido os seguintes resultados: 23,0 g dm⁻³ de matéria orgânica; pH (CaCl₂) 5,22; 1,22 mg dm⁻³ de P (pelo extrator Mehlich 1); 0,14 cmol_c dm⁻³ de K; 1,79 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,67 cmol_c dm⁻³ de Mg; 3,89 cmol_c dm⁻³ H + Al; CTC efetiva 8,0 cmol_c dm⁻³ e 52,2% de saturação por bases. As características granulométricas foram: 386 g kg⁻¹ de argila; 140 g kg⁻¹ de silte e 474 g kg⁻¹ da fração areia.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em faixas, com 10 tratamentos e 4 repetições. A área total da unidade experimental foi de 1.680 m², onde cada parcela teve as dimensões de 6 m de largura por 7 m de comprimento, perfazendo um total de 40 parcelas.

A semeadura da forrageira ocorreu posteriormente à colheita da soja, em semeadura direta no mês de maio de 2016 sobre a palhada da mesma e em consórcio com a cultura do milho. A soja cultivada anteriormente recebeu dois tratamentos constituídos pela inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e a co-inoculação com *Azospirillum brasilense*, sendo a inoculação efetuada com 80 g de Nitro Geo® (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080) para 50 kg de sementes e a co-inoculação com 80 g de Nitro Geo soja turfa ® (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080) para 50 kg de sementes + 100 mL de Nitro Geo AZ® (estirpes AbV5 e AbV6) para 25 kg de sementes.

A cultivar de milho utilizada foi a 2B877 PW (híbrido simples), no espaçamento entre linhas de 0,5 m e na população de 55.000 plantas ha⁻¹. A adubação da semeadura seguiu as recomendações de Alves et al (1999), sendo aplicados 16 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O, através do formulado 04:30:12.

O experimento foi conduzido com auxílio de irrigação convencional, sendo o fornecimento de água realizado de acordo com a necessidade hídrica das culturas, atingindo no máximo 7 mm dia⁻¹.

Na semeadura da forrageira *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*), foram utilizados 12 kg ha⁻¹ de sementes. As sementes da

frrageira foram misturadas ao adubo e depositadas no compartimento de fertilizante da semeadora, sendo distribuídas na mesma profundidade do adubo. Quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico V6 (seis folhas totalmente desenvolvidas), foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se manualmente as doses de N para cada tratamento (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), na forma de ureia, ficando um tratamento controle (sem adição de N).

Aos 50 dias após a colheita do milho (período de vedação do pasto) quando a frrageira atingiu a altura média de 0,40 m, foram realizadas 3 amostragens por parcela para determinação da produtividade de matéria seca da parte aérea da frrageira com auxílio de um quadrado de 0,50 x 0,50 m, adotando-se como altura de corte 0,15 m. O material cortado foi separado em colmo e folhas para determinação da relação folha:colmo e em seguida foi pesado e colocado em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante, para a quantificação da produção de massa seca (PMS) (extrapolada para kg ha⁻¹). O mesmo procedimento foi repetido quando a frrageira atingiu a altura de corte (0,30 m), aos 24 dias após o primeiro corte, e também antes da dessecação da área para a nova safra, foi realizado o corte da frrageira rente ao solo para determinação da quantidade de palhada produzida.

Logo após o primeiro corte foi realizado um corte de uniformização na área total e todo material foi retirado da área experimental.

Foi realizada amostragem da frrageira para determinação do teor de N, sendo amostradas 10 plantas inteiras e de forma aleatória por parcela. As plantas amostradas foram secas em estufa de circulação forçada com temperatura controlada entre 65°C a 70°C por 72 horas ou até atingirem massa constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em sacos plásticos. No Laboratório de Análise de Solo, Adubo e Foliar da Universidade do Estado de Mato Grosso foi determinado o teor foliar de N através da metodologia de Kjeldahl, que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação (SILVA, 2009).

Durante a coleta das plantas, foram realizadas também as leituras de índice spad com o clorofilômetro Spad 502 minolta, sendo a leitura realizada

na 3ª folha totalmente desenvolvida e em 10 plantas por parcela e 10 pontos por folha.

Com os dados obtidos de massa seca e teor de nitrogênio foram realizadas as seguintes determinações: eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) = $(\text{massa seca total, kg})^2 / (\text{acúmulo de N, g})$; em $(\text{kg de MS})^2 / \text{g de N}$ acumulado (SIDDIQI & GLASS, 1981); recuperação do nitrogênio aplicado (RNA) = $\text{acúmulo de N (kg) com adubação} - \text{acúmulo de N (kg) sem adubação} / \text{dose de N aplicada (kg)} \times 100$; em % (FAGERIA, 1998); eficiência agrônômica do N aplicado (EA) = $\text{massa seca com adubação (kg)} - \text{massa seca sem adubação (kg)} / \text{dose de N (kg)}$; em $\text{kg de MS} / \text{kg N aplicado}$ (FAGERIA, 1998) e eficiência fisiológica (EF) ou eficiência biológica = $\text{massa seca com adubação (kg)} - \text{massa seca sem adubação (kg)} / \text{acúmulo de N com adubação (kg)} - \text{acúmulo de N sem adubação (kg)}$; em $\text{kg de MS} / \text{kg de N acumulado}$ (FAGERIA, 1998).

A Eficiência Agrônômica (EA) refere-se à produção adicional de massa seca pela forrageira nas parcelas adubadas em relação à não adubada por unidade de nitrogênio aplicado pelas fontes utilizadas (FAGERIA, 1998).

A Eficiência Fisiológica (EF) ou Eficiência Biológica representa a produção adicional de massa seca pela forrageira nas parcelas adubadas em relação à não adubada, por unidade de N adicional acumulado nas plantas dessas parcelas (Fageria, 1998).

Os dados de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância sendo as médias do fator quantitativo (inoculação) comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade e para o fator quantitativo (doses de N) foi desenvolvido o estudo de regressão polinomial com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Conforme pode ser observado no resumo da análise estatística apresentado na Tabela 1, no primeiro corte a massa seca da forrageira foi influenciada pela inoculação e pelas doses de N. Para a relação folha:colmo houve apenas resposta significativa em relação à inoculação. Já, para índice spad (SPAD) e para a massa seca no segundo corte não houve resposta significativa para os fatores testados. Para a produção de palhada não foi verificada interação significativa entre os fatores.

Tabela 1. Valores de F e coeficientes de variação (CV%) para massa seca no 1º corte (MS1), relação folha:colmo (RFC), índice de cor verde (ICV), massa seca no 2º corte (MS2) e palhada (PALH) em função de doses de nitrogênio aplicadas e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016

Fonte de variação	MS1 kg ha ⁻¹	MS2 kg ha ⁻¹	RFC --	SPAD --	PALH kg ha ⁻¹
Valores de F					
Inoculação	11,74*	0,83 ^{ns}	13,29*	0,05 ^{ns}	14,01*
Dose de N	14,16**	2,66 ^{ns}	2,63 ^{ns}	2,23 ^{ns}	22,83**
IxN	1,27 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,26 ^{ns}
CV 1 (%)	18,01	31,32	10,34	10,16	11,78
CV 2 (%)	12,59	27,33	14,54	7,66	7,83
CV 3 (%)	21,64	30,66	15,21	5,20	13,77
Média geral	4.647	3.432	1,03	34,79	8.130

^{ns}, **, * Não significante, significante a 1% e significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

Conforme pode ser verificado na Tabela 2, a forrageira respondeu positivamente à co-inoculação, com o incremento de matéria seca no primeiro corte, produzindo 907,2 kg ha⁻¹ a mais em comparação a área onde somente ocorreu a inoculação, demonstrando a existência de efeito residual da co-inoculação realizada nas sementes de soja. Sabundjian (2016), trabalhando com inoculação de *Azospirillum brasilense* em milho e cultivo posterior de feijão, observou que este foi influenciado pela cultura antecessora e nas áreas com tratamentos com inoculação de *Azospirillum brasilense*, o feijão apresentou maiores médias quando comparados àqueles sem inoculação, evidenciando o efeito residual da inoculação.

Santos (2013), trabalhando com inoculação do capim marandu, concluiu que *Azospirillum* spp. contribui de forma positiva para nutrição, desenvolvimento e produção do capim. Francisco et al. (2012) e Cavallet et al.

(2000) inoculando milho e Sala et al. (2007) inoculando trigo, relataram resultados de aumento de produtividade em várias dosagens do gênero utilizado. Estimativas da FBN em gramíneas como *B. decumbens* e *B. humidicola* indicam a incorporação ao sistema de valores na ordem de 30 a 45 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (BODDEY; VICTORIA, 1986).

Esse incremento relatado na produção de massa do capim provavelmente aconteceu pela estimulação do crescimento radicular, pois o *Azospirillum brasilense* auxilia na produção de hormônios tal como ácido indolacético (IAA), giberelinas e citocininas (TIEN et al., 1979) e, conseqüentemente, colabora para o crescimento da parte aérea. As bactérias diazotróficas também podem atuar estimulando o crescimento vegetal, gerando aumento na atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas (CASSÁN et al., 2008). Essas também podem atuar como agentes de controle biológico de patógenos (CASSÁN et al., 2008).

Não houve interação significativa para produção de palhada ao final do ciclo entre a inoculação e doses de N, sendo os valores médios de cada tratamento apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de F para regressão e médias para massa seca no 1º corte (MS1), relação folha/colmo (RFC), massa seca no 2º corte (MS2) e palhada (PALH) em função do efeito residual da inoculação e co-inoculação e aplicação de doses de N em cobertura no consórcio milho e *Urochloa ruziziensis*. Alta Floresta-MT, 2016

INOCULAÇÃO	MS1 kg ha ⁻¹	MS2 kg ha ⁻¹	SPAD --	RFC --	PALH kg ha ⁻¹
Bradyrhizobium	4.193,75 b	3.277,09 a	34,92 a	1,09 a	7.563,78 b
Brad.+Azosp.	5.100,77 a	3.587,79 a	34,65 a	0,97 b	8.697,63 a
DMS	842,30	1081,74	3,55	0,10	
DOSES N (kg ha ⁻¹)					
0	3.608,17	2.821,75	33,08	1,17	6.615,84
50	4.350,25	3.109,70	34,33	1,00	7.769,31
100	4.685,32	3.268,50	34,44	1,03	8.280,43
150	4.841,27	3.799,67	35,17	0,94	8.409,57
200	5.751,27	4.162,67	36,92	0,99	9.578,37
F Regressão linear	53,31**	--	--	--	85,16**
F Regressão quad.	--	--	--	--	--

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). ** Significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

Houve comportamento linear crescente para produção de massa seca no primeiro corte (Figura 2), evidenciando a importância do nitrogênio para desenvolvimento das plantas. O N faz parte, por exemplo, de moléculas orgânicas como clorofilas e aminoácidos (EPSTEIN; BLOOM, 2006; REIS et al., 2006; TAIZ; ZEIGER, 2010), e influencia tanto a atividade mitótica (produção celular) quanto a taxa de alongamento das novas células produzidas (KAVANOVÁ et al., 2008).

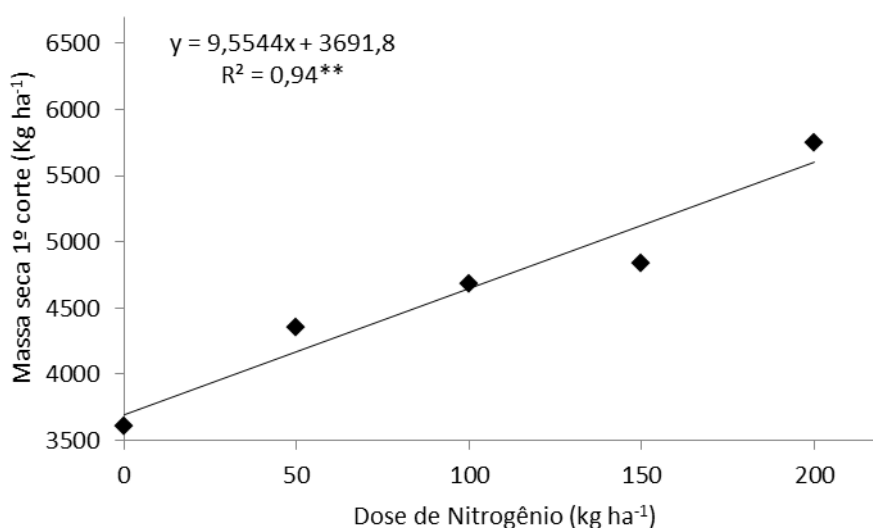


Figura 2. Massa seca produzida no 1º corte de *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio.

Teixeira (2015), trabalhando em área semelhante à da presente pesquisa e também com a dose máxima de 200 kg ha⁻¹ aplicada próximo do término e início da estação chuvosa obteve comportamento linear crescente para a produção de massa seca com as gramíneas Marandu e Mulato II.

A relação folha:colmo apresentou menor razão em área de co-inoculação (0,97), como pode ser observado na Tabela 2. Isso pode estar relacionado ao fato de que a forrageira desenvolveu mais nesses tratamentos, produzindo maior massa e com isso maior proporção de colmos, indicando que os cortes nesses tratamentos poderiam ter sido realizados anteriormente e o pecuarista poderia antecipar o pastoreio do local. Em cultivares como a utilizada na presente pesquisa, que possuem hábito de crescimento ereto, o alongamento do colmo incrementa a produção forrageira, porém interfere na estrutura do pasto, comprometendo a eficiência de pastejo em decorrência do decréscimo na relação folha:colmo (RODRIGUES et al., 2008) e, segundo

Euclides et al. (2000), isto afeta o desempenho dos animais em pastejo. O valor crítico para a relação folha:colmo proposto por Pinto et al. (1994) é de 1,0 estando próximo a ambos tratamentos.

Quanto ao índice spad, pode-se observar que não houve influência do fator inoculação e também de doses de N. Müller et al. (2012) e Neumann et al. (2016) não encontraram diferença no teor de clorofila em milho inoculado com *Azospirillum brasilense*.

Ao contrário do primeiro corte, no segundo (realizado 24 dias após o primeiro), não houve resposta significativa para a produtividade de massa seca para o fator inoculação e também para doses de nitrogênio. Há ainda escassez de trabalhos e informações que relacionam a adição de bactérias fixadoras de nitrogênio ao solo ou promotoras de crescimento e o tempo de viabilidade dessas no solo. Contudo, quanto à sobrevivência do *A. brasilense*, sabe-se que este possui baixa capacidade de sobreviver por períodos prolongados de tempo na maioria dos solos (BASI, 2013). As condições físico-químicas do solo e a ausência da planta hospedeira podem afetar diretamente a população da bactéria (BASHAN et al., 1995). Entretanto, em situações desfavoráveis essas bactérias podem desenvolver mecanismos de proteção como formação de cistos, produção de poli- β - hidroxibutirato e de melanina, favorecendo sua sobrevivência (DEL GALLO e FENDIRIK, 1994).

Na Figura 3 está apresentado o comportamento da produção de palhada pela forrageira *Urochloa ruziziensis* em função de doses de nitrogênio aplicadas. A resposta apresenta função linear crescente, onde a produção máxima seria obtida em doses superiores a 200 kg ha⁻¹ de N.

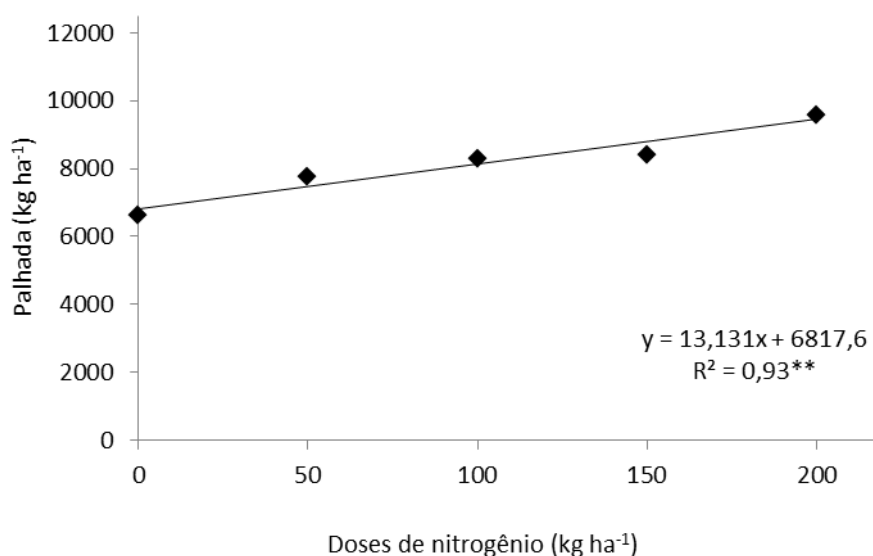


Figura 3. Produção de palhada da forrageira *Urochloa ruziziensis* em função de doses de N para inoculação e co-inoculação.

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se o resumo da análise estatística e os dados referentes aos teores foliares de N e as relações de eficiência do uso deste no primeiro corte da gramínea realizado. Para teor de N na planta, houve resposta significativa apenas para doses de N aplicadas, não havendo diferença para o fator inoculação. As doses influenciaram o teor foliar de N, a eficiência de utilização de nitrogênio e a recuperação de N aplicado. Ocorreu interação entre os fatores apenas para eficiência agrônômica de N aplicado.

O teor de N na planta teve aumento seguindo um modelo linear crescente em relação as doses aplicadas, não sendo atingida a máxima resposta de N aplicado ao solo (Figura 4). Burton & Monson (1988) relatam que a adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de massa seca, eleva o teor de proteína bruta (PB) da forragem e, em alguns casos, diminuem o teor de fibra, contribuindo dessa forma para a melhoria da sua qualidade. Ressalta-se que o teor de PB está proporcionalmente relacionado ao teor de N, sendo que quanto maior o teor de N, maior é o teor da PB. Os valores obtidos para o teor de N em todos os tratamentos estão dentro do intervalo considerado ideal para plantas forrageiras segundo Malavolta et al. (1997) que é de 11,3 a 18 g kg⁻¹.

Tabela 3. Valores dos níveis de significância, coeficiente de variação (CV%) e valores médios de teor de N na planta (N), eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), recuperação do nitrogênio aplicado (RNA), eficiência agrônômica do N aplicado (EA) e eficiência fisiológica (EF) para a forrageira *Urochloa ruziziensis* em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016

Fonte de variação	N	EUN	RNA ¹	EA ¹	EF ¹
	g kg ⁻¹	kg de MS g ⁻¹	%	kg MS Kg N ⁻¹	kg MS kg N ⁻¹
Inoculação	0,31 ^{ns}	21,56*	4,62 ^{ns}	3,61 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Dose de N	3,44*	3,84*	5,14*	2,73 ^{ns}	1,23 ^{ns}
IxN	0,06 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,80 ^{ns}	6,07*	1,57 ^{ns}
CV 1 (%)	8,76	12,00	28,08	38,51	8,92
CV 2 (%)	11,80	14,72	24,82	27,97	21,24
CV 3 (%)	10,92	17,67	27,15	23,14	29,22
Média geral	17,11	273,31	17,15	3,52	6,61

^{ns}, * Não significante, significante a 1% de probabilidade pelo teste F. ¹Dados Transformados em \sqrt{x}

A importância de verificar o efeito da aplicação de doses de N no solo para plantas está no fato de que a dinâmica do N no solo é bastante complexa e diferenciada em relação aos outros nutrientes. Esse nutriente possui grande mobilidade no solo, sofre inúmeras transformações mediadas por microrganismos, possui alta movimentação em profundidade, transforma-se em formas gasosas (N₂ e amônia), se perde por volatilização e tem baixo efeito residual (AGUIAR & SILVA, 2005) e com isso, parte do N aplicado à pastagem é frequentemente perdida do sistema, o que reduz a eficiência de uso, principalmente porque os fertilizantes nitrogenados são normalmente aplicados em cobertura, sem incorporação ao solo (COSTA et al., 2006).

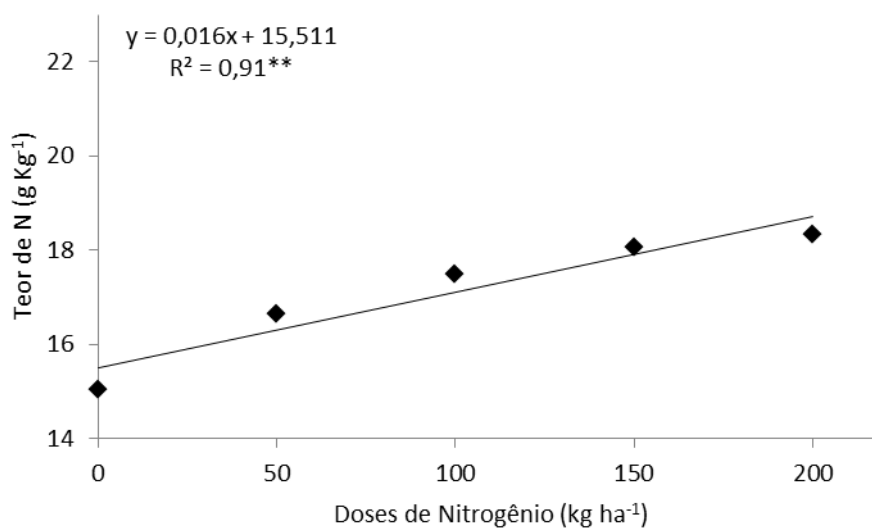


Figura 4. Teor de nitrogênio na planta de *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Para a eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), nos tratamentos que tiveram a co-inoculação foi possível observar um maior aproveitamento do N aplicado independente da dose de N testada (Tabela 4). Essa resposta se torna importante, pois a eficiência de utilização do N para a produção de alimentos no mundo é muito baixa (SILVA et al., 2011). A recuperação do N dos fertilizantes nitrogenados pode variar com a espécie vegetal, práticas de manejo, propriedades do solo, condições ambientais e fonte de N utilizada (SHAVIV, 2001; PEGORARO et al., 2009; ESPINDULA, 2010).

Na Figura 5 está representada o comportamento da EUN em função das doses de N aplicadas, a qual seguiu ajuste linear crescente. A maximização da eficiência de conversão do N no fertilizante em massa seca de forragem é extremamente importante para o resultado bioeconômico final da adubação nitrogenada em pastagens (MARTHA JÚNIOR et al., 2007). Nesse sentido, podemos perceber que a EUN acompanhou concomitantemente a produção de matéria seca no primeiro corte, ou seja, o N aplicado foi utilizado para produção proporcionalmente a sua aplicação.

Tabela 4. Valores de F e valores médios de teor de N , eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), recuperação do nitrogênio aplicado (RNA) e eficiência fisiológica (EF) em função da inoculação e co-inoculação e doses de N na forrageira *Urochloa ruziziensis*. Alta Floresta-MT, 2016

INOCULAÇÃO	N g kg ⁻¹	EUN kg MS g ⁻¹	RNA ¹ %	EF ¹ kg MS kg N ⁻¹
Bradyrhizobium	17,24 a	249,23 b	18,99 a	6,60 a
Brad.+Azosp.	16,98 a	297,39 a	15,33 a	6,63 a
DMS	1,51	33,00	5,42	0,66
DOSES N (Kg ha ⁻¹)				
0	15,03	241,17	--	--
50	16,64	257,49	22,01	5,98
100	17,48	285,48	16,94	7,17
150	18,05	268,39	14,28	6,34
200	18,33	314,03	15,40	6,98
F Regressão linear	12,51**	12,12**	11,17**	--
F Regressão quad.	--	--	--	--

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). **, * Significante a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹Dados Transformados em \sqrt{x} .

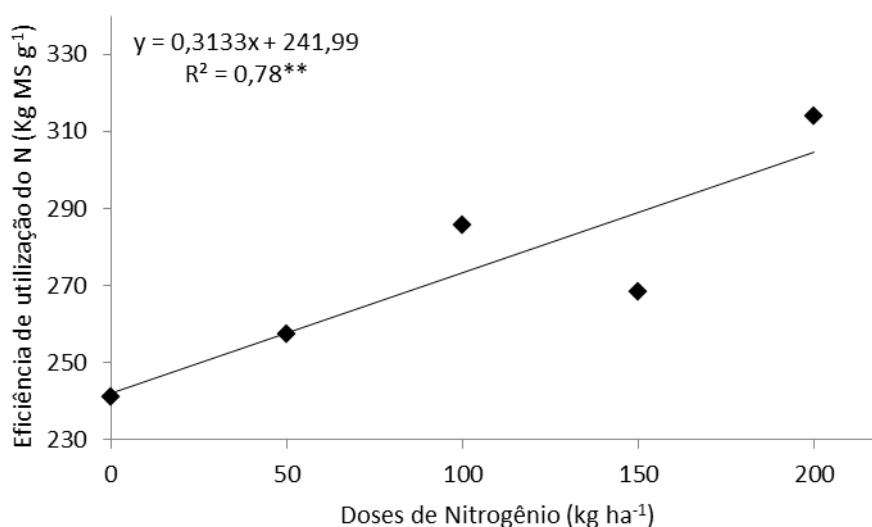


Figura 5. Eficiência de utilização de N para *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Para RNA a resposta foi linear decrescente (Figura 6). Esse menor aproveitamento do N aplicado (RNA), com o aumento das doses, é relatado na literatura, e ocorre devido a maior produção de massa seca (COSTA et al., 2010), concentração de nutriente (COSTA et al., 2009a) e extração de N pelas

plantas (COSTA et al., 2009b), nas maiores doses aplicadas. Diante disso, nessas maiores doses há uma maior chance de perdas do nutriente por volatilização, lixiviação, desnitrificação e lavagem superficial (SILVA et al., 2011).

A recuperação do N aplicado (RNA) pelo fertilizante refere-se à percentagem do total de N aplicado que foi absorvida e acumulada adicionalmente pelas plantas das parcelas adubadas em relação às não adubadas (FAGERIA, 1998). Resultados de pesquisa têm mostrado que taxa de recuperação do N aplicado como fertilizante diminui à medida que se aumenta a dose aplicada no solo (PRIMAVESI et al., 2006; NOVAIS, 2007), o mesmo ocorreu no presente estudo (Figura 6).

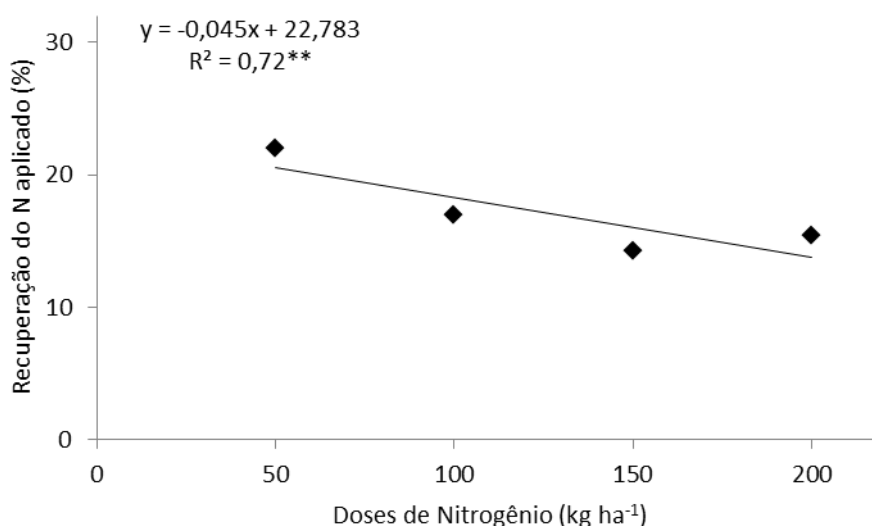


Figura 6. Recuperação do N aplicado para *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Em pastagens manejadas intensivamente com doses elevadas de N, se torna primordial conhecer a recuperação do N do fertilizante pelas plantas para maximizar a eficiência do seu uso e minimizar o impacto ambiental (SILVA et al., 2011).

É importante salientar, na avaliação da RNA, que além das perdas do N aplicado pelos processos já conhecidos, as plantas estão, na realidade, em competição com a população microbiana do solo, sendo que o N aplicado no solo está, também, sujeito a uma série de transformações mediadas por

microrganismos, que irão determinar as relações de equilíbrio entre as formas orgânicas e inorgânicas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Para a EA ocorreu interação entre a inoculação e doses de N. Através da Tabela 5 e Figura 7, pode-se verificar o desdobramento dessa interação. Apenas para a dose de 50 kg ha⁻¹ ocorreu diferença entre inoculação e co-inoculação, sendo a maior eficiência observada na inoculação.

Tabela 5. Eficiência Agronômica do N Aplicado (EA) influenciada por doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016

INOCULAÇÃO	DOSES DE N (kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
	EA ¹ (MS kg N ⁻¹)				
Bradyrhizobium	--	5,75 a	3,65 a	3,04 a	3,47 a
Brad.+Azosp.	--	2,73 b	3,70 a	2,73 a	3,11 a
DMS			1,30		
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear			16,80**		
D(B) Reg. Quad.			9,55*		
D(B+A) Reg. Linear			0,01 ^{ns}		
D(B+A) Reg. Quad.			0,52 ^{ns}		

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F (p<0,05). **, * Significante a 1% e significante a 5% de probabilidade pelo teste F. ¹Dados Transformados em \sqrt{x} .

Observa-se na Figura 7, o comportamento quadrático com ponto de mínimo de 130 kg ha⁻¹ para os valores de EA em função das doses aplicadas. Em estudo da eficiência agronômica do capim marandu, Primavesi et al. (2006) verificaram que os melhores índices ocorreram quando se aplicaram as menores doses de N, ocorrendo redução nos valores desses índices com o aumento das doses de N, resultados semelhantes aos observados no presente trabalho.

A EF não foi influenciada pela inoculação e doses, como também foi demonstrado por Silva (2011) em estudo da eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-marandu.

Vários mecanismos relacionados às características morfológicas e fisiológicas das plantas contribuem para o uso eficiente de nutrientes, como sistema radicular extensivo, alta relação entre raízes e parte aérea, maior eficiência de absorção ou de utilização de nutrientes e capacidade de manter o

metabolismo normal mesmo com baixo teor de nutrientes nos tecidos (FAGERIA & BALIGAR, 1993).

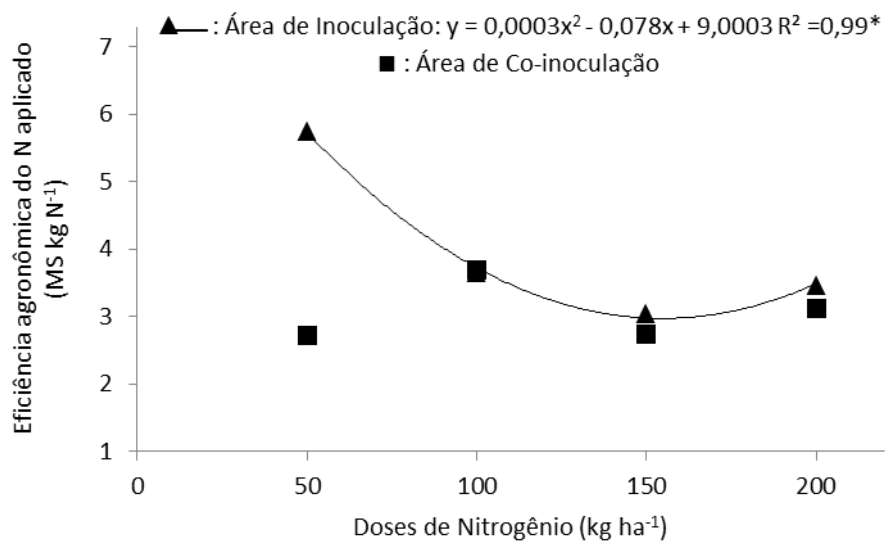


Figura 7. Eficiência agrônômica do N aplicado em *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Conclusões

A co-inoculação na cultura da soja proporcionou efeito residual no primeiro corte da forrageira, obtendo-se maior produção para massa seca.

A eficiência de utilização de N pela *Urochloa ruziziensis* aumentou linearmente enquanto que a recuperação do N aplicado, a eficiência agrônômica e a eficiência fisiológica diminuíram com o aumento das doses de N aplicadas.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. Calagem e adubação da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 5., 2005, Lavras. **Anais...**Temas em evidência. Lavras: UFLA, 2005. 177-246 p.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; FILHO, A. R.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª** Aproximação. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. p. 281-282.

BALDANI, V.L.D.; OLIVEIRA, E.; BALOTA, E.; BALDANI, J.I.; KIRCHHOF, G. & DÖBEREINER, J. *Burkholderia brasiliensis* sp. nov., uma nova espécie de bactéria diazotrófica endofítica. **Anais...** v. 69, n. 116, 1997

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, suplemento especial, p.51-67, 2008.

Bashan Y., Ream Y., Levanony H., Sade A. Nonspecific responses in plant growth, yield and root colonization of noncereal crop plants to inoculation with *Azospirillum brasilense* Cd. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 67, n.1, p. 1317–1324, 1995.

BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

BODDEY, R.M., VICTORIA, R.L. Estimation of biological nitrogen fixation associated with *Brachiaria* and *Paspalum* grasses using ¹⁵N labelled organic matter and fertilizer. **Plant and Soil**, Oklahoma, v.90, n. 1, p 265-292, 1986.

BURTON, G. W.; MONDSON, W. G. Registration of Tifton 68 bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v.24, n.6, p. 1211, 1984.

CASSÁN, F. D.; SALAMONE, G. ***Azospirillum* spp.** Cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología; 2008. 95 p.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. 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.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero Brachiaria em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, M.A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.10, n.1, p.115-123, 2009a.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SIMON, G.A.; CARRIJO, M.S. Extração de nutrientes do capim-marandu sob doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Goiânia, v.10, n.4, p.801-812, 2009b.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.1, p.192- 199, 2010.

DEL GALLO, M.; FENDIRIK, I. The rhizosphere and Azospirillum. In.: OKON, Y. (Eds.). **Azospirillum Plant associations**. Boca Raton: CRC Press, 1994, p.57-75.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Avaliação ambiental integrada da bacia hidrográfica do rio teles pires**. 2009. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/AAI%20Teles%20Pires/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

ESPINDULA, M.C.; ROCHA, V.S.; SOUZA, M.A.de; GROSSI, J.A.S.; SOUZA, L.T.de. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.6, p.1404-1411, 2010.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Ed Planta, 2016, 403p.

EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M. Consumo voluntário de Brachiaria decumbens cv. Basilisk e Brachiaria brizantha cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2200-2208, 2000 (supl.2).

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.2, n. 1, p.6-16, 1998.

FAGERIA, N.K. & BALIGAR, V.C. **Screening crop genotypes for mineral stresses**. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESSES, Lincoln, 1993. Proceedings. Lincoln, University of Nebraska, 1993. p.142-159.

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

FRANCISCO, E.A.B.; KAPPES, C.; DOMINGUES, L.; FELIPPI, C.L. Inoculação de Sementes de Milho Com *Azospirillum brasilense* e Aplicação de Nitrogênio em Cobertura. In.: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, Águas de Lindóia. Anais... In.: **Anais...** Congresso Nacional de milho e Sorgo, Águas de Lindóia, p. 1285-1291, 2012.

FRANZLUEBBERS, A.J. Integrated crop-livestock systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.361-372, 2007.

KAVANOVÁ, M.; LATTANZI, F.A.; SCHNYDER, H. Nitrogen deficiency inhibits leaf blade growth in *Lolium perenne* by increasing cell cycle duration and decreasing mitotic and post-mitotic growth rates. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v.31, n. 6, p.727-737, 2008.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M. et al. **Renovação de pastagem do cerrado com arroz**. 1- Sistema Barreirão. Goiânia-GO: EMBRAPA-CNPAP; 20p. Documentos, 33, 1991.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; PERIN, A.; BEUTLER, S.J.; ANJOS, L.H.C. Oxidizable carbon and humic substances in rotation systems with brachiaria/livestock and pearl millet/no livestock in the Brazilian Cerrado. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v.11, p.217-231, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P.C.O.; ALVES, M. C. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. **Grass and Forage Science**, Reading, v.59, n.1, p.80-90, 2004.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, Teresina, v. 1, n. 2, p.74-99, 2010.

MÜLLER, T. M.; BAZZANEZI, A. N.; VIDAL, V.; TUROK, J. D. N.; RODRIGUES, J. D.; SANDINI, I. E. Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho. In: XXIX

CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 2012. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2012. p.1.

NEUMANN, M. M.; SPADOTTO, D. V.; SILVA, L. A.; SANTOS, N. C.; SANTOS, F. M. Efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente e aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2016, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves. 2016. p. 487-490.

NOVAIS, R.F.; ALVARES, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Orgs.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.1, 470 p.

PEGORARO, R.F.; MISTURA, C.; WENDLING, B.; FONSECA, D.M.da; FAGUNDES, J.L. Manejo da água e do nitrogênio em cultivo de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.461-467, 2009.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORREA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagens de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.683-690, 2006.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. de A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G. da; FREITAS, A.R. de; VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.68-78, 2004.

REIS JUNIOR, F. B.; REIS, V. M.; TEIXEIRA, K. R. S. Restriction of 16S- 23S intergenic rDNA for diversity evaluation of *Azospirillum amazonense* isolated from different *Brachiaria* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 41, n. 3, p. 431-438, 2006.

REIS JUNIOR, F. B. dos; MACHADO, C. T. de T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 1139- 1146, 2008.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. *Xaraés* cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.3, p.394-400, 2008.

SABUNDJIAN, M. T. **Consórcio de milho e *Urochloa ruziziensis* e inoculação com *Azospirillum brasilense* e seu efeito residual associado à**

adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno. 2016. 173 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2016.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 833-842, 2007.

SANDINI, I. E.; MORAES, A., PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M. Forage accumulation in Brachiaria grass under continuous grazing with single or variable height during the seasons of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 42, p. 312-318, 2013.

SHAVIV, A. Improvement of fertilizer efficiency: product processing, positioning and application methods. **Proceedings International Fertility Society**, York, v. 469, p. 1-23, 2001.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.4, n.3, p.289-302, 1981.

SILVA, F. C. (eds.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V. O. I. P.; SOUZA, M. R. F. S.; SILVA, M. A.; Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras , v. 35, n. 2, p. 242-249, 2011 .

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Pant Physiology**, 5.ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers, 2010, 782 p.

TEIXEIRA, S. O. Perdas de amônia por volatilização e produção de gramíneas em função de fontes e doses de nitrogênio. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2016.

TIEN, T. M.; GASKINS M. H.; HUBBELL D. H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 37, n. 5, p. 1016-1024.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009.

4. **CONCLUSÕES GERAIS**

A co-inoculação na cultura da soja incrementa a massa e volume de raiz quando comparada a inoculação, porém não houve diferença para produtividade.

O residual do efeito da co-inoculação aumenta a massa e volume de raiz no milho safrinha. O aumento das doses de N causam respostas linear crescente para maioria das características do milho, inclusive produtividade.

Ocorre efeito residual de co-inoculação na forragem, proporcionando maior produtividade de massa seca.

Doses de N proporcionaram aumento linear sobre a produção de forragem e de palhada.