

LUCIANO DE SOUZA MARIA

**INTERPRETAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM
SOLOS CULTIVADOS COM *Panicum maximum* CV BRS-
ZURI E *Urochloa decumbens* NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

Dissertação de Mestrado

**ALTA FLORESTA – MT
2018**

	LUCIANO DE SOUZA MARIA	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2018



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



LUCIANO DE SOUZA MARIA

**INTERPRETAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM
SOLOS CULTIVADOS COM *Panicum maximum* CV BRS-
ZURI E *Urochloa decumbens* NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

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. Gustavo Caione

Co orientador: Prof. Dr. Evandro Luiz Schoninger

**ALTA FLORESTA – MT
2018**

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.

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

M332i MARIA, Luciano De Souza.
Interpretação da Disponibilidade de Fósforo em Solos Cultivados Com Panicum Maximum Cv Brs-Zuri e Urochloa Decumbens na Amazônia Meridional / Luciano De Souza Maria - Alta Floresta, 2018.
66 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018.
Orientador: Gustavo Caione
Coorientador: Evandro Luiz Schoninger

1. Adubação Fosfatada. 2. Capacidade Máxima de Adsorção de P. 3. Pastagens. 4. Solos Amazônicos. I. Luciano De Souza Maria. II. Interpretação da Disponibilidade de Fósforo em Solos Cultivados Com Panicum Maximum Cv Brs-Zuri e Urochloa Decumbens na Amazônia Meridional: .
CDU 631.8

INTERPRETAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM SOLOS CULTIVADOS COM *Panicum maximum* CV BRS-ZURI E *Urochloa decumbens* NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Luciano de Souza Maria

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: 19/01/2018

Prof. Dr. Gustavo Caione
Orientador – UNEMAT/ PPGBioAgro

Prof. Dr. Getulio de Freitas Seben Junior
UNEMAT/ PPGBioAgro

Prof. Dr. Renato de Mello Prado
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP

DEDICATÓRIA

A Deus pela sabedoria do discernimento em cada momento de minha vida

A minha querida família, Inês e Rayssa pelo amor incondicional.

Aos amigos minha eterna gratidão

Ao meu orientador por ser luz da sabedoria nessa trajetória incansável da busca pelo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao senhor Jesus Cristo por toda proteção e luz divina em cada dia na eterna jornada da vida.

A minha mulher e amiga Inês, grande exemplo de mulher, ao meu grande tesouro, a minha filha Rayssa pela compreensão pelos momentos ausentes, pelo amor incondicional, amor eterno a vocês.

A minha mãe Ana, meu exemplo de família, aos irmãos Anésio, Adriano, Andrea, Cristiane, Rodrigo e Angelo obrigado pelos ensinamentos de vida.

Ao meu sogro Altamir Lidoino, exemplo de homem, a minha cunhada Vanessa, ao eterno amigo e irmão Eluano Henrique (in memoriam).

A FAPEMAT e UNEMAT pela disponibilidade de auxílio à bolsa, no qual possibilitou a elaboração e execução do projeto.

Ao meu orientador e amigo professor Gustavo Caione pela imensa contribuição no projeto, um grande exemplo de pesquisador, obrigado pela sua paciência na minha busca incansável pelo conhecimento.

Ao meu co-orientador professor Evandro pela imensurável contribuição e realização do projeto.

Ao químico e professor Guilherme pela grande paciência na realização das análises químicas, e ao professor Getúlio pela colaboração o projeto.

Ao Diego da secretária da Pós-Graduação minha gratidão pela sua disponibilidade de auxiliar de forma sempre cordial e prestativa.

Aos amigos de mestrandos de laboratório Henildo, Simone, Ivone, Samara, Daiane e Eduardo por toda contribuição ofertada nas análises químicas, minha eterna gratidão.

Aos amigos de laboratório Rafaela, Felipe, Lucas, Juliano, Erica, Eric, Felipe Litter, Márcia e Wesley pela amizade construída nesse pequeno período.

Aos colegas e aos professores do PPGBioAgro, obrigado pela companhia e ensinamentos, e que o saber compartilhar conhecimento enobrece o homem.

Aos senhores Adeildo Cosmo Nascimento (Alta Floresta) e José Leles (Paranaíta) por cederem as áreas para instalação dos experimentos, muito obrigado pela contribuição.

Aos senhores Eduardo Porto (Sertão Agrícola), Vando Telles (PECSA) e Fábio Rodrigues Gonçalves (Ouro Verde Soluções Ambientais) pela contribuição com análises laboratoriais, fertilizantes e equipamentos utilizados no experimento.

Ao Fábio (amigo) pela sua imensa contribuição com equipamentos de corte (roçadeiras), tesouras e equipamentos de segurança.

A todos os colaboradores e funcionários da UNEMAT pela sua disponibilidade aos serviços prestados e amizade construída pela convivência.

“O homem não é nada além daquilo que a educação faz dele”

Immanuel Kant

Sumário

LISTA DE TABELAS	III
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE SIGLAS	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. HIPÓTESE	3
3. OBJETIVO GERAL	3
3.1. Objetivos específicos	3
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
4.1. As pastagens do norte de Mato Grosso.....	4
4.2. <i>Urochloa decumbens</i> cv. Basilisk.....	5
4.3. <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri.....	5
4.4. Fósforo no solo	6
4.4.1. Adubação Fosfatada.....	8
4.4.2. Extratores de P do solo.....	10
4.4.3 Calibração de adubação fosfatada.....	11
5. MATERIAL E MÉTODOS	13
5.1. Caracterização da Área Experimental.....	13
5.2. Análises Mineralógicas dos solos	19
5.3. Implantação e condução.....	22
5.4. Avaliação de características da planta.....	23
5.5. Avaliação do solo.....	24

5.6. Delineamento experimental	19
5.7. Análises dos dados.....	25
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
7.1. pH em CaCl ₂ do solo.....	26
7.2. Acúmulo de P pelas forrageiras	31
7.3. Produção de massa seca das forrageiras	37
7.4. Correlações de disponibilidade de P	42
7.5. Classes de disponibilidade e níveis críticos de P	44
8. CONCLUSÕES	57
9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
1– Análise química e física do solo, determinada na camada de 0 a 20 cm de profundidade, Alta Floresta – MT e Paranaíta – MT.....	15
2 – Doses de P ₂ O ₅ em função da capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) de um Latossolo Amarelo Distrófico (PAd) e de um Argissolo Amarelo Distrófico (LAd).....	19
3 – Teores e atributos cristalográficos dos minerais de um Latossolo Amarelo Distrófico (LAd) e de um Argissolo Amarelo Distrófico (PAd).....	21
4 – Descrição das datas, números de cortes e precipitação pluvial, nos experimentos 1 e 2 (Alta Floresta - MT, 2017) e nos experimentos 3 e 4 (Paranaíta – MT, 2017)	24
5 – pH de um Argissolo Amarelo Distrófico (PAd), cultivado com <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri, determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm profundidade (Alta Floresta - MT, 2017)	26
6 – pH de um Argissolo Amarelo Distrófico (PAd), cultivado com <i>Urochloa decumbens</i> , determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Alta Floresta – MT, 2017)	27
7 – pH de um Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), cultivado com <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri, determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Paranaíta – MT, 2017)	28
8 – pH de um Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), cultivado com <i>Urochloa decumbens</i> , determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Paranaíta – MT, 2017)	29
9 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre o pH de um Argissolo Amarelo Distrófico cultivado com <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e com <i>Urochloa decumbens</i> , determinados nas camadas 0-10 cm de profundidade (Alta Floresta – MT, 2017)	30
10 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre o pH de um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e com <i>Urochloa decumbens</i> , determinados nas camadas 0-10 cm de profundidade (Paranaíta – MT, 2017)	30

11 – Acúmulo de P pelas forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> , cultivadas em um Argissolo Amarelo Distrófico e adubadas com doses de P ₂ O ₅ com base na CMAP (Alta Floresta - MT, 2017)	32
12 – Acúmulo de P pelas forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e em <i>Urochloa decumbens</i> , cultivadas em um Latossolo Amarelo Distrófico e adubadas com doses de P ₂ O ₅ com base na CMAP (Paranaíta - MT, 2017)	33
13 – Equações de regressão para o efeito das doses de P ₂ O ₅ sobre o acúmulo de P (kg ha ⁻¹) pelas forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> , cultivadas em um Argissolo e adubadas com doses de P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017)	34
14 – Equações de regressão para o efeito das doses de P ₂ O ₅ sobre o acúmulo de P (kg ha ⁻¹) pelas forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> , cultivadas em um Latossolo e adubadas com doses de P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Paranaíta - MT, 2017)	35
15 – Produtividade de massa seca da parte aérea das forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> em função de doses de fósforo aplicadas com base na CMAP de um Argissolo Amarelo Distrófico (Alta Floresta - MT, 2017)	38
16 – Produtividade de massa seca da parte aérea das forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> em função de doses de fósforo aplicadas com base na CMAP de um Latossolo Amarelo Distrófico (Paranaíta – MT, 2017)	39
17 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre produção de massa seca da parte (kg ha ⁻¹) pelas forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> cultivadas em Argissolo e adubadas com doses de P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017)	40
18 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre produção de massa seca da parte (kg ha ⁻¹) pelas forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> cultivadas em Latossolo e adubadas com doses de P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Paranaíta – MT, 2017)	41
19 – Matriz de correlação linear (r) entre os teores de fósforo no solo extraídos pelos extratores Mehlich-1 e Resina (camada 0-10 cm), com o acúmulo de P e com a produção de matéria seca das forrageiras <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> em Argissolo Amarelo Distrófico (Alta Floresta – MT, 2017) e Latossolo Amarelo Distrófico (Paranaíta – MT, 2017)	43
20 – Interpretação das classes de disponibilidade de P extraído pelo método Mehlich-1, na profundidade de 0-10 cm em Argissolo Amarelo Distrófico e em Latossolo Amarelo Distrófico cultivados com <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri, na Amazônia Meridional, 2017.....	52

- 21 – Interpretação das classes de disponibilidade de P extraído pelo método Mehlich-1, na profundidade de 0-10 cm em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico cultivados com *Urochloa decumbens*, na Amazônia Meridional, 2017..... 54
- 22 – Classes de disponibilidade de fósforo na profundidade de 0 – 10 cm, extraído pelo método resina de troca aniônica, para *Panicum maximum* cv BRS-Zuri, em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico, na Amazônia Meridional, 2017..... 54
- 23 – Classes de disponibilidade de fósforo na profundidade de 0 – 10 cm, extraído pelo método resina de troca aniônica, para *Urochloa decumbens*, em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico, na Amazônia Meridional, 2017 55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 – Mapa de localização das áreas experimentais	14
2 – Precipitação pluvial semanal entre dezembro de 2016 e maio de 2017, com a semeadura, adubação de cobertura e cortes de <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> , no solo Argissolo Amarelo Distrófico, no município Alta Floresta-MT. Fonte: Estação automática da UNEMAT (2017)	16
3 – Precipitação pluvial semanal entre dezembro de 2016 e maio de 2017, com a semeadura, adubação de cobertura e cortes de <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri e <i>Urochloa decumbens</i> , no solo Latossolo Amarelo Distrófico, do município Paranaíta MT. Fonte: Dados médios com estação automática da INMET de Apiacás-MT e Alta Floresta-MT e a estação automática da UNEMAT (2017)	17
4 – Difratrogramas de raio-X na fração argila desferrificada. Ct-caulinita, Gb-gibbsita, Hm-hematita, Gt-goethita, An- Anatásio	20
5 – Acúmulo total de P (kg ha ⁻¹) em <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri (A) e <i>Urochloa decumbens</i> (B), em Argissolo Amarelo Distrófico, em função de doses P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017)	35
6 – Acúmulo total de P (kg ha ⁻¹) em <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri (A) e <i>Urochloa decumbens</i> (B), em Latossolo Amarelo Distrófico, em função de doses de P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Paranaíta – MT, 2017)	36
7 – Massa seca total (kg ha ⁻¹) de <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri (A) e <i>Urochloa decumbens</i> (B), em Argissolo Amarelo Distrófico, em função de doses de P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017)	40
8 – Massa seca total (kg ha ⁻¹) em <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri (A) e <i>Urochloa decumbens</i> (B), em Latossolo Amarelo Distrófico, em função de doses de P ₂ O ₅ aplicadas com base na CMAP (Paranaíta – MT, 2017)	42
9 – Produção relativa da forrageira <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri em função do P extraído por Mehlich-1, em Argissolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D), 5º corte (E), 6ºcorte (F) e 7º corte (G).....	46
10 – Produção relativa da forrageira <i>Urochloa decumbens</i> em função do P extraído por Mehlich-1, em Argissolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D), 5º corte (E) e 6ºcorte (F).....	47

- 11 – Produção relativa da forrageira *Panicum maximum* BRS-Zuri em função do P extraído por Mehlich-1, em Latossolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D) e 5º corte (E) 48
- 12 – Produção relativa da forrageira *Urochloa decumbens* em função do P extraído por Mehlich-1, em Latossolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D) e 5º corte (E)..... 49
- 13 – Produção relativa da forrageira *Panicum maximum* cv BRS-Zuri (A) e *Urochloa decumbens* (B) em função do P extraído por resina, em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm 51

LISTA DE SIGLAS

CMAP: Capacidade máxima de adsorção de fósforo

CTC: Capacidade de Troca de Cátions

FCP: Fator Capacidade de Fósforo

Gt: Goethita

Hm: Hematita

LAd: Latossolo Amarelo Distrófico

LASAF- Laboratório de análises de solo, adubo e foliar

MSPA: Massa seca da parte área

MS: Massa seca

MST: Massa seca total

MO: Matéria orgânica

P: Fósforo

PAd: Argissolo Amarelo Distrófico

PCZ: Ponto de carga zero

P₂O₅: Pentóxido de fósforo

PPGBioAgro: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Agroecossistemas Amazônicos.

P-rem: Fósforo Remanescente

PR: Produção relativa

RTA: Resina trocadora aniônica

RTC: Resina trocadora catiônica

SFT: Superfosfato triplo

TFSA- Terra fina seca ao ar

V%: Saturação por bases

VC: Valor cultural

RESUMO

MARIA, Luciano de Souza. Me Universidade do Estado de Mato Grosso, janeiro de 2018. **Interpretação da disponibilidade de fósforo em solos cultivados com *Panicum maximum* cv BRS-Zuri e *Urochloa decumbens* na Amazônia Meridional.** Orientador: Prof. Dr. Gustavo Caione e Co-Orientador: Prof. Dr. Evandro Luiz Schoninger.

O fósforo (P) é o nutriente mais limitante à produtividade das pastagens e a interpretação da disponibilidade do nutriente no solo não estão calibrados para a Amazônia Meridional havendo necessidade de verificar entre os extratores Mehlich-1 e resina trocadora aniônica (RTA) qual melhor correlaciona-se com P disponível no solo e produção de massa seca das forrageiras. Objetivou-se definir classes de disponibilidade de fósforo em solos pelo método de Mehlich-1 e RTA, da Amazônia Meridional, em resposta às doses de P_2O_5 , de acordo com sua CMAP, cultivados com *Panicum maximum* cv BRS-Zuri e *Urochloa decumbens*. Os experimentos foram realizados de outubro de 2016 a junho de 2017. Foram realizados quatro experimentos, em dois tipos de solos, sendo um Argissolo (experimento 1 e 2) em Alta Floresta-MT, e um Latossolo (experimento 3 e 4) em Paranaíta-MT. Em cada solo foram cultivadas duas forrageiras, sendo o BRS-Zuri e *U. decumbens*. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos consistiram na aplicação de doses de P_2O_5 determinadas com base em cinco níveis da CMAP dos solos (0%, 3%, 6%, 12% e 24% da CMAP), com 4 repetições. A fonte de P utilizada foi o superfosfato triplo (45% de P_2O_5). No experimento 1, para o capim Zuri realizou sete cortes e para experimento 2 com *U. decumbens* realizou seis cortes. Enquanto que no experimento 3 e 4, em ambas as forrageiras (Zuri e *U. decumbens*) foram realizados cinco cortes. Em todas as avaliações considerou-se a altura de corte, sendo 30 e 15 cm, respectivamente, para o Zuri e *U. decumbens*. Em cada corte determinou-se a massa seca parte aérea (MSPA), em seguida determinou-se o acúmulo de P na MS em cada corte. Em cada corte foi determinado o teor de P e pH no solo na camada 0-10 cm e de 10-20 cm. Houve aumento em função das doses de P_2O_5 no acúmulo de P na MSPA e produção de MS nos cortes e no acúmulo de MS total para ambas as forrageiras cultivadas nos solos (Argissolo e Latossolo). No Argissolo a classe de interpretação de P extraído por Mehlich-1 “adequada” foi de $>10,3 \text{ mg dm}^{-3}$ para Zuri e

>7,2 mg dm⁻³ para *U. decumbens*. No Latossolo a classe de interpretação de P extraído por Mehlich-1 “adequada” foi de >14,7 mg dm⁻³ de P disponível para Zuri e >9,3 mg dm⁻³ de P disponível para *U. decumbens*. A interpretação das classes de disponibilidade de P por RTA obteve-se >20,5 mg dm⁻³ em nível adequado de P para Zuri e >14,40 mg dm⁻³ para *U. decumbens*. Houve maiores coeficientes de correlação entre a produção de MS das forrageiras com o P extraído por RTA em relação ao Mehlich-1 em ambos os solos.

Palavras Chaves: Adubação fosfatada; capacidade máxima de adsorção de P; pastagens; solos amazônicos.

ABSTRACT

Interpretation of phosphorus availability in soils cultivated with *Panicum maximum* cv BRS-Zuri and *Urochloa decumbens* in Southern Amazônia.

Phosphorus (P) is the most limiting nutrient of pasture productivity, and interpretation of soil nutrient availability may not be calibrated for Southern Amazonia and the need to verify between Mehlich-1 extractors and anionic exchange resin (AER) which best correlates with P available in the soil and dry mass production of forages. The objective of this study was to define phosphorus availability classes in soils by the Mehlich-1 and AER methods of Southern Amazonia in response to the P₂O₅ doses, according to their MPAC, grown with *Panicum maximum* cv BRS-Zuri and *Urochloa decumbens*. The experiments were carried out from October 2016 to June 2017, totaling four experiments in two types of soils, in Ultisol (experiment 1 and 2) in Alta Floresta-MT and in Oxisol (experiment 3 and 4) in Paranaíta-MT, and in each type of soil two forages were cultivated, being BRs-Zuri and *U. decumbens*. The experimental design was a randomized complete block design and treatments consisted in the application of P₂O₅ doses determined on five levels of MPAC of soils (0%, 3%, 6%, 12% and 24% of MPAC) with four replications. The source of P used was triple superphosphate (45% P₂O₅). In experiment 1, for the Zuri grass it realized seven cuts and for experiment 2 with *U. decumbens* carried out six cuts. While in experiments 3 and 4, five cuts were made in both forages (Zuri and *U. decumbens*). The cut height was 30 cm and 15 cm, respectively, for Zuri and *U. decumbens*. DMAP was determined in each cut, then the accumulation of P in DM was determined in each cut. In each cut, the soil P content was determined in the 0-10 cm layer and 10-20 cm. There was an increase in P₂O₅ in the accumulation of P in DMAP and DM production in the cuttings and accumulation of total DM for both fodder grown in soils (Ultisol and Oxisol). In the "adequate" Mehlich-1 P, the interpretation class of P Mehlich-1 was >10,3 mg dm⁻³ for forage Zuri and > 7,2 mg dm⁻³ for *U. decumbens*. In the Oxisol the interpretation class of P extracted by Mehlich-1 "adequate" was >14,7 mg dm⁻³ of available P, for Zuri and >9,3 mg dm⁻³ of P available for forage *U. decumbens*. The

interpretation of the availability classes of P by RTA obtained $>20,5 \text{ mg dm}^{-3}$ at an adequate level of P for Zuri and $>14,40 \text{ mg dm}^{-3}$ for crop *U. decumbens*. The highest correlation coefficients between the forage yield of the forages with P extracted by RTA in relation to Melhich-1 in both soils.

Keywords: Phosphate fertilization; maximum adsorption capacity of P; pastures; Amazonian soils.

1. INTRODUÇÃO

Os municípios do norte mato-grossense inseridos na Amazônia Meridional, tem como principal atividade econômica a pecuária extensiva de corte e leite, sendo inquestionável a importância das pastagens, porém apresentam processo de degradação ocasionado pela baixa fertilidade do solo, pelo manejo inadequado das pastagens e pela síndrome da morte do brizantão (OLIVEIRA et al., 2012).

A manutenção de sistemas produtivos de pastagem na região Amazônia Meridional é complicada pela fraca qualidade do solo, caracterizados pela elevada acidez, com graves problemas de toxicidade de Al e deficiência de nutrientes, particularmente P. Nas áreas de pastagens dessa região não é comum o uso de corretivos e fertilizantes, assim como em diversas regiões do país.

Os solos tropicais de maneira geral têm baixos teores de P ocasionado pela elevada capacidade de adsorção aos óxidos de ferro e de alumínio presentes em grandes quantidades nesses solos (GICHANGI et al., 2009), além da baixa mobilidade no solo (COSTA et al., 2009), o que limita a eficiência da adubação em cobertura. A condição inadequada de disponibilidade do nutriente nas pastagens resulta em plantas menores, redução no perfilhamento e com sistema radicular menos desenvolvido (MONTEIRO, 2013). Assim, a adubação fosfatada torna-se o assunto de maior necessidade de pesquisa, pois na implantação das pastagens é o nutriente que mais limita o crescimento.

A disponibilidade de P depende da textura e das características mineralógicas do solo (CHIEN et al., 2011), os quais estabelecem parâmetros na determinação da CMAP no solo (BROGGI et al., 2011; SIMÕES NETO et al., 2015). A CMAP demonstra a dimensão do complexo de adsorção do solo, sendo um parâmetro muito usado para caracterizar os solos e os efeitos de manejo que interferem na dinâmica de P no solo (NOVAIS; SMYTH, 1999). Dessa forma, este é um atributo importante para se levar em consideração no momento de recomendar a dose de P.

O uso de extratores possibilita a determinação dos teores disponíveis dos nutrientes no solo, dentre os extratores de P disponível existentes, os laboratórios brasileiros utilizam regularmente o Mehlich-1 e RTA. O primeiro tem princípio de

dissolução ácida, tem vantagem pela praticidade na execução das análises, mas apresenta algumas desvantagens, por exemplo, pode superestimar a disponibilidades em solos adubados com fosfatos naturais e subestimar em solos com teores elevados de argila (SANTOS et al., 2008). Para o extrator RTA o processo de extração é por remoção de troca de ligantes, possui a desvantagem de redução da praticidade em laboratório por ser método mais complexo, porém a vantagem de não alterar pH da solução e simula o processo de absorção de P pelas raízes (SOUZA et al., 2017), além disso não perde a força de extração em solos argilosos e não provoca superestimação de P em solos alcalino ou adubados com fosfatos naturais (SANTOS et al., 2008)

Atualmente a recomendação de adubação fosfatada no norte de Mato Grosso é feita com base em manuais clássicos (RAIJ et al., 1996, RIBEIRO et al., 1999, SOUSA; LOBATO, 2004), para os quais foram realizadas pesquisas para a calibração em outras regiões e há vários anos, com forrageiras pouco utilizadas atualmente. Visando criar novos critérios de interpretação da disponibilidade de P em solos e a recomendação de adubação alguns trabalhos foram realizados nos últimos anos, mas não com forrageiras. Portanto, torna-se necessário definir classes de interpretação da disponibilidade de P em solos na Amazônia Meridional, bem como avaliar o melhor extrator de P.

2. HIPÓTESE

As classes de interpretação da disponibilidade de P não são adequadas para a região norte mato-grossense inserida na Amazônia Meridional, resultando em recomendações de adubações incorretas.

3. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se definir classes de disponibilidade de fósforo em solos pelo método de Mehlich-1 e RTA, da Amazônia Meridional, em resposta às doses de P_2O_5 , de acordo com sua CMAP, cultivados com *Panicum maximum* cv BRS-Zuri e *Urochloa decumbens*.

3.1. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito das doses de P nos valores de pH do solo;
- Mensurar o acúmulo de P na parte área das forrageiras;
- Determinar a produtividade de massa seca por cada corte e a acumulada anual;
- Verificar o P disponível no solo pelo extrator Mehlich-1 e RTA;
- Correlacionar o P disponível no solo (Mehlich-1 e RTA) com a produtividade de MS das forrageiras BRS-Zuri e *U. decumbens*;
- Criar classes de interpretação de disponibilidade de P nos solos cultivados com forrageiras BRS-Zuri e *U. decumbens*.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. As pastagens do norte de Mato Grosso

O início da atividade pecuária no estado de Mato Grosso, no sul da Amazônia brasileira remonta ao final do século XVIII, porém somente no século XX devido ao aumento significativo da população, onde houve profundas mudanças nas características socioeconômicas e ambientais norte mato-grossense (SILVA et al., 2016). Na última década, a pecuária mato-grossense cresceu a um ritmo acelerado devido ao elevado potencial agropecuário, justificado pelo extenso território e, assim, colocando o estado nas primeiras posições tanto na produção de carne como no número de bovinos (SILVA et al., 2016).

Segundo Macedo (2009) as gramíneas forrageiras utilizadas no país com maior relevância são oriundas da África e normalmente ocupam solos em áreas marginais em pastagens brasileiras. Considerando que a pecuária brasileira no sistema de criação de gado bovino a pasto normalmente baseia-se na utilização de dois gêneros de forrageiras, *Panicum* e *Brachiaria*. Essas forrageiras são distribuídas entre as várias condições de solo, topografia e condições ambientais e ainda com diferentes formas de gestão das pastagens, além da utilização e práticas culturais inadequadas (GUARDA; GUARDA, 2014) e na maioria das forrageiras cultivadas observa-se ausência de adubação (DUPAS, 2010).

A criação de bovinos a pasto por ser menos onerosa e ainda garantir a posse de grandes extensões de terra, caracteriza-se como atividade tradicionalmente utilizada na ocupação de áreas de fronteira agrícola no Brasil (DIAS-FILHO, 2011). Nas pastagens brasileiras, cerca de 80% dos 60 milhões de hectares estão em algum estado de degradação. Dentre as várias causas podemos citar a falta de investimento em calagem e a adubação no momento do plantio (ALVES FILHO et al., 2016).

O intenso processo de degradação é um fator importante e que afeta toda atividade e conseqüentemente, compromete a sustentabilidade da pecuária no estado (MACEDO, 2009) principalmente pela falta de recomendação técnica específica de corretivos e fertilizantes segundo estudo técnico científico considerando as exigências nutricionais e os atributos edáficos específicos da região.

Nas pastagens cultivadas em solos tropicais, a necessidade de aplicação de fertilizantes fosfatos é essencial, justamente por apresentarem teores baixos de P disponível. Então o seu fornecimento é uma das principais prioridades para o estabelecimento do capim, principalmente por causa do efeito positivo do P no início de desenvolvimento e crescimento das raízes e no perfilhamento das forrageiras (MONTEIRO, 2013).

4.2. *Urochloa decumbens* cv. Basilisk.

A *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster, originária da África do Sul, foi plantada em extensas áreas no Brasil por apresentar vantagens como o rápido crescimento e a alta resistência (FERREIRA et al., 2016). Por isso considerando a características dos solos tropicais com baixa fertilidade e elevada acidez, torna-se relevante no cenário nacional de bovinos de corte o uso de forrageiras com alto potencial de produção e alta adaptabilidade aos solos brasileiros (MONTEIRO et al., 2016).

A *U. decumbens* é caracterizada como planta perene, de crescimento decumbente, radicante nos nós e que apresenta rizomas curtos. Suas folhas são lineares lanceoladas e com poucos pelos na lâmina e a bainha é glabra. A inflorescência é do tipo racemo e as espiguetas são distribuídas de forma bisseriada ao longo da ráquis (JANK et al., 2013).

Ferreira et al. (2016) afirmam que a *U. decumbens* tem rápido crescimento por ser forrageira C4 com alta demanda por luz e ótima habilidade competitiva, nativa das savanas africanas e destaca-se por ser uma espécie amplamente usada nas pastagens brasileiras.

4.3. *Panicum maximum* cv. BRS Zuri

As gramíneas forrageiras do gênero *Panicum maximum* são conhecidas mundialmente pela sua alta produtividade, qualidade e adaptação. Além de sua propagação por semente, sua abundante produção de folhas longas, seu porte elevado e por sua alta aceitabilidade para pastejo por animais das mais variadas categorias e espécies de ruminantes e equídeos (JANK et al., 2013). Geralmente são recomendadas

pelo seu alto potencial produtivo em sistemas de criação de gado bovino (FERNANDES et al., 2014).

Os capins do gênero *P. maximum* é responsiva a P, e, portanto, há necessidade de maior aplicação desse nutriente na introdução e manutenção das pastagens, uma vez que o nível crítico de P no solo e na planta reduz com o crescimento da forrageira e o desenvolvimento do dossel (JANK et al., 2013).

Em 2014 a Embrapa apresentou a cultivar BRS Zuri que possui elevada resistência ao fungo *Bypolaris maydis* garantindo a alta produtividade em sistemas de criação extensiva de gado bovino, além de elevados teores de proteínas, e, portanto, considerada como uma cultivar de alto desempenho (FERNANDES et al., 2014)

4.4. Fósforo no solo

A dinâmica de disponibilidade de P no solo para pastagens tem-se a adsorção específica (esfera interna) nos sítios (ácidos de Lewis), que consiste em grupos OH⁻ ligados mono e tricordenadamente aos metais de ferro ou alumínio dos quais as hidroxilas são substituídas por fosfato caracterizado como ligação covalente, ou troca de ligantes, podendo ligar-se nas formas monodentadas em que um oxigênio do fosfato é ligado ao metal; bidentadas, em que dois oxigênios são ligados ao metal; e binucleadas, em que dois oxigênios do fosfato são ligados a dois átomos do metal (FINK et al., 2016).

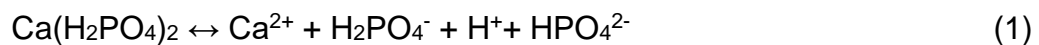
A adsorção de P com o decorrer do tempo tende a formar ligações binucleadas (alta energia de ligação). Dessa forma, há penetração do fosfato nas estruturas dos minerais amorfos, resultando em maior estabilidade do mineral e, conseqüentemente, dificultando a dessorção do fosfato (SANTOS et al., 2008).

A forma de P inorgânico no solo é variável em função do pH e a precipitação de P com Al e Fe pode ocorrer na faixa de 5 a 6, considerado o valor de pH ideal para nutrição e, ainda em valores de pH superiores a 7 ocorre formação de precipitados de P+Ca, que através da acidificação do solo ocorre a reversibilidade da reação (HAVLIN et al., 2005).

O pH do solo mede a concentração de H⁺ e estabelece o grau de acidez ativa do solo, assim caracteriza a relevância desse atributo na utilização de fertilizantes fosfatados (VIVIANI et al., 2010). A disponibilidade dos nutrientes existentes no solo e os

adicionados através de adubações, apresenta alterações em relação ao pH do solo (MALAVOLTA et al., 1997). A correção da acidez é realizada pela adição de calcários, que geram íons (oxidrila e bicarbonato) capazes de neutralizar os íons H^+ , prática conhecida como calagem. A dissolução do calcário aumenta a concentração de íons de OH^- , os quais podem deslocar para a solução do solo, por troca de ligantes, o P adsorvido como complexo de esfera-interna nos óxidos de Fe e Al e, portanto, aumentando a quantidade de P em formas disponíveis para as plantas (MEURER, 2015).

A maioria dos fertilizantes fosfatados solúveis em água são acidificantes, ou seja, liberam íons H^+ por dissolução, como representado pela equação (1) abaixo (ERNANI, 2016):



Então o consumo ou a liberação de H^+ pelo fosfato monoácido (HPO_4^{2-}) dependerá do pH, e pode se transformar em íons de fosfato (PO_4^{-3}) ou íons de diidrogenofosfato ($H_2PO_4^-$), no qual essas reações são afetadas pelas constantes de dissociação ácidas (pK). Como o pH dos solos brasileiros apresentam valores entre 4,0 e 7,0, o HPO_4^{2-} e o $H_2PO_4^-$ são as únicas formas de P existentes na solução do solo (ERNANI, 2016).

Os solos tropicais são considerados altamente intemperizados, possuem valores elevados de PCZ, logo caracterizados como solos mais eletropositivo (com alta capacidade de adsorção de ânions) como por exemplo os fosfatos (NEGASSA et al., 2008; PINTO et al., 2013). A adsorção ocorre tanto pela superfície de minerais, como pela precipitação de compostos de baixa solubilidade (TIRLONI et al., 2009).

De maneira que para tornar a solo fonte de P para as plantas, há necessidade de alta doses de fertilizantes fosfatados, conseqüentemente os Latossolos brasileiros adsorvem aproximadamente 2 mg cm^{-3} de P, valor que equivale a 9.200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , incorporados na camada de 0-20 cm de profundidade (NOVAIS et al., 2007).

O P é considerado um nutriente de grande importância em diversos processos metabólicos nas plantas (ALMEIDA et al., 2016). Então, a disponibilidade de P para as culturas torna-se limitante para o desenvolvimento vegetal e apresenta concentrações reduzidas na solução do solo (normalmente inferiores a $0,1 \text{ mg L}^{-1}$), pelo fato de adsorver especificamente aos compostos sólidos (ERNANI, 2016). A interação com constituintes

do solo, o alumínio (Al), ferro (Fe) e cálcio (Ca), além da predominância de formas orgânicas há uma redução da taxa de difusão na solução do solo e, assim, afetando a sua disponibilidade na rizosfera (ALMEIDA et al., 2016).

O P é encontrado no solo ligado à fase sólida com diferentes intensidades energéticas e na solução do solo, com níveis relativamente baixos, entre 0,002 e 2,0 mg L⁻¹ (FARDEAU, 1996). O suprimento de P à fase líquida ocorre através do P-lábil e a velocidade com que isso ocorre é função do FCP, que é influenciado pelas propriedades do solo, especialmente pelo teor de argila e composição mineral e orgânica, que determina a energia das ligações entre o P e a fase sólida do solo (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Segundo Souza et al. (2006) a correlação entre adsorção de P, textura e mineralogia do solo foi encontrada em solos bem drenados no estado de Minas Gerais. Assim, os fatores e processos de formação do solo proporcionam propriedades químicas, físicas e biológicas discrepantes e, assim, conferindo alterações nas características da CMAP e nos níveis de energia entre as ligações do P e os coloides, regulando a quantidade de P-lábil do solo (CORRÊA; ROCHA; NASCIMENTO, 2011).

4.4.1. Adubação Fosfatada

Nos solos tropicais a existência de baixos teores de P disponível é muito comum e, assim, a necessidade de aplicação de fertilizantes fosfatados nas pastagens é notoriamente evidente no aumento de produtividade (MONTEIRO, 2013). O P juntamente com o nitrogênio são os nutrientes mais limitantes nas produções das culturas brasileiras (PRADO, 2008). Além da deficiência de P nos solos brasileiros, o elemento demonstra elevada interação com o solo, o que diminui acentuadamente a eficácia da adubação fosfatada (FAQUIN, 2005).

O teor de argila bem como sua constituição mineralógica constata um fator essencial na descrição do solo como dreno ou fonte de P. Desta forma, solos muito intemperizados (oxídicos), com elevado teor de argila, exercerão predominantemente a função de drenos, enquanto aqueles poucos intemperizados (ricos em minerais primários silicatados) exercerão o papel de fonte, e quando há retenção de P aplicado ao solo, em formas lábeis ou não, ocasionados tanto pela precipitação do P em solução como formas

iônicas de Fe, Al e Ca, ou ainda de forma mais significativa por adsorção aos óxidos de ferro e alumínio, presentes em grandes quantidades em solos tropicais altamente intemperizados (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Em condições inadequadas de disponibilidade de P no solo na formação de pastagens, os resultados evidenciam a ocorrência de plantas menores, redução no número de perfilhos e sistema radicular menos desenvolvido (MONTEIRO, 2013)

As plantas apresentam acúmulo de açúcares, em função da falta de energia (ATP), resultando em redução elevada na síntese de RNA, amido e lipídios, menor ativação de aminoácidos necessários à ligação como os peptídeos das proteínas e, conseqüentemente, sintomas de deficiência proteica e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, e, portanto, como o P atua como regulador da fotossíntese e metabolismo dos carboidratos, a planta tem o crescimento e desenvolvimento extremamente limitado (PRADO, 2008).

Devido aos fatores mencionados acima, vale salientar que o uso de adubo fosfatado incrementa positivamente a produção das forrageiras (LIMA et al., 2007), pois atuam no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das forrageiras. Cecato et al. (2008) ressaltaram a influência do P no número e no peso de perfilhos, porque a maior produção de massa seca é fundamental na produtividade e persistência das gramíneas.

Para que as forrageiras apresentem respostas significativas à adubação fosfatada depende, dentre os vários fatores, da disponibilidade inicial de P e outros nutrientes no solo, da espécie e da variedade vegetal produzida, além das condições climáticas (SOUZA et al., 2016), da acidez do solo (CÔRREA et al., 2011), considerando que a acidez do solo regula a disponibilidade de outros nutrientes, conseqüentemente afeta a resposta do P na nutrição de plantas (ALMEIDA et al., 2016).

O planejamento do manejo da adubação fosfatada é indispensável relacionar o resultado da análise do solo com o correto enquadramento na sua classe de disponibilidade. As classes de disponibilidade são obtidas levando em consideração o teor do nutriente no solo e a produtividade das culturas naquelas condições. Por isso, elas são dependentes de um conjunto de experimentos com várias culturas e em diferentes solos, que darão suporte para a calibração (SANTOS et al., 2008).

Fatores externos à planta estão relacionados com a resposta das culturas à adubação fosfatada (OLIVEIRA et al., 2013). Dentre os fatores, o poder de tamponamento, o teor de argila (SOUZA; LOUBATO, 2004), a umidade (SANTOS et al., 2008) e os coloides do solo (COSTA et al., 2009) afetam a disponibilidade do P no solo.

4.4.2. Extratores de P do solo

A caracterização química do solo é obtida através do uso de extratores, que visa determinar a disponibilidade de nutrientes para as plantas (SOUZA et al., 2017). Os principais extratores utilizados no Brasil são Mehlich-1 e RTA ou RTC.

O método Mehlich-1 utiliza solução ácida (H_2SO_4 0,125 mol L^{-1} + HCl 0,05 mol L^{-1}) e sua simplicidade torna-o extremamente vantajoso. No entanto, a eficiência da solução extratora sofre elevada influência da capacidade tampão de P do solo, assim a interpretação da disponibilidade de P utiliza teor de argila e/ou P remanescente (P-rem) que são características da capacidade tampão nos solos (SOUZA et al., 2016).

Outra desvantagem do Mehlich-1, se os valores superestimados de P disponível observados em solos com predomínio de P-Ca, pelo fato do material de origem ou devido a utilização de fosfato naturais de baixa solubilidade (NOVAIS et al., 2007). E ainda apresentar valores subestimados, em solos argilosos mais tamponados, por causa do SO_4^{2-} do extrator, que perde sua eficiência de troca com os fosfatos adsorvidos, além da adsorção acentuada em sítios não ocupados por P, mesmo assim, a maioria dos laboratórios de rotina do país utilizam esse método (NOVAIS; SMITH, 1999).

O método da RTA, consiste na reação de troca iônica do P do solo por meio de um material sintético, orgânico, poroso, constituído de esferas sólidas com diâmetro aproximadamente 1 mm e estrutura matricial tridimensional, contendo cargas negativas (RTA) ou positivas (RTC), tendo como vantagem fato de não sofrer influência substancial da capacidade tampão de P do solo (SOUZA et al., 2016), e ainda tem a capacidade de acessar todo o P lábil no solo (GATIBONI et al., 2005; FREITAS et al., 2013).

O método RTA apresenta aspecto favorável relação a Mehlich-1 pois é menos influenciado pelos atributos edáficos (ROLIM et al., 2008), outras vantagens ao método consistem em simulação eficiente do comportamento das raízes das plantas e realização de análises em solos alcalinos sem superestimar os valores de P disponíveis em solos,

nos quais adicionou-se fosfato natural como os extratores ácidos (SILVA; RAIJ,1999). Mas a limitação do uso do método RTA está em redução da praticidade em relação aos demais métodos (ROLIM et al., 2008) é mais complexo que os demais, o tempo mais longo de extração 16 horas (RAIJ, 1992). No entanto, demonstra-se elevada correlação em respostas à adubação fosfatada, ou seja, se correlaciona muito bem com produtividade, outra vantagem não necessita inclusão de agente químico de ação específica sobre os fosfatos do solo (RAIJ et al., 1984).

Vale salientar que ao avaliar a disponibilidade de P nos solos, visando a interpretação e recomendação do uso de adubos fosfatos em sistemas produtivos, nos quais utilizam fontes de grande solubilização em água, ácido cítrico ou citrato neutro de amônio (superfosfato simples e triplo, monofosfato de amônio e difosfato de amônio, termofosfatos), nesses casos o uso de Mehlich-1 ou RTA são satisfatoriamente recomendados (SOUZA et al., 2016).

4.4.3 Calibração de adubação fosfatada

A importância da análise de solo depende das etapas de calibração, pois os dados observados em experimentos pelo método analítico relacionam-se com rendimento das culturas (SCHLINDWEIN; GIANELLO, 2008). No Brasil, o método mais usual considera a relação entre os resultados analíticos e as respostas de culturas demonstradas em percentuais de produções máximos ou relativos, muito utilizado para o P e K (RAIJ, 2011).

No estado de Pernambuco a recomendação de adubação fosfatada para cultivo de cana-de-açúcar não considera características do solo, como teor de argila, Prem e CMAP, então houve a necessidade de estudos para elaboração de manual de adubação mais criterioso e estratificado, sendo mais adequada a realidade dos cultivos da cana-planta no Estado (SIMÕES NETO et al., 2015). No estado de Alagoas foi desenvolvido trabalho objetivando cultivo de milho considerando CMAP no estado de Alagoas (BASTOS et al., 2009). Enquanto que nas culturas da soja, do trigo e do milho, cultivadas sob sistema plantio direto, no Rio Grande do Sul, houve estudos com objetivo de estabelecer teores críticos de P e estabelecer classes de fertilidade no solo (SCHLINDWEIN; GIANELLO, 2008).

A calibração objetiva-se definir níveis críticos, a disponibilidade do nutriente ou classes de interpretação da fertilidade do solo, e ainda as doses dos nutrientes aplicadas, quando for necessário para as culturas (CANTARUTTI et al., 2007).

A recomendação de adubação com P necessita não somente verificar os teores disponíveis do nutriente no solo, mas deve considerar as características edáficas que objetivem prever FCP (SCHLINDWEIN; GIANELLO, 2008). Assim a definição de FCP consiste na resistência do solo as mudanças nas concentrações de P solução do solo quando se acrescenta ou retira P do solo (NOVAIS et al., 2007).

Em alguns estados do Brasil, a partir de 1999, faz-se uso da determinação de P-rem na avaliação da capacidade de fixação de P no solo, visando a substituição da análise textural na definição das classes de disponibilidade de P, no qual visa a recomendação da adubação fosfatada. O tempo de contato e teor de P adicionado ao solo determinam os valores de P-rem (ALVAREZ et al., 2000), além da matéria orgânica, textura e mineralogia da fração argila inerente a capacidade de adsorção dos fosfatos (LISBOA et al., 2012).

A CMAP possibilita avaliar o grau de relação do P com as partículas sólidas do solo, assim o uso de equação de Langmuir, entre outras isotermas tem uma grande vantagem, favorece a CMAP e a constante relacionada com a energia de adsorção de serem calculadas, e esses valores relacionados com atributos edáficos (OLSEN; WATANABE, 1957; NOVAIS; SMYTH, 1999).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Caracterização da Área Experimental

Os experimentos foram desenvolvidos nos meses de outubro de 2016 a julho de 2017, em duas áreas localizadas na mesorregião norte do estado de Mato Grosso (Figura 1). O clima da região segundo a classificação de Köppen, é definido como Aw1, tendo duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco e temperatura média de 26 °C e com precipitação média entre 2000 a 2600 mm (ALVARES et al., 2014).

Os experimentos 1 e 2 localizam-se no município de Alta Floresta, cujas coordenadas geográficas são Lat. 09° 53' 25,93" S e Long. 56° 4'3,87"W, com altitude média de 283 metros. Os experimentos 3 e 4 situaram-se no município de Paranaíta, com as coordenadas geográficas Lat. 9°27'41,46"S e Long. 56°51'35,68"W, e altitude média de 306 metros. Em ambas as áreas utilizadas houve mudança no uso do solo, onde a vegetação do tipo Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 2012) foi convertida em pastagem de uso extensivo para pecuária de corte, estabelecida com *Urochloa brizantha* cv Marandu, aproximadamente 30 anos.

A localização dos experimentos 1 e 2 foi a 4 km de distância do perímetro urbano do município de Alta Floresta, sendo que os dados de precipitações pluviométricos utilizados foram coletados por uma estação meteorológica automática, estabelecida na Universidade do Estado de Mato Grosso, no Câmpus 2 (Figura 2).

Os experimentos 3 e 4 localiza-se a 75 km ao oeste de distância do perímetro urbano do município de Paranaíta (Gleba Mandacaru). Os dados médios de precipitação pluviométrica foram determinados pelas estações automáticas (Alta Floresta e Apicás) fornecidas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e a estação automática da Universidade do Estado de Mato Grosso, no Câmpus 2 (Figura 3).

O solo nas áreas 1 e 2 foram em um Argissolo Amarelo Distrófico e nos experimentos 3 e 4 foram conduzidos em um Latossolo Amarelo Distrófico, ambos cultivados com as forrageiras, de acordo com critérios de classificação descritos pela

Embrapa (2013), cujas características químicas e granulométricas da camada de 0-20 cm foram obtidas conforme a metodologia da Embrapa (2009) e descritos na Tabela 1.

Os teores de P extraído por Mehlich-1 (mg dm^{-3}) no solo foram baixos em ambos solos estudados, segundo Sousa e Lobato (2004) (Tabela 1).

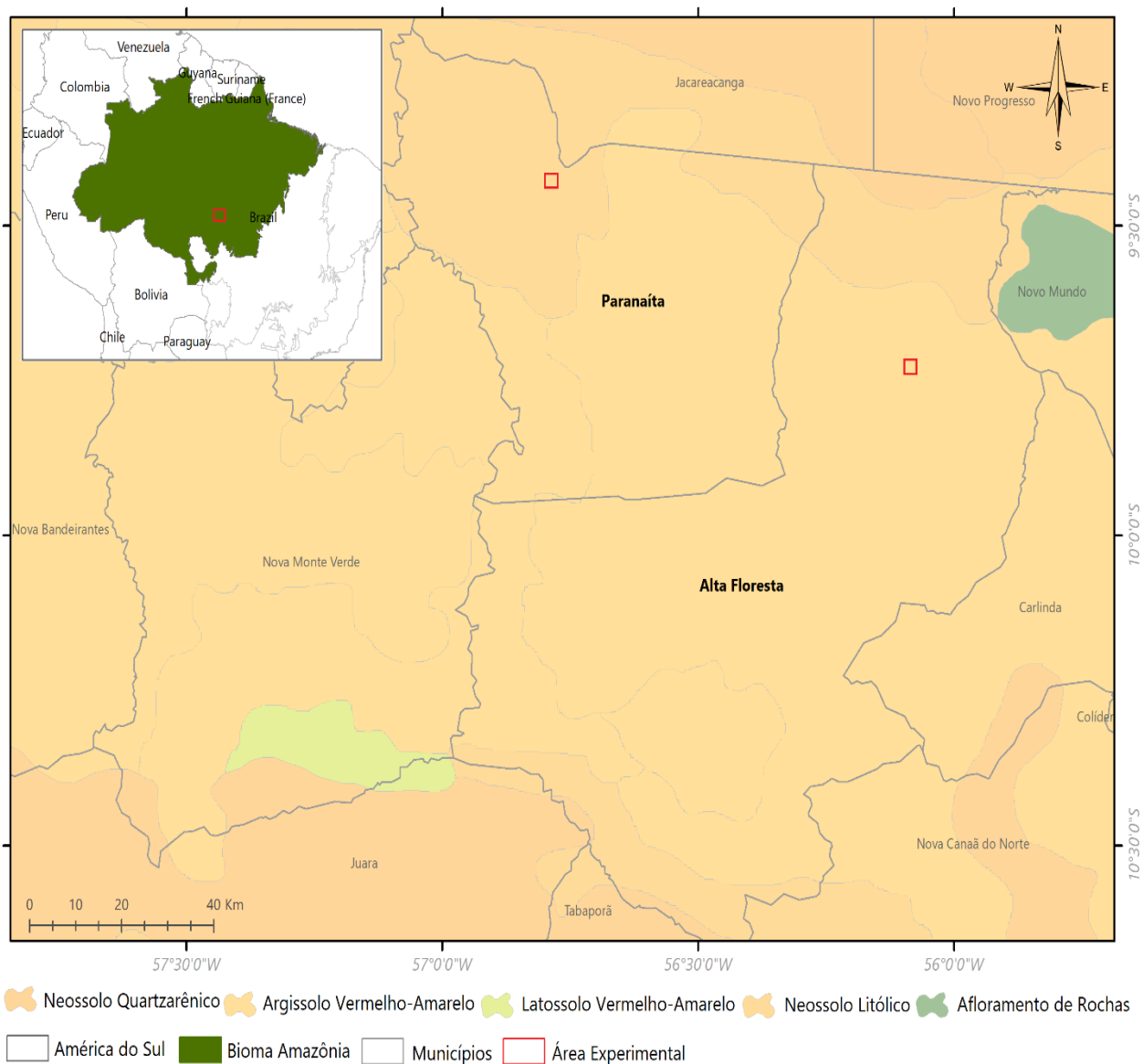


Figura 1 – Mapa de localização das áreas experimentais.

Tabela 1- Análise química e física do solo, determinada na camada de 0 a 20 cm de profundidade, Alta Floresta – MT e Paranaíta – MT.

Propriedades do solo	Alta Floresta	Paranaíta
pH (CaCl ₂)	4,80	4,40
MO (g kg ⁻¹)	17,55	26,64
P _{Mehlich-1} (mg dm ⁻³)	2,80	3,70
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,23	0,25
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,56	1,24
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,43	0,56
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,10	0,30
H ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,78	3,86
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,20	1,80
CTC _{pH7} (cmol _c dm ⁻³)	5,00	5,70
V (%)	44,30	32,30
B (mg dm ⁻³)	0,18	0,18
Cu (mg dm ⁻³)	1,80	0,80
Fe (mg dm ⁻³)	55,00	97,00
Mn (mg dm ⁻³)	16,60	18,30
Zn (mg dm ⁻³)	1,90	1,40
Prem* (mg L ⁻¹)	35,30	30,50
CMAP** (mg cm ⁻³)	0,314	0,391
Areia (g kg ⁻¹)	598	573
Silte (g kg ⁻¹)	57	32
Argila (g kg ⁻¹)	325	395
Classificação Textural	Franco Argilo Arenosa	Argilosa

*Prem- Fósforo remanescente, **CMAP-Capacidade máxima de adsorção de fósforo.

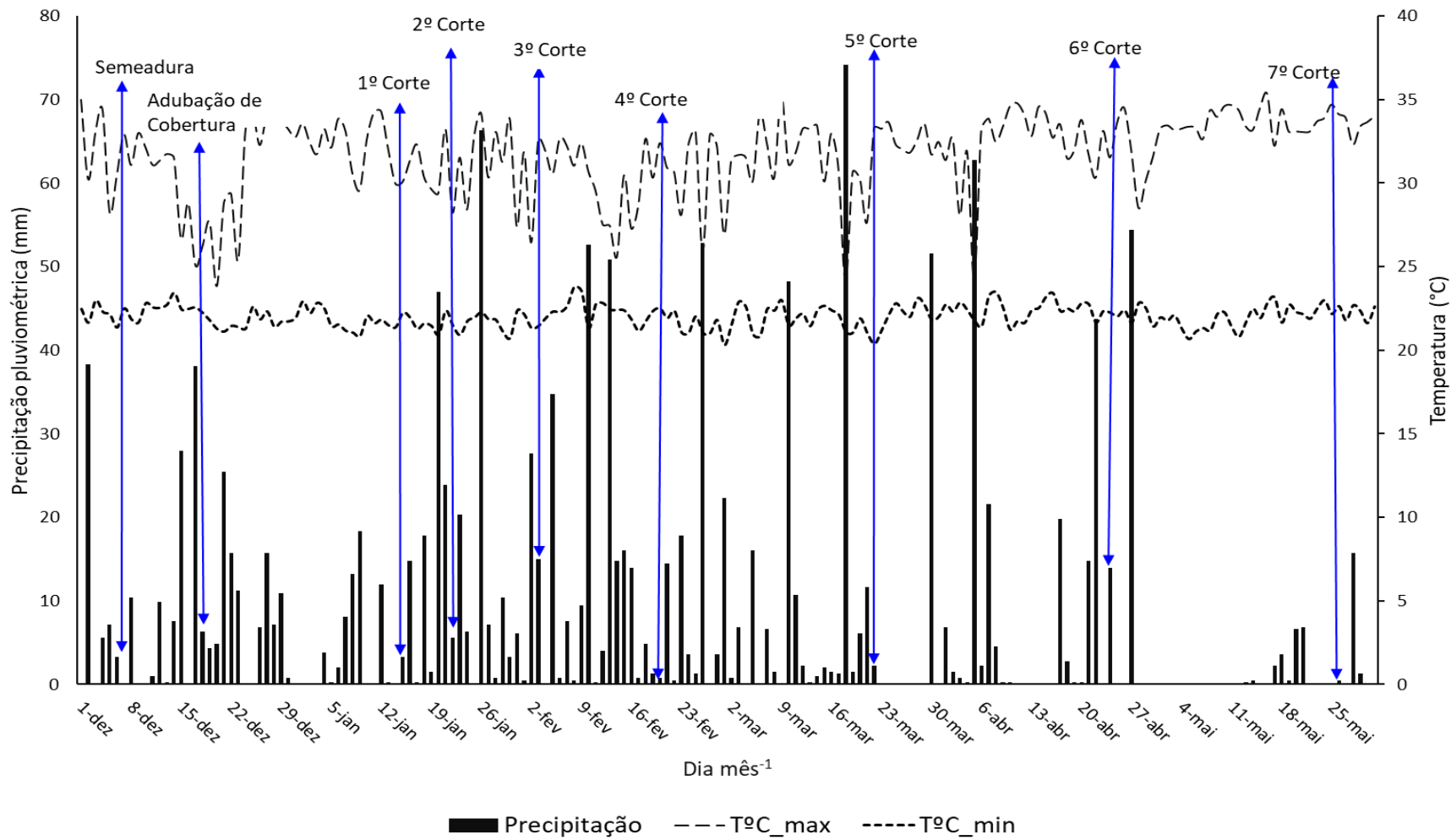


Figura 2 - Precipitação pluvial semanal entre dezembro de 2016 e maio de 2017, com a sementeira, adubação de cobertura e cortes de *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens*, no solo Argissolo Amarelo Distrófico, no município Alta Floresta-MT. Fonte: Estação automática da UNEMAT (2017)

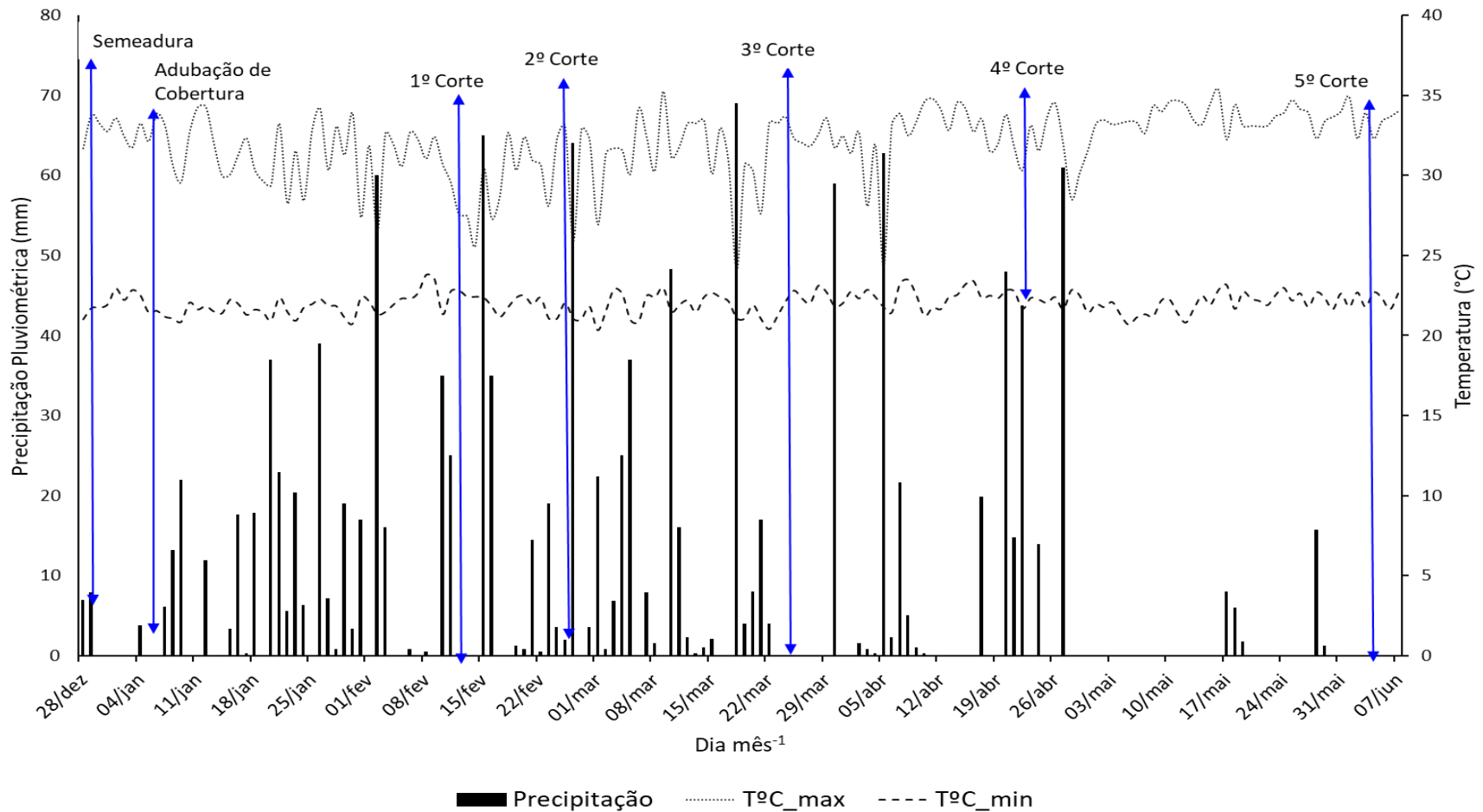


Figura 3 - Precipitação pluviométrica semanal entre dezembro de 2016 e maio de 2017, com a sementeira, adubação de cobertura e cortes de *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens*, no solo Latossolo Amarelo Distrófico, do município Paranaíta MT. Fonte: Dados médios com estação automática da INMET de Apiacás-MT e Alta Floresta-MT e a estação automática da UNEMAT (2017).

A determinação do P remanescente foi realizada por meio de uma amostra de terra fina seca ao ar (TFSA) de $7,5 \text{ cm}^{-3}$ em 75 mL de solução de CaCl_2 10 mmol L^{-1} , contendo 60 mg L^{-1} de P. Após 5 minutos de agitação deixou 16 horas em repouso, em seguida retirou 0,2 mL da solução, acrescentando 4,8 mL de água destilada e adicionou 5 mL de solução de molibdato diluída (subcarbonato de bismuto e molibdato de amônio em meio ácido), então por espectrometria efetuou a leitura com comprimento de onda de 725 nm. Para verificar os teores de P na solução utilizou curva de calibração (EMBRAPA, 2009).

A CMAP foi obtida a partir de $2,5 \text{ cm}^3$ de TFSA, sem alteração do valor pH da amostra de solo, em seguida foram acrescentadas 25 mL de solução de P, com os teores de 0; 2; 4; 10; 20; 40; 60; 80; 100 e 120 mg mL^{-1} de P, diluídas em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$. Posteriormente as suspensões solo-solução foram determinadas pela agitação por 24 horas em temperatura, em seguida determinou a teores de P no sobrenadante (ALVAREZ et al., 2000). As quantidades de P adsorvido pelos solos foram calculadas pela diferença entre a quantidade adicionada e a quantidade remanescente na solução de equilíbrio.

A equação de Langmuir utilizada na descrição de adsorção de ânions em solos, no caso do presente estudo para fosfato, porque as superfícies no solo são heterogêneas (ERNANI, 2016). A equação desenvolvida por Langmuir (1918) em sua forma hiperbólica expressa pela fórmula abaixo (Equação 2):

$$An_{ads} = (a \cdot B \cdot An_{sol}) / (1 + a \cdot An_{sol}) \quad (2)$$

Em que: An_{ads} é a quantidade de mols de ânion (P) adsorvido por unidade de massa de solo (mol kg^{-1} ou mmol kg^{-1}); An_{sol} é a concentração do ânion (P) na solução do solo (mol L^{-1} ou mmol L^{-1}); a é o parâmetro relacionado com afinidade entre o ânion (P) e o sítio de adsorção; B é a CMAP.

Os termos da equação acima podem ser rearranjados e, assim, para expressar a forma da equação da reta (3 e 4):

$$(An_{sol}/An_{ads}) = (1 + a \cdot An_{sol}) / (a \cdot B) \quad (3)$$

$$(An_{sol}/An_{ads}) = (1/a \cdot B) + (An_{sol}) (1/B) \quad (4)$$

Onde: $(1/a \cdot B)$ é local onde a reta intercepta o eixo Y, $(1/B)$ representa a declividade da reta, e (An_{sol}/An_{ads}) representa o poder tampão do ânion no solo.

5.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado e os tratamentos consistiram na aplicação de cinco doses de P_2O_5 , com quatro repetições. Como fonte de P utilizou-se o superfosfato triplo granulado (45% de P_2O_5). Em cada classe de solo conduziu-se dois experimentos, sendo um com a cultivar BRS Zuri e outro com decumbens. As parcelas foram de 5 m x 4 m, desconsiderando 1 m em cada extremidade para fins de avaliação.

As doses de P_2O_5 foram estabelecidas com base na CMAP, sendo de 0, 3, 6, 12 e 24 % para os dois solos utilizados (Tabela 2).

Tabela 2 - Doses de P_2O_5 em função da capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) de um Latossolo Amarelo Distrófico (PAd) e de um Argissolo Amarelo Distrófico (LAd).

CMAP (%)	Argissolo Amarelo	Latossolo Amarelo
	Distrófico (Alta Floresta)	Distrófico (Paranaíta)
	----- Doses de P_2O_5 (kg ha ⁻¹) -----	
0	0	0
3	44	54
6	88	108
12	176	216
24	352	432

5.3. Análises Mineralógicas dos solos

Os minerais da fração argila foram determinados por difratometria de raio-X (Figura 4), sendo a hematita (Hm), a goethita (Gt), a caulinita (Ct) e a gibbsita (Gb) mensuradas pelo método do pó (NORRISH; TAYLOR, 1961) e para desferrificação da fração argila pelo método de Mehra e Jackson (1960). Houve difração das amostras com velocidade de varredura de $1^\circ 2\theta \text{ min}^{-1}$ utilizando Mini-Flex Rigaku II (20mA, 30 kV), equipado com radiação Cu K α (Tabela 3).

Para razão Hm/(Gt+Hm) foi calculada verificando as áreas dos picos proporcionados pela Hm/(Gt+Hm) XRD com as relações obtidas semelhantes das misturas padrão Gt-Hm, em seguida, foi calculado as porcentagens de Hm e Gt e

posteriormente foram determinados a redução entre Fed e Feo (óxidos). Calculando as áreas dos picos dos reflexos utilizadas por Gb (002) e Ct (001) determinou a razão Ct/(Ct+Gb), descritos na tabela 3.

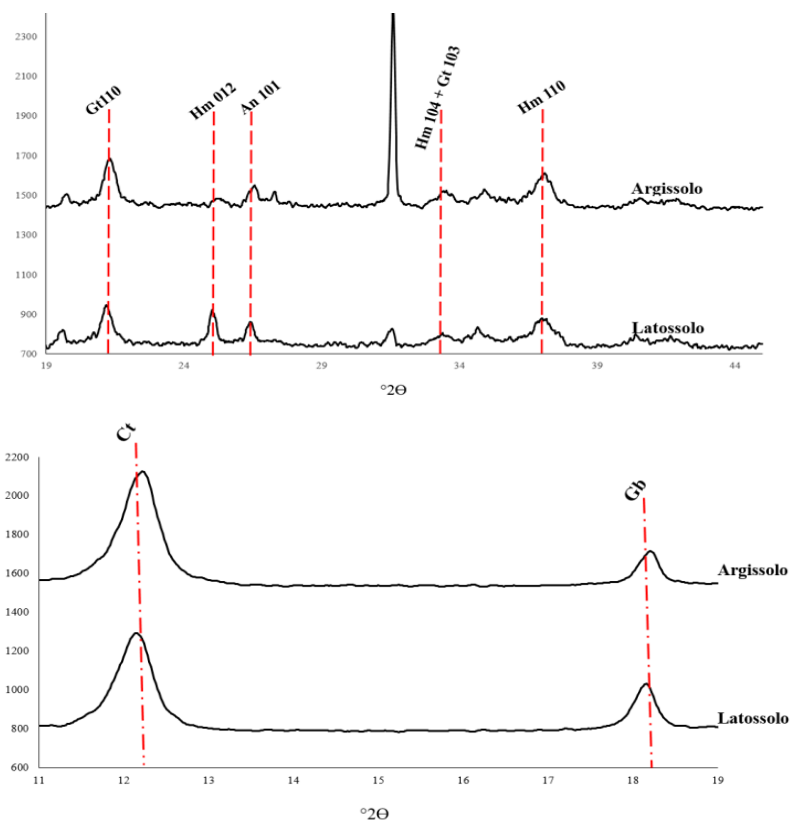


Figura 4 – Difratogramas de raio-X na fração argila desferrificada. Ct-caulinita, Gb-gibbsita, Hm-hematita, Gt-goethita, An- Anatásio.

O teor de substituição isomórfica (SI) do Fe pelo Al na Gt obteve-se utilizando a equação $\text{molAl}\% = 1730 - 572.c$ (SCHULZE, 1984). Enquanto que para teor de substituição isomórfica do ferro pelo alumínio na Hm utilizou-se a equação $\text{molAl}\% = 3098,8 - 615,12.a$ (SCHWERTMANN et al., 1979), descritos na tabela 3.

Com a fórmula da área de superfície específica – ASE (Gt) = $(1049/\text{DMC} \text{ gt } 100) - 5$ ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$) determinou-se a ASE da Gt, já para a Hm utilizou-se a seguinte equação, $\text{ASE}(\text{Hm}) = 2 \times (r+h) \times d$ ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$) (SCHWERTMANN; KÄMPF, 1985), e os valores de diâmetro médio do cristal (DMC) $100 = \text{DMC} (110) \times 0,42 \text{ nm}$ (KÄMPF, 1981).

Tabela 3 - Teores e atributos cristalográficos dos minerais de um Latossolo Amarelo Distrófico (LAd) e de um Argissolo Amarelo Distrófico (PAd).

Classe de solo	DMC				LMA		ASE		SI		Hm/(Hm+Gt)	Ct/(Ct+Gb)	Teor	
	Gt ₁₁₀	Gt ₁₁₁	Hm ₁₁₀	Hm ₀₁₂	Ct	Gb	Gt	Hm	Gt	Hm			Hm	Gt
	° 2 θ				m ² g ⁻¹				mol%		g kg ⁻¹			
LAd	16,64	8,3	8,57	50,66	0,53	0,26	178,19	137,73	24,89	16,52	0,10	0,86	11,3	52,5
PAd	13,63	7,8	35,65	44,64	0,52	0,30	145,08	133,05	37,45	22,63	0,18	0,75	2,2	20,5

DMC - diâmetro médio do cristal; LMA – Largura à meia altura; ASE - área de superfície específica; SI - substituição isomórfica; Gt – goethita; Hm – hematita; Ct – caulinita; Gb – gibbsita.

5.4. Implantação e condução

Inicialmente foi aplicado o calcário em superfície objetivando elevar a saturação por bases (V%) a 45% (*U. decumbens*) e 60% (BRS Zuri), tendo como base as recomendações propostas por Sousa e Lobato (2004), no experimento 1, foi aplicado e incorporado na camada de 0-20 cm, 1,85 t ha⁻¹ de calcário dolomítico com teor de CaO de 37% e teor de MgO 12% com PRNT de 85%, em 10/10/2016, para forrageira BRS-Zuri e para experimento 2 com *U. decumbens* não houve necessidade de calagem, com base nos resultados das análises químicas dos solos (Tabela 1).

Para o experimento 3, Latossolo Amarelo Distrófico, foram aplicados e incorporados 3,72 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 85%) no cultivo de BRS-Zuri e no experimento 4 foram 1,75 t ha⁻¹ no cultivo da forrageira *U. decumbens*, em 25/10/2016. Não houve necessidade de adubação potássica nos experimentos.

Posteriormente foi realizado o preparo do solo com grade aradora de arrasto com 10 discos de 24 polegadas, seguido de grade niveladora de arrasto com 16 discos de 18 polegadas, em outubro de 2016. Depois de 56 dias após aplicação de calcário, utilizou-se o superfosfato triplo granulado (45% de P₂O₅) como fonte de adubação com P, sendo aplicado e incorporado na camada de 0-12 cm de profundidade aproximadamente, com auxílio de enxada rotativa, conforme cada tratamento.

Em seguida, em cada experimento foram realizadas a semeadura. No experimento 1 e 2, em 06/12/2016 efetuou a semeadura a lanço, enquanto que no experimento 3 e 4 foi realizado em 29/12/2016. Em seguida houve leve incorporação das sementes com auxílio de rastelo. Na densidade de semeadura do BRS-Zuri utilizou-se 17 kg ha⁻¹ com valor cultural (VC) de 35% e para as sementes de *U. decumbens* foram utilizadas 12 kg ha⁻¹ com VC de 50%. Para a adubação de cobertura com nitrogênio utilizou 50 kg ha⁻¹ de N com fonte a ureia (45% de N), sendo aplicado à lanço sem incorporação vinte dias após a semeadura. Para a necessidade de micronutrientes foi aplicado 1 kg ha⁻¹ de B com fonte o ácido bórico (17% de B), e 2 kg ha⁻¹ de Zn com fonte o óxido de zinco (50% de Zn), ambos aplicados na semeadura, seguindo recomendações de Sousa e Lobato (2004).

5.5. Avaliação das características da planta

Na determinação da produção das forrageiras foram avaliadas MSPA, através da coleta do material vegetal nos experimentos sempre que aproximadamente 50% das parcelas atingisse a altura de pastejo. A altura de corte das forrageiras foram determinadas conforme o método de lotação rotacionada com taxa de lotação variável, com altura de pastejo de 15 cm para *U. decumbens* (BULEGON et al., 2016), enquanto para o BRS-Zuri foi 30 cm de altura (CARNEVALLI et al., 2006; EUCLIDES et al., 2016).

Na determinação da MSPA utilizou-se um quadrado metálico vazado de dimensões de 50 x 50 cm (250 cm²), o qual foi lançado no centro das parcelas. Com o auxílio de um cutelo, o material presente no interior do quadrado metálico foi cortado. Em seguida as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, e levadas para estufa, onde foram secas, a 65 °C ± 2 °C, até a obtenção do peso constante.

As amostras após secas foram pesadas em balança semi-analítica, em seguida moídas em moinho tipo Willey e levadas ao Laboratório de Análises de Solo, Adubo e Foliar (LASAF) da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Câmpus Universitário de Alta Floresta.

Para a determinação da concentração de P da MSPA (g kg⁻¹), as amostras moídas foram pesadas (100 mg por amostra), em seguida submetidas a digestão com H₂SO₄ e H₂O₂ para posterior determinação. A concentração foliar de P foi determinada por espectrofotometria com azul-de-molibdênio, seguindo a metodologia descrita pela Embrapa (2009).

O acúmulo de P (kg ha⁻¹) foi calculado a partir da concentração de P na MSPA e da produção de MS, obtidas em cada coleta.

Tabela 4 – Descrição das datas, números de cortes e precipitação pluvial, nos experimentos 1 e 2 (Alta Floresta - MT, 2017) e nos experimentos 3 e 4 (Paranaíta – MT, 2017).

Corte	Experimento 1		Experimento 2	
	----- BRS-Zuri -----		----- <i>U. decumbens</i> -----	
	Data	PPA (mm)	Data	PPA (mm)
1º	14/01/2017	266	23/01/2017	407
2º	23/01/2017	141	03/02/2017	138
3º	03/02/2017	138	19/02/2017	213
4º	19/02/2017	213	23/03/2017	312
5º	23/03/2017	312	24/04/2017	248
6º	24/04/2017	248	26/05/2017	93
7º	26/05/2017	93		
Corte	Experimento 3		Experimento 4	
	----- BRS-Zuri -----		----- <i>U. decumbens</i> -----	
	Data	PPA (mm)	Data	PPA (mm)
1º	11/02/2017	420	11/02/2017	420
2º	27/02/2017	206	27/02/2017	206
3º	24/03/2017	277	24/03/2017	277
4º	27/04/2017	365	27/04/2017	365
5º	05/06/2017	42	05/06/2017	42

5.6. Avaliação do solo

Em cada corte das forrageiras foram coletadas 5 amostras de solo em cada parcela. As amostras foram coletadas com auxílio de trato tipo holandês em cada parcela na camada 0-10 e 10-20 cm de profundidade. Em seguida foram secas ao ar, peneiradas e submetidas à análise laboratorial para determinação do pH em CaCl_2 , conforme a metodologia de Quaggio e Raij (2001), e para a extração de P foi com solução de Mehlich-1 ($0,05 \text{ mol L}^{-1} \text{ HCl} + 0,0125 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$), de acordo com Embrapa (2009).

Seis meses após a semeadura efetuou-se uma coleta com pá de corte nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, sendo justificado a coleta em um período de maior resposta das forrageiras para aplicação de P. Em seguida as amostras foram encaminhadas ao LASAF e foram efetuadas as análises do valor pH no solo, P-Mehlich-1 (EMBRAPA, 2009) e RTA segundo metodologia de Quaggio e Raij (2001).

5.7. Análise dos dados

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade) e homogeneidade das variâncias (Teste Bartlett) pelo programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2009). Posteriormente, foram realizadas as análises de variância pelo teste F ($P < 0,01$) com o auxílio do programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2009). Na análise de regressão, os coeficientes dos componentes de cada modelo foram testados, escolheu-se os modelos significativos com maior coeficiente de determinação (R^2). As análises de correlação de Pearson foram estabelecidas entre as concentrações de P no solo por RTA e Mehlich-1 com produtividade de massa seca e os acúmulos de P na parte aérea das forrageiras.

A produtividade relativa (%) foi calculada considerando a produção de massa seca de cada tratamento, pela fórmula:

$$PR (\%) = (Pt/Pmax) \times 100 \quad (5)$$

Onde: PR (%) produtividade relativa; Pt – produção de massa seca por tratamento e $Pmax$ – produção máxima massa seca por tratamento

Após efetuados os cálculos de PR (%), conforme a equação acima, considerando os teores de P disponíveis no solo, de acordo com cada dose de P_2O_5 aplicada no solo e, assim, ajustou os dados com a curva de disponibilidade usando como parâmetro as classes de disponibilidade em diferentes forrageiras em solos do Cerrado, de acordo com Sousa et al. (2007). A equação utilizada ($y = a - (b/x)$), para criar as classes de disponibilidade, foi calculada com auxílio do software SigmaPlot® versão 10.

Para obtenção dos intervalos de teores disponíveis de P utilizou-se as equações de regressão, calculando-se os teores de P no solo ($mg\ dm^{-3}$) correlacionando com o corte que apresentou melhor coeficiente de correlação (r) com produtividade relativa. Os intervalos de teores de P estratificados obtidos foram classificados em quatro classes de fertilidade: muito baixa (<26% da PR), baixa (26-54% da PR), média (55-80% da PR), adequada (>80% da PR) (SOUSA et al., 2007, LOURINI, 2017, PEREIRA, 2017).

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. pH em CaCl₂ do solo

A aplicação de doses de P com base na CMAP proporcionou efeito sobre o valor pH do solo em todos os experimentos na camada 0-10 cm de profundidade (Tabelas 5, 6 e 7 e 8), porém não houve efeito no valor pH no 6º corte do Argissolo cultivado com *U. decumbens* (Tabela 5) e também no 5º corte em Latossolo cultivado com BRS-Zuri (Tabela 6).

Houve ocorrência de maior variação do valor pH na camada 0-10 cm na forrageira *P. maximum* BRS-Zuri. Em todos os cortes os valores de pH, no Argissolo, proporcionaram aumento linear no 3º e 6º cortes, porém com as doses de 177 kg ha⁻¹, 190 kg ha⁻¹, 225 kg ha⁻¹, 267 kg ha⁻¹ e 218 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no 1º, 2º, 4º, 5º e 6º cortes, respectivamente, proporcionaram maiores valores de pH no solo (Tabela 9).

Tabela 5 – pH de um Argissolo Amarelo Distrófico (PAd), cultivado com *Panicum maximum* BRS-Zuri, determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm profundidade (Alta Floresta - MT, 2017).

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte	7ºcorte
----- Camada 0-10 cm -----							
0	4,82	4,99	4,78	4,80	4,62	4,98	4,55
44	5,05	5,16	4,80	5,12	4,93	5,00	4,93
88	5,18	5,19	4,85	5,11	5,02	4,88	5,10
176	5,23	5,32	4,97	5,22	4,97	5,15	5,18
352	5,02	5,12	5,01	5,21	5,12	5,19	5,09
Valor de F	9,0**	3,26*	4,88*	10,87**	8,32**	9,13**	6,59**
CV (%)	2,2	2,3	1,9	2,1	2,7	1,7	3,9
----- Camada 10-20 cm -----							
0	4,99	5,18	4,92	4,72	4,86	4,91	4,62
44	4,85	4,98	4,96	5,01	5,01	5,21	4,47
88	5,02	4,99	5,00	4,88	4,85	5,07	4,91
176	4,94	4,99	5,11	4,96	5,08	5,17	4,63
352	4,96	5,14	5,16	4,96	5,23	5,06	4,78
Valor de F	2,20 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,10 ^{ns}	2,33 ^{ns}	2,58 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,72 ^{ns}
CV (%)	1,7	2,8	3,9	3,7	3,9	6,6	5,5

*, ** e ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e, não significativo, respectivamente, pelo teste F. As doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a CMAP, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 44 corresponde a 3% CMAP, a dose 88 corresponde a 6% CMAP, a dose de 176 corresponde a 12% CMAP e 352 corresponde a 24% CMAP.

Na camada 10-20 cm de profundidade não houve efeito sobre o pH do solo em nenhum experimento. A incorporação da adubação fosfatada não atingiu a camada até 20 cm, justificado pela baixa mobilidade de P no solo.

Para Argissolo cultivado com *U. decumbens*, no 2º corte houve ajuste dos dados pela equação exponencial, no entanto, as doses de 218 kg ha⁻¹, 273 kg ha⁻¹, 275 kg ha⁻¹ e 165 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no 1º, 3º, 4º e 5º cortes, respectivamente, proporcionaram maiores valores de pH no solo (Tabela 9).

Tabela 6 – pH de um Argissolo Amarelo Distrófico (PAd), cultivado com *Urochloa decumbens*, determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Alta Floresta – MT, 2017).

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte
----- Camada 0-10 cm -----						
0	4,64	4,97	4,51	4,61	4,62	4,53
44	4,63	4,79	4,55	4,63	4,65	4,72
88	4,87	4,88	4,87	4,75	4,68	4,62
176	5,15	5,09	4,98	4,98	4,66	4,79
352	4,96	4,93	4,97	4,91	4,91	4,99
Valor de F	7,34**	7,04**	20,02**	7,99**	3,53*	2,52 ^{ns}
CV (%)	3,3	1,7	2,1	2,5	2,7	3,5
----- Camada 10-20 cm -----						
0	4,94	4,84	4,73	4,74	4,92	4,60
44	4,89	4,93	4,56	4,72	4,94	4,44
88	5,05	4,66	4,81	4,79	4,87	4,50
176	4,93	4,94	4,84	4,78	4,85	4,46
352	5,04	4,88	4,69	4,76	5,02	4,53
Valor de F	1,19 ^{ns}	1,69 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,93 ^{ns}	2,39 ^{ns}	0,47 ^{ns}
CV (%)	2,5	3,5	2,1	1,8	2,9	4,1

*, ** e ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e, não significativo, respectivamente, pelo teste F. As doses de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a CMAP, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 44 corresponde a 3% CMAP, a dose 88 corresponde a 6% CMAP, a dose de 176 corresponde a 12% CMAP e 352 corresponde a 24% CMAP.

No Latossolo cultivado com a forrageira BRS-Zuri, o efeito significativo na camada 0-10 cm, com as doses de 296 kg ha⁻¹, 325 kg ha⁻¹, 258 kg ha⁻¹ e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no 1º, 2º, 3º e 4º cortes, respectivamente, verificou-se maiores valores de pH no solo e no último corte não houve efeito (Tabela 10).

Em Latossolo cultivado com forrageira *U. decumbens*, com as doses de 265 kg ha⁻¹, 313 kg ha⁻¹ e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no 1º, 2º e 3º cortes, respectivamente, proporcionou maiores valores de pH no solo, no 4º corte o ajuste dos dados pela equação logarítmica e no último corte houve aumento linear (Tabela 10).

Diante dos valores pH obtidos no Argissolo e no Latossolo, a faixa de pH estava entre 4,5 e 6,0, considerada como adequada para a absorção de P pelas forrageiras, na forma de H₂PO₄⁻ (VILAR; VILAR, 2013).

Tabela 7 – pH de um Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), cultivado com *Panicum maximum* BRS-Zuri, determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Paranaíta – MT, 2017).

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte
----- Camada 0-10 cm -----					
0	5,29	5,06	5,01	5,07	5,35
54	5,18	5,52	5,00	5,51	5,39
108	5,79	5,76	5,61	5,61	5,63
216	5,84	5,76	5,58	5,62	5,75
432	5,86	6,00	5,34	5,70	5,78
Valor de F	6,47**	23,32*	20,32**	6,11**	2,04 ^{ns}
CV (%)	4,6	2,3	2,5	3,7	5,0
----- Camada 10-20 cm -----					
0	5,05	5,01	5,02	4,98	5,09
54	5,00	5,05	4,98	5,31	5,08
108	5,12	5,17	4,98	5,07	5,03
216	5,09	5,01	4,86	4,91	5,08
432	5,12	5,06	5,09	5,39	5,26
Valor de F	1,49 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,49 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,34 ^{ns}
CV (%)	1,6	3,2	2,7	1,6	4,9

*, ** e ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e, não significativo, respectivamente, pelo teste F. As doses de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a CMAP, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 54 corresponde a 3% CMAP, a dose 108 corresponde a 6% CMAP, a dose de 216 corresponde a 12% CMAP e 432 corresponde a 24% CMAP.

Para ambos solos (PAd e Lad) ocorre o predomínio de Gt (Tabela 3) que apresenta cargas elétricas variáveis e a elevação de pH reduz adsorção de P e, assim, aumentando a disponibilidade de P na solução solo. Isso é explicado porque cargas variáveis são dependentes de pH e esse tipo de carga se encontra nas superfícies quebradas dos minerais de argila e principalmente nos óxidos (ERNANI, 2016).

Tabela 8 – pH de um Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), cultivado com *Urochloa decumbens*, determinados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Paranaíta – MT, 2017).

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte
----- Camada 0-10 cm -----					
0	4,80	4,75	5,36	4,57	4,58
54	5,17	4,68	5,32	5,37	4,84
108	5,17	4,80	4,87	5,12	4,99
216	5,32	5,12	5,01	5,19	4,93
432	5,30	5,02	4,85	5,28	5,24
Valor de F	9,50**	54,04**	14,58**	16,22**	24,53**
CV (%)	2,6	1,0	2,5	3,0	1,9
----- Camada 10-20 cm -----					
0	4,98	4,87	4,90	4,83	4,46
54	5,38	5,12	5,00	5,02	4,36
108	5,38	5,03	4,68	5,09	4,46
216	5,07	4,94	4,64	5,25	4,64
432	5,05	4,98	4,72	4,89	4,57
F	1,96 ^{ns}	0,98 ^{ns}	1,32 ^{ns}	1,53 ^{ns}	0,18 ^{ns}
CV (%)	5,3	3,8	5,7	5,4	3,9

* e ns: significativo a 1% de probabilidade e, não significativo, respectivamente, pelo teste F. As doses de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a CMAP, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 54 corresponde a 3% CMAP, a dose 106 corresponde a 6% CMAP, a dose de 216 corresponde a 12% CMAP e 432 corresponde a 24% CMAP.

Considerando o efeito das doses de P na camada superficial do solo a mineralização da matéria orgânica proporciona alteração nos valores pH (BRANZINI et al., 2014). Assim faixa ideal de disponibilidade de P ocorre entre os valores de pH de 5,0 e 6,2 (RAIJ, 2004). Porém, Viviani et al. (2010) verificaram que houve aumento de P disponível, em cultivo de soja, para valores de pH entre 5,5 a 7,0. A elevação do pH aumenta as cargas elétricas negativas dos ânions polivalentes, assim as hidroxilas competem pelos sítios de adsorção de P, favorecendo o aumento de P disponível no solo (ERNANI, 2016).

Tabela 9 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre o pH de um Argissolo Amarelo Distrófico cultivado com *Panicum maximum* BRS-Zuri e com *Urochloa decumbens*, determinados nas camadas 0-10 cm de profundidade (Alta Floresta – MT, 2017).

Variável pH	Equação	F	R ²	¹ PM
----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----				
1º corte	$y=4,85+0,0045x-0,000013x^2$	34,61**	0,97	177
2º corte	$y=5,02+0,003x-0,00008x^2$	11,57*	0,97	190
3º corte	$y=4,80+0,000704x$	17,56*	0,89	---
4º corte	$y=4,87+0,0036x-0,000008x^2$	14,96**	0,84	225
5º corte	$y=4,71+0,0032x-0,000006x^2$	5,47**	0,74	267
6º corte	$y=4,94+0,000743x$	23,55**	0,75	---
7º corte	$y=4,62+0,0061x-0,000014x^2$	13,61**	0,92	218
----- <i>Urochloa decumbens</i> -----				
1º corte	$y=4,56+0,0048x-0,000011x^2$	11,97**	0,86	218
2º corte	$y=4,95e^{-0,0036x}$	22,92**	0,92	---
3º corte	$y=4,47+0,0049x-0,000009x^2$	20,79**	0,91	273
4º corte	$y=4,55+0,0033x-0,000006x^2$	8,47*	0,92	275
5º corte	$y=4,81-0,0023x+0,000007x^2$	9,61**	0,89	165
6º corte	$y=4,63$	2,51 ^{ns}	---	---

*, ** e ns: significativo a 5 e 1% de probabilidade e, não significativo. ¹Ponto de máxima (Kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Tabela 10 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre o pH de um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com *Panicum maximum* BRS-Zuri e com *Urochloa decumbens*, determinados nas camadas 0-10 cm de profundidade (Paranaíta – MT, 2017).

Variável pH	Equação	F	R ²	¹ PM
----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----				
1º corte	$y=5,20+0,0047x-0,000008x^2$	4,97**	0,75	296
2º corte	$y=5,17+0,0052x-0,000008x^2$	15,71**	0,88	325
3º corte	$y=4,94+0,0057x-0,000012x^2$	43,52**	0,73	258
4º corte	$y=5,18+0,0042x-0,000007x^2$	7,06**	0,81	300
5º corte	$y=5,58$	2,04 ^{ns}	---	---
----- <i>Urochloa decumbens</i> -----				
1ºcorte	$y=4,87+0,0037x-0,000007x^2$	13,15**	0,88	265
2ºcorte	$y=4,65-0,0025x+0,000004x^2$	35,67**	0,74	313
3ºcorte	$y=5,36-0,0032x+0,000005x^2$	8,28**	0,72	320
4ºcorte	$y=4,63\ln(0,11638x)$	12,57**	0,77	---
5ºcorte	$y=4,70+0,0013x$	79,20**	0,81	---

** e ns: significativo a 1% de probabilidade e, não significativo, respectivamente. ¹Ponto de máxima (Kg ha⁻¹ de P₂O₅).

7.2. Acúmulo de P nas forrageiras

Houve efeito das doses de P_2O_5 sobre o acúmulo de P na MSPA nas duas forrageiras em todos os cortes, para todos os experimentos avaliados (Tabelas 11 e 12).

Para forrageira BRS-Zuri cultivada em Argissolo verificou-se que com as doses de 280 kg ha^{-1} , 296 kg ha^{-1} , 259 kg ha^{-1} e 313 kg ha^{-1} de P_2O_5 , para o 2º corte, 4º corte, 5º corte e 6º corte, respectivamente, proporcionou maiores acúmulos de P na MSPA. Enquanto que para os cortes 1º, 3º e 7º houve aumento linear do acúmulo de P na MSPA das forrageiras (Tabela 13).

Para a forrageira *U. decumbens* cultivada em Argissolo o maior acúmulo de P na MSPA no 3º corte foi com dose de 287 kg ha^{-1} de P_2O_5 , porém nos demais cortes houve aumento linear no acúmulo de P (Tabela 13). A justificativa do elevado incremento do acúmulo de P nas duas forrageiras (BRS-Zuri e *U. decumbens*) relaciona-se com a fonte de P utilizada no experimento o superfosfato triplo, pois em virtude da sua alta solubilidade em água, ocasiona elevado aumento de P disponível à planta no período inicial de desenvolvimento (IEIRI et al., 2010).

E ainda de acordo com Foloni et al. (2008) as fontes à base de superfosfatos tem solubilidade moderadamente elevada em água, em função disso proporciona alta eficiência agronômica a curto prazo. Ieiri et al. (2010), em estudo com *Urochloa decumbens* concluíram que o acúmulo total de P no tecido da parte aérea do capim foi crescente com aumento das doses de P_2O_5 e melhores resultados foram obtidos com as fontes de P mais solúveis (superfosfato triplo).

Tabela 11 – Acúmulo de P pelas forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens*, cultivadas em um Argissolo Amarelo Distrófico e adubadas com doses de P₂O₅ com base na CMAP (Alta Floresta - MT, 2017).

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	<i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri							Total
	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	6ºcorte	7ºcorte	
	kg ha ⁻¹							
0	1,65	1,64	1,19	2,22	2,07	2,18	2,25	13,21
44	4,04	2,99	2,18	3,38	4,53	3,58	5,12	25,82
88	5,38	4,85	3,48	5,01	6,47	4,92	6,50	36,61
176	7,58	6,82	4,13	7,08	4,51	6,84	8,60	44,80
352	11,48	7,21	6,60	7,69	6,06	7,83	12,63	60,73
Valor de F	24,94*	12,74**	12,58**	31,82**	14,02**	50,12**	39,30**	115,87**
CV (%)	24,8	28,6	23,2	16,3	19,5	12,9	17,7	9,3
	<i>Urochloa decumbens</i>							
0	1,13	1,51	0,93	1,46	1,09	1,31	-	7,42
44	2,48	1,93	1,21	2,32	1,36	2,27	-	11,55
88	3,23	2,95	1,98	3,32	2,12	2,62	-	16,22
176	4,28	4,14	2,86	4,46	2,19	3,37	-	21,31
352	5,57	4,80	3,01	5,71	4,21	4,66	-	27,96
Valor de F	8,31**	7,93**	79,47**	23,29**	32,72**	44,94**	-	49,02**
CV (%)	25,3	22,6	10,5	20,2	19,5	13,2	-	13,6

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. As doses de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a CMAP, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 44 corresponde a 3% CMAP, a dose 88 corresponde a 6% CMAP, a dose de 176 corresponde a 12% CMAP e 352 corresponde a 24% CMAP.

Tabela 12 – Acúmulo de P pelas forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e em *Urochloa decumbens*, cultivadas em um Latossolo Amarelo Distrófico e adubadas com doses de P₂O₅ com base na CMAP (Paranaíta - MT, 2017).

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----					
	----- kg ha ⁻¹ -----					
	1ºcorte	2ºcorte	3ºcorte	4ºcorte	5ºcorte	Total
0	5,23	2,55	2,95	2,96	3,76	17,44
54	9,36	4,76	6,27	4,06	5,03	29,49
108	16,30	7,02	9,23	6,03	8,44	47,03
216	21,12	6,81	14,30	7,55	8,65	58,44
432	26,81	10,36	21,21	10,15	13,38	81,90
Valor de F	15,40**	36,98**	84,43**	18,43**	45,56**	74,74**
CV (%)	18,1	15,1	14,4	21,6	14,2	12,4
	----- <i>Urochloa decumbens</i> -----					
0	1,52	3,72	4,68	1,65	4,11	15,69
54	4,42	4,18	6,04	3,86	5,41	24,66
108	3,37	4,53	8,08	4,14	6,31	26,43
216	5,37	5,23	8,45	5,89	8,64	32,62
432	6,46	4,59	9,24	6,78	9,59	36,69
Valor de F	40,63**	4,09*	16,99**	23,91**	41,96**	30,06**
CV (%)	14,1	12,4	12,5	18,2	10,3	10,8

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. As doses de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a CMAP, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 54 corresponde a 3% da CMAP, a dose 106 corresponde a 6% CMAP, a dose de 216 corresponde a 12% da CMAP e 432 corresponde a 24% da CMAP.

Outro fato importante foi que o BRS-Zuri no experimento 1, em Argissolo proporcionou um corte a mais em relação a forrageira *U. decumbens*, pois verificou-se que o primeiro corte de BRS-Zuri foi acumulado 266 mm de precipitação, enquanto que para a *U. decumbens* foi acumulado 407 mm de chuva (Tabela 4), sendo justificado pelo desenvolvimento lento e por ser espécie de menor exigência nutricional. No entanto, as forrageiras do gênero *Panicum maximum* tem relevante capacidade de assimilação e acúmulo de P na parte aérea em função da resposta das plantas as doses de P₂O₅ (LOURINI, 2017).

Assim nota-se nas crescentes doses de P de 44, 88, 176 e 352 kg ha⁻¹ de P₂O₅, correspondentes a 3, 6, 12 e 24% da CMAP nas duas forrageiras cultivadas em Argissolo houve incremento significativo no acúmulo total de P, promovendo aumento linear em ambas as forrageiras de BRS-Zuri e *U. decumbens* (Figura 5 A e B). O acúmulo total de P pela forrageira BRS-Zuri foi de 61 kg ha⁻¹ de P, equivalente a 140 kg ha⁻¹ de

P₂O₅. Já para a *U. decumbens* o acúmulo total foi de 28 kg ha⁻¹ de P, equivalente a 64 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 11).

Tabela 13 – Equações de regressão para o efeito das doses de P₂O₅ sobre o acúmulo de P (kg ha⁻¹) pelas forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens*, cultivadas em um Argissolo e adubadas com doses de P₂O₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017).

Variável	Equação	F	R ²	¹ PM
----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----				
1ºcorte	y=2,53+0,0264x	97,18**	0,97	---
2ºcorte	y=1,45+0,0437x-0,000078x ²	10,16**	0,99	280
3ºcorte	y=1,58+0,0146x	48,68**	0,96	---
4ºcorte	y=2,04+0,0397x-0,000067x ²	19,80**	0,99	296
5ºcorte	y= 3,01+0,0253x-0,000049x ²	8,66*	0,69	259
6ºcorte	y=2,13+0,0369x-0,000059x ²	24,63**	0,99	313
7ºcorte	y=3,40+0,0274x	151,08**	0,96	---
----- <i>Urochloa decumbens</i> -----				
1ºcorte	y=1,79+0,0117x	30,52**	0,92	---
2ºcorte	y=1,80+0,0096x	28,35**	0,89	---
3ºcorte	y=0,78+0,0160x-0,000028x ²	51,49**	0,97	287
4ºcorte	y=1,91+0,0118x	87,43**	0,93	---
5ºcorte	y=1,06+0,0086x	125,25**	0,96	---
6ºcorte	y=1,67+0,0088x	172,98**	0,96	---

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ¹Ponto de máxima (Kg ha⁻¹ de P₂O₅).

A contribuição no acúmulo de P da MSPA nas forrageiras ocorre em relação ao aumento no teor de P no tecido vegetal pelas doses crescentes de P₂O₅ no solo, conforme relatado em outros trabalhos (CECATO et al., 2008; IEIRI et al., 2010; CALHEIROS et al., 2012; DIAS-FILHO et al., 2015).

Observa-se que acumulado de precipitação pluviométrica no Argissolo, para ambas as forrageiras (BRS-Zuri e *U. decumbens*) nos experimentos 1 e 2 foi 1411 mm (Tabela 4), assim devido ao índice elevado de precipitação no período avaliado houve o aumento do acúmulo de P na parte aérea em função das doses de P₂O₅ no solo.

Os efeitos significativos das doses de P₂O₅ no acúmulo de P (kg ha⁻¹) em todos os cortes do BRS-Zuri cultivadas em Latossolo aumentaram linearmente em todos os cinco cortes avaliados. Porém, a forrageira *U. decumbens* cultivada em Latossolo, com 414 kg ha⁻¹, 273 kg ha⁻¹, 339 kg ha⁻¹, 373 kg ha⁻¹ e 410 kg ha⁻¹ de P₂O₅ obtiveram os

maiores acúmulos de P em MS na parte aérea no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º corte, respectivamente (Tabela 14).

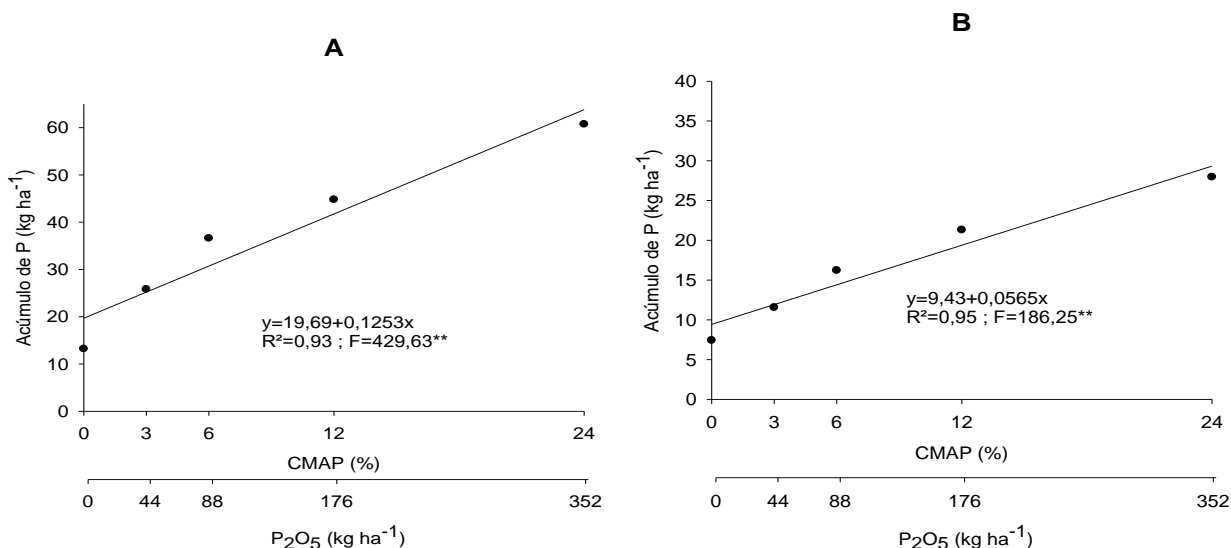


Figura 5 - Acúmulo total de P (kg ha⁻¹) em *Panicum maximum* BRS-Zuri (A) e *Urochloa decumbens* (B), em Argissolo Amarelo Distrófico, em função de doses P₂O₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017). ** significativo 1% de probabilidade.

Tabela 14 – Equações de regressão para o efeito das doses de P₂O₅ sobre o acúmulo de P (kg ha⁻¹) pelas forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens*, cultivadas em um Latossolo e adubadas com doses de P₂O₅ aplicadas com base na CMAP (Paranaíta - MT, 2017).

Variável	Equação	F	R ²	¹ PM
----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----				
1ºcorte	$y=7,93+0,0484x$	55,47**	0,90	---
2ºcorte	$y=3,72+0,0159x$	129,97**	0,88	---
3ºcorte	$y=4,06+0,0415x$	331,21**	0,98	---
4ºcorte	$y=3,51+0,0163x$	70,47**	0,96	---
5ºcorte	$y=4,42+0,0212x$	169,62**	0,93	---
----- <i>Urochloa decumbens</i> -----				
1ºcorte	$y=2,10+0,0206x-0,000025x^2$	11,79**	0,83	414
2ºcorte	$y=3,66+0,0114x-0,000021x^2$	10,32**	0,97	273
3ºcorte	$y=4,83+0,0278x-0,000041x^2$	13,87**	0,94	339
4ºcorte	$y=1,96+0,0261x-0,000035x^2$	12,69**	0,97	373
5ºcorte	$y=4,01+0,0279x-0,000034x^2$	16,53**	0,99	410

* significativo 1% de probabilidade. ¹Ponto de máxima (Kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Os efeitos significativos das doses de P_2O_5 no acúmulo total de P ($kg\ ha^{-1}$) na MSPA em BRS-Zuri cultivado em Latossolo obteve-se aumento linear (Figura 6 A). No entanto, para a forrageira *U. decumbens* cultivada em Latossolo, o maior acúmulo de P na MSPA foi com $377\ kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 (Figura 6 B). O acúmulo total de P pela forrageira BRS-Zuri foi de $82\ kg\ ha^{-1}$ de P, equivalente a $188\ kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 . Já para a *U. decumbens* o acúmulo total foi de $37\ kg\ ha^{-1}$ de P, equivalente a $85\ kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 .

O experimento 3 e 4, em Latossolo a quantidade de cortes foram iguais (Tabela 4), onde verifica-se que houve acumulado de precipitação de 1310 mm. A quantidade de água durante o período foi considerável favorecendo a reatividade do fertilizante fosfatado, então houve aumento acúmulo de P nas forrageiras em função das doses de P_2O_5 .

No presente estudo as doses de P_2O_5 proporcionaram menores acúmulo de P para a forrageira *U. decumbens*, e ainda se constata que houve menor produção de MS, em relação a forrageira BRS-Zuri. O hábito de crescimento da forrageiras *U. decumbens* é decumbente, sendo inerente da forrageira (GARAY et al., 2017). Assim justifica os menores acúmulos de P da *U. decumbens*, pois além de ser espécie de baixa exigência nutricional em relação ao BRS-Zuri.

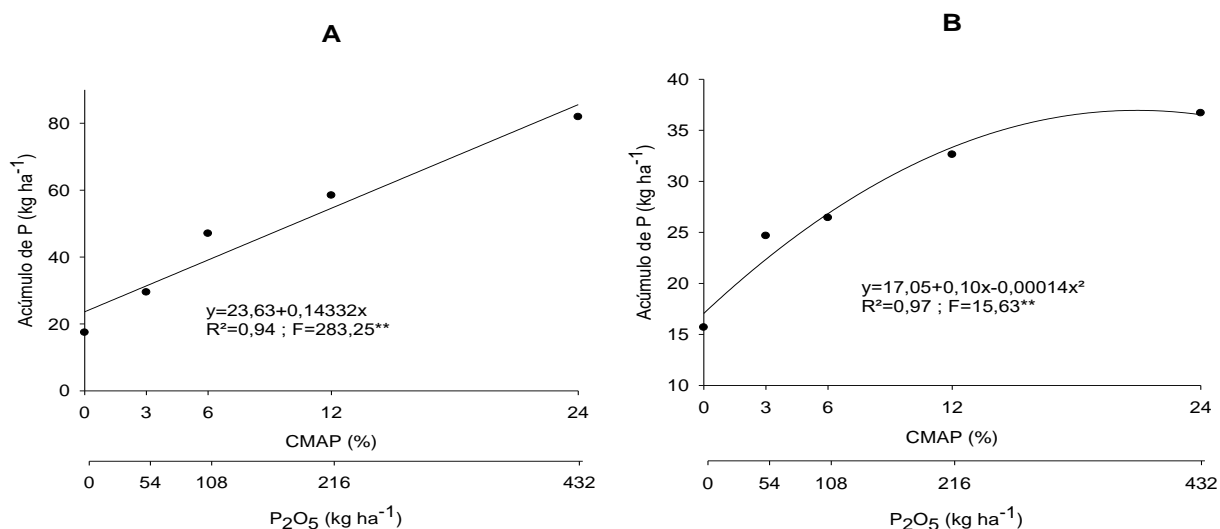


Figura 6 - Acúmulo total de P ($kg\ ha^{-1}$) em *Panicum maximum* BRS-Zuri (A) e *Urochloa decumbens* (B), em Latossolo Amarelo Distrófico, em função de doses de P_2O_5 aplicadas com base na CMAP (Paranaíta – MT, 2017) ** significativo a 1% de probabilidade.

No experimento 1 com BRS-Zuri cultivado em Argissolo, o acúmulo total em 4 cortes com 24% da CMAP foi de 33 kg ha⁻¹ de P, equivalente a 76 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 11). Os resultados corroboram com estudo de Lourini (2017) que verificou acúmulo total foi 32 kg ha⁻¹ de P, equivalente a 73 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com capim mombaça cultivado em Argissolo Acinzentado Distrófico.

O experimento 4 com *U decumbens* cultivado em LAd, o acúmulo total em 3 cortes com 24 % CMAP foi de 21 kg ha⁻¹ de P, equivalente a 47 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 12). Porém o resultado de Pereira (2017) com mesmo número de cortes foi 31,82% menor o acúmulo total em capim Piatã em LAd, no qual proporcionou 14 kg ha⁻¹ de P, equivalente a 32 kg ha⁻¹ de P₂O₅

7.3. Produção de massa seca das forrageiras

Houve efeito das doses de P sobre a produção MSPA em todos os experimentos e em todos os cortes (Tabela 15 e 16), inclusive os resultados de produção de MST.

Para o efeito significativo das doses de P no acúmulo de MS nos cortes de BRS-Zuri, em Argissolo, o 1º corte e 3º corte proporcionaram aumentos lineares, enquanto que com 257, 327, 243, 264 e 381 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foram as doses que proporcionaram maiores aumentos de MS no 2º, 4º, 5º, 6º e 7º cortes, respectivamente. Para a *U. decumbens* cultivada em Argissolo houve aumento linear no 2º, 5º e 6º cortes, porém com a dose de 270, 264 e 256 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionaram maiores produção de MSPA para o 1º, 3º e 4º cortes (Tabela 17).

Para a forrageira BRS-Zuri cultivada no Latossolo, as doses de 292, 363 e 338 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionaram maiores acúmulos de MS nos três primeiros cortes, respectivamente, no entanto, no 4º e 5º cortes houveram aumentos lineares de acúmulo de MS (Tabela 18).

Para a forrageira *U. decumbens* cultivada em Latossolo, constatou-se que com as doses de 334, 291, 429, 350 e 391 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º cortes respectivamente, houveram maiores incrementos de acúmulo de MS (Tabela 18).

Tabela 15. Produtividade de massa seca da parte aérea das forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens* em função de doses de fósforo aplicadas com base na CMAP de um Argissolo Amarelo Distrófico (Alta Floresta - MT, 2017).

Doses de P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----							
	1ºCorte	2ºCorte	3ºCorte	4ºCorte	5ºCorte	6ºCorte	7ºCorte	Total
	----- kg ha ⁻¹ -----							
0	930,70	711,60	836,70	954,90	1.000,50	895,80	1.490,40	6.823,10
44	1.673,90	1.191,70	1.133,10	1.401,50	1.641,90	1.340,10	2.339,30	10.768,00
88	2.079,40	1.574,40	1.485,30	1.575,60	2.135,60	1.668,80	2.407,70	13.016,30
176	2.684,00	2.023,40	1.579,60	2.131,50	2.513,80	2.135,90	3.214,50	16.458,20
352	3.664,20	1.987,60	1.892,30	2.405,60	2.397,04	2.132,70	3.878,50	18.706,44
Valor de F	15,79**	16,74**	7,75**	30,18**	43,12**	20,64**	21,61**	123,2**
CV (%)	13,6	18,1	21,2	12,5	9,8	14,3	14,7	6,4
	----- <i>Urochloa decumbens</i> -----							

0	1.124,70	703,90	858,50	1.024,81	835,70	1.343,00	-	5.890,61
44	1.574,20	817,00	899,30	1.515,00	959,60	1.909,80	-	7.674,90
88	2.086,80	1.189,70	1.334,30	1.979,60	1.486,30	1.964,00	-	10.040,70
176	2.573,40	1.487,50	1.915,40	2.177,90	1.478,70	2.249,30	-	11.882,20
352	2.675,30	1.676,60	1.793,80	2.273,80	2.091,20	2.647,60	-	13.185,30
Valor de F	7,33**	3,50*	80,11**	20,88**	14,42**	15,18**	-	38,37**
CV (%)	24,3	18,0	8,0	12,7	19,2	12,4	-	9,9

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F. As doses de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a capacidade máxima de fósforo, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 44 corresponde a 3% CMAP, a dose 88 corresponde a 6% CMAP, a dose de 176 corresponde a 12% CMAP e 352 corresponde a 24% CMAP.

Tabela 16 - Produtividade de massa seca da parte aérea das forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens* em função de doses de fósforo aplicadas com base na CMAP de um Latossolo Amarelo Distrófico (Paranaíta – MT, 2017).

----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----						
Doses de P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	----- kg ha ⁻¹ -----					
	1ºCorte	2ºCorte	3ºCorte	4ºCorte	5ºCorte	Total
0	1.996,10	1.194,90	1.606,70	1.233,90	2.622,70	8.656,80
54	2.862,10	1.641,60	3.105,00	1.541,00	2.900,50	12.106,70
108	4.172,90	1.839,60	3.951,50	2.073,30	3.339,50	15.482,30
216	6.052,30	1.839,60	5.553,60	2.405,20	3.803,60	19.654,30
432	5.021,30	2.139,50	5.774,70	2.794,20	4.212,90	20.355,10
Valor de F	15,87**	16,03**	143,7**	10,74**	10,65**	98,75**
CV (%)	20,3	10,1	7,3	19,2	11,2	6,5
----- <i>Urochloa decumbens</i> -----						
0	695,70	1.260,50	1.946,40	1.029,10	2.203,40	7.137,60
54	1.492,40	1.553,10	2.764,50	1.514,00	2.641,50	10.022,00
108	1.069,30	1.628,80	3.198,50	1.609,70	2.871,20	10.483,00
216	1.780,90	2.000,80	3.626,20	2.372,90	3.686,10	13.675,40
432	1.748,50	1.822,20	4.364,30	2.393,00	3.908,30	14.648,80
Valor de F	29,15**	97,61**	16,55**	18,47**	38,21**	164,22**
CV (%)	12,7	3,4	14,0	15,4	7,6	4,2

** significativo 1% de probabilidade pelo teste F. As doses de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) foram determinadas de acordo com a capacidade máxima de fósforo, das quais a dose 0 equivale a 0% da CMAP, a dose 54 corresponde a 3% CMAP, a dose 108 corresponde a 6% CMAP, a dose de 216 corresponde a 12% CMAP e 432 corresponde a 24% CMAP.

O maior acúmulo total de MS para a forrageira BRS-Zuri, em Argissolo, obteve-se com dose de P de 308 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (21% CMAP) totalizando 18.891 kg ha⁻¹ de MST (Figura 7 A), constatou-se que houve 163,3% de aumento em comparação com ausência de adubação. Para a forrageira *U. decumbens*, em Argissolo, verificou-se que com a dose de 321 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (21,9% CMAP) houve o maior acúmulo de MST que correspondeu a 13.823 kg ha⁻¹ de MST no período avaliado (Figura 7 B), constatando que houve 133,8% de aumento em comparação com ausência de adubação.

Evidencia-se, portanto, que o P tem grande importância para o desenvolvimento do vigor das forrageiras, tornando-se fundamental no estabelecimento e manutenção das pastagens, em função do aumento de produção de MS de forragens (CECATO et al., 2007).

Tabela 17 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre produção de massa seca da parte (kg ha⁻¹) pelas forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens* cultivadas em Argissolo e adubadas com doses de P₂O₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017).

Variável	Equação	F	R ²	¹ PM
----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----				
1ºcorte	y=1.247,51+7,2646x	60,32**	0,95	---
2ºcorte	y=724,68+11,3885x-0,022187x ²	20,18**	0,99	257
3ºcorte	y=1.026,94+2,7156x	26,45**	0,85	---
4ºcorte	y=972,53+8,8307x-0,013502x ²	12,37**	0,99	327
5ºcorte	y= 1.053,34+13,7254x-0,028297x ²	67,39**	0,98	243
6ºcorte	y=902,11+10,5402x-0,020016x ²	22,05**	0,99	264
7ºcorte	y=1.600,86+11,9999x-0,015763x ²	4,88**	0,97	381
----- <i>Urochloa decumbens</i> -----				
1ºcorte	y=1.113,52+12,5955x-0,023376x ²	6,50*	0,99	270
2ºcorte	y=803,69+2,8557x	12,19**	0,87	---
3ºcorte	y=715,51+9,2491x-0,017519x ²	72,27**	0,92	264
4ºcorte	y=1.082,32+10,5231x-0,020612x ²	23,17**	0,97	256
5ºcorte	y=917,16+3,4856x	52,35**	0,91	---
6ºcorte	y=1.590,77+3,3643x	53,77**	0,88	---

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade. ¹Ponto de máxima (Kg ha⁻¹ de P₂O₅).

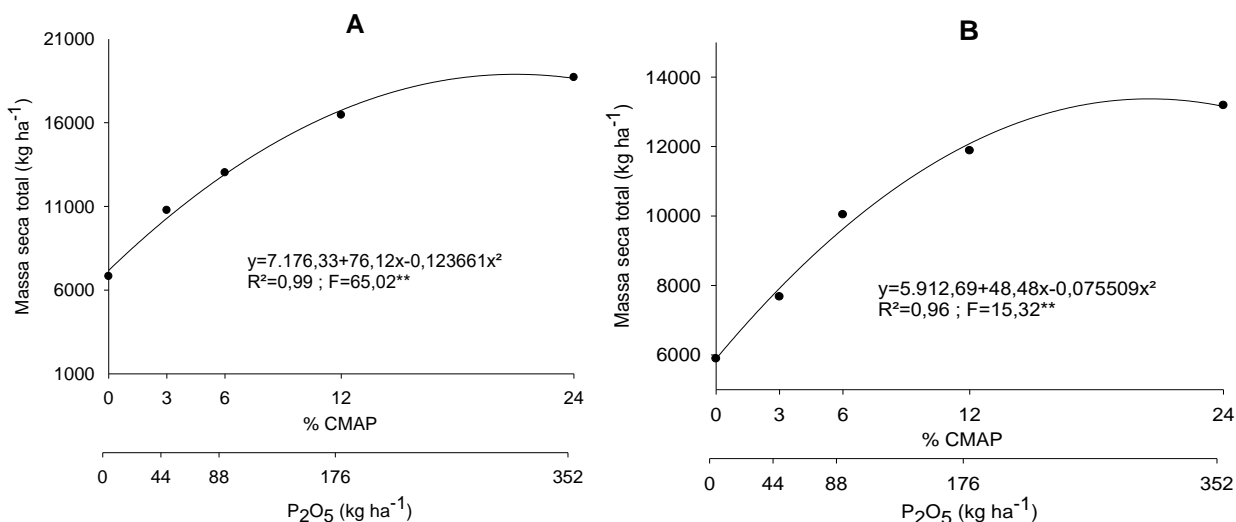


Figura 7 – Massa seca total (kg ha⁻¹) de *Panicum maximum* BRS-Zuri (A) e *Urochloa decumbens* (B), em Argissolo Amarelo Distrófico, em função de doses de P₂O₅ aplicadas com base na CMAP (Alta Floresta – MT, 2017) ** significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 18 – Equações de regressão para o efeito das doses de P sobre produção de massa seca da parte (kg ha⁻¹) pelas forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens* cultivadas em Latossolo e adubadas com doses de P₂O₅ aplicadas com base na CMAP (Paranaíta – MT, 2017).

Variável	Equação	F	R ²	¹ PM
----- <i>Panicum maximum</i> BRS-Zuri -----				
1ºcorte	y=1.720,37+29,8411x-0,051111x ²	26,83**	0,97	292
2ºcorte	y=1.304,31+4,6481x-0,006409x ²	9,08*	0,90	363
3ºcorte	y=1.657,91+26,3892x-0,039027x ²	124,03**	0,99	338
4ºcorte	y=1.445,58+3,4811x	38,03**	0,88	---
5ºcorte	y= 2.736,38+3,4534x	40,49**	0,95	---
----- <i>Urochloa decumbens</i> -----				
1ºcorte	y=822,51+6,0933x-0,009124x ²	19,08**	0,71	334
2ºcorte	y=1.257,62+5,1601x-0,008886x ²	168,10**	0,96	291
3ºcorte	y=2.087,99+10,4765x-0,012209x ²	5,13**	0,90	429
4ºcorte	y=1.014,57+8,4471x-0,012089x ²	13,00**	0,96	350
5ºcorte	y=2.163,34+9,1230x-0,011683x ²	17,38**	0,98	391

* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade. ¹Ponto de máxima (Kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Outro aspecto importante, deve-se aos teores de P pelo extrator de Mehlich-1 que foi 2,8 mg dm⁻³ e P-rem foi de 35,30 mg L⁻¹ em Argissolo, enquanto que para o Latossolo foi 3,7 mg dm⁻³ de P disponível e P-rem foi de 30,50 mg L⁻¹ (Tabela 1), pois de acordo com Souza e Lobato (2004) são considerados teores muito baixos, assim possibilitando o incremento de MS e MST nos cortes em ambas as forrageiras.

Em Latossolo cultivado com forrageira BRS-Zuri, com 341 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou máximo valor de 21.267 kg de MST, com 19% da CMAP (Figura 8 A), houve 147% de aumento em comparação com ausência de aplicação. Com a forrageira *U. decumbens* cultivada no mesmo solo (Latossolo), com 373 kg ha⁻¹ de P₂O₅ kg ha⁻¹ de P₂O₅ verificou-se que houve maior acúmulo de MST do capim, correspondendo a 13.493 kg de MST (Figura 8 B), verificou-se eu houve 83,6% de aumento em relação ausência de adubação.

Então, observa-se que a teor de argila, P-rem ou CMAP são fatores importantes que refletem corretamente os níveis críticos de P obtidos nos solos (SIMÕES NETO et al., 2015). Assim as doses crescentes de P proporcionaram aumentos nos acúmulos de MS e MST nos cortes em ambas as forrageiras, confirmando a importância de parâmetros do solo na determinação das doses de P₂O₅ nas culturas.

A substituição isomórfica é atributo mineralógico importante no solo, pois verificou-se altos valores em ambos os solos (Tabela 3), explicado pela incorporação de Al^{3+} pela troca por Fe^{3+} , alterando a formas estruturais dos óxidos de Fe (SCHULZE, 1984). Então esse atributo reflete diretamente na CMAP do solo e havendo necessidade de maiores doses de P na resposta a produção de MS pelas plantas.

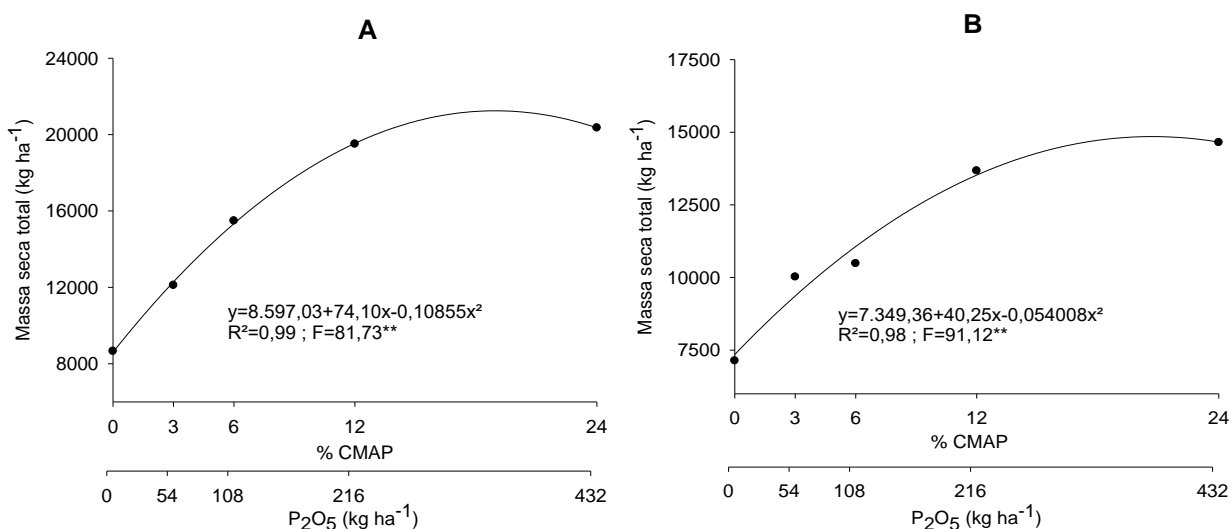


Figura 8 - Massa seca total (kg ha^{-1}) em *Panicum maximum* BRS-Zuri (A) e *Urochloa decumbens* (B), em Latossolo Amarelo Distrófico, em função de doses de P_2O_5 aplicadas com base na CMAP (Paranaíta – MT, 2017) . ** significativo a 1% de probabilidade.

7.4. Correlações de disponibilidade de P

Nota-se que houve correlação positiva entre o P no solo, na camada de 0-10 cm, sendo determinado pelo extrator Mehlich-1 com o acúmulo de P na parte aérea e com a produção de MS em ambas as forrageiras estudadas, em todos cortes (Tabela 19), porém na maioria dos cortes a forrageira BRS-Zuri apresentou maiores coeficientes de correlação (r) para Argissolo e Latossolo, isso confirma que a forrageira é mais exigente e responsiva a adubação fosfatada que a *U. decumbens*. O maior incremento de produtividade e acúmulo de P em BRS-Zuri correlaciona-se positivamente em resposta à adubação com P, confirmados nos estudos de Lourini (2017) e Pereira (2017).

No período de seis meses após instalação dos experimentos, constatou-se que os coeficientes de correlação obtidos pelo extrator Mehlich-1 para produção de MS da forrageira BRS-Zuri foram de 0,89 (Argissolo no 7º corte) e 0,87 (Latossolo no 5º

corte), enquanto que para a forrageira *U. decumbens* verificou-se coeficiente de correlação de 0,78 (Argissolo no 6º corte) e 0,78 (Latossolo no 5º corte).

Todavia, observou-se que a RTA proporcionou maiores coeficientes de correlação em relação ao Mehlich-1 em ambas as forrageiras, sendo a BRS-Zuri (0,92) e *U. decumbens* (0,91) (Tabela 19). Resultados com extração de P por RTA foram superiores a Mehlich-1, assim como os estudos observados por Gatiboni et al. (2002) e Gonçalves; Meurer (2008). Porém Oliveira et al. (2014) verificaram resultados diferentes, onde os maiores coeficientes de correlação foram para extrator Mehlich-1 em relação ao extrator RTA, diferindo dos autores anteriormente citados e do presente trabalho.

Tabela 19 - Matriz de correlação linear (r) entre os teores de fósforo no solo extraídos pelos extratores Mehlich-1 e Resina (camada 0-10 cm), com o acúmulo de P e com a produção de matéria seca das forrageiras *Panicum maximum* BRS-Zuri e *Urochloa decumbens* em Argissolo Amarelo Distrófico - PAd (Alta Floresta – MT, 2017) e Latossolo Amarelo Distrófico - LAd (Paranaíta – MT, 2017)

Extrator	Solos	Cortes	Acúmulo de P		Massa seca	
			BRS-Zuri	<i>U. decumbens</i>	BRS-Zuri	<i>U. decumbens</i>
Mehlich-1	PAd	1º	0,85**	0,81**	0,81**	0,74**
	LAd		0,75**	0,82**	0,59**	0,77**
Mehlich-1	PAd	2º	0,74**	0,66**	0,68**	0,58**
	LAd		0,90**	0,50*	0,79**	0,76**
Mehlich-1	PAd	3º	0,77**	0,80**	0,62**	0,76**
	LAd		0,96**	0,51*	0,86**	0,74**
Mehlich-1	PAd	4º	0,81**	0,82**	0,81**	0,61**
	LAd		0,92**	0,81**	0,86**	0,76**
Mehlich-1	PAd	5º	0,76**	0,54**	0,82**	0,52**
	LAd		0,94**	0,83**	0,87**	0,78**
Mehlich-1	PAd	6º	0,93**	0,71**	0,84**	0,78**
	LAd		-----	-----	-----	-----
Mehlich-1	PAd	7º	0,80**	-----	0,89**	-----
	LAd		-----	-----	-----	-----
Resina			Acúmulo de P		Massa seca	
			----- BRS-Zuri -----		-----	
	PAd		0,97**		0,92**	
	LAd		0,97**		0,92**	
		----- <i>U. decumbens</i> -----		-----		
PAd		0,94**		0,91**		
LAd		0,94**		0,91**		

* e **significativo a 5 e 1% de probabilidade.

O extrator Mehlich-1 reduz o pH da solução do solo, e assim o P extraído na dissolução seletiva, extrai as frações mais lábeis do solo (SCHLINDWEIN; GIANELLO, 2008). Porém verifica-se uma ligeira diminuição no P extraído com maior tempo de contato, e, assim, resultando em aumentos na energia de adsorção de P pelas partículas do solo (GATIBONI et al., 2010).

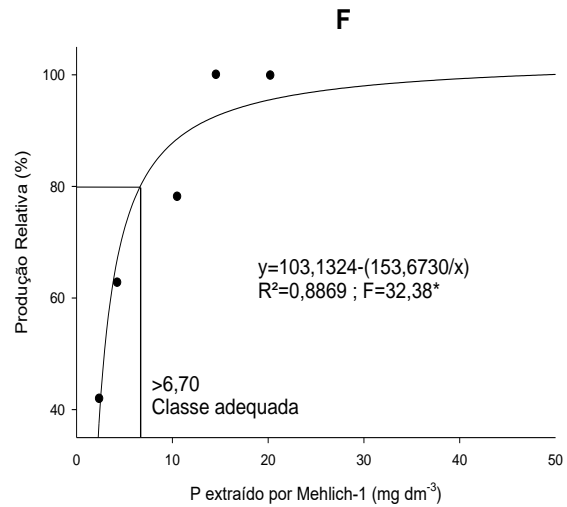
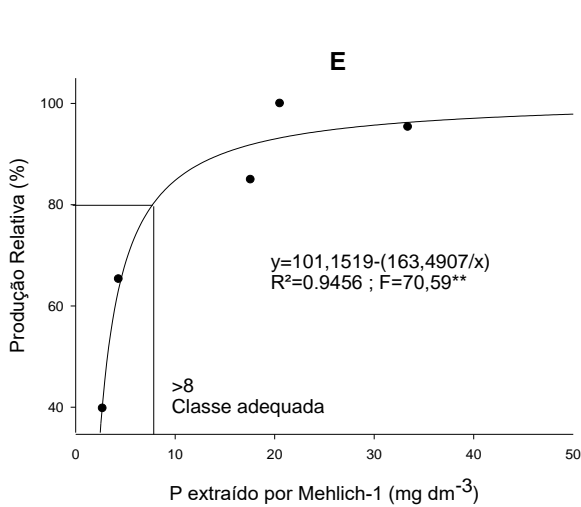
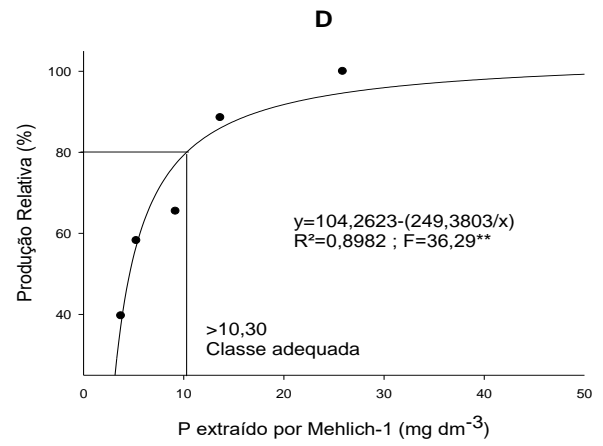
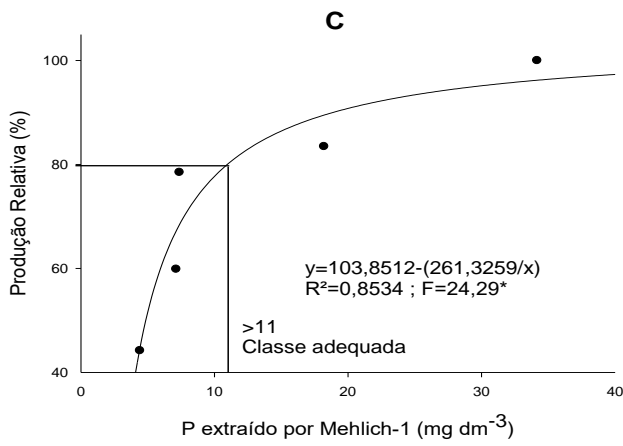
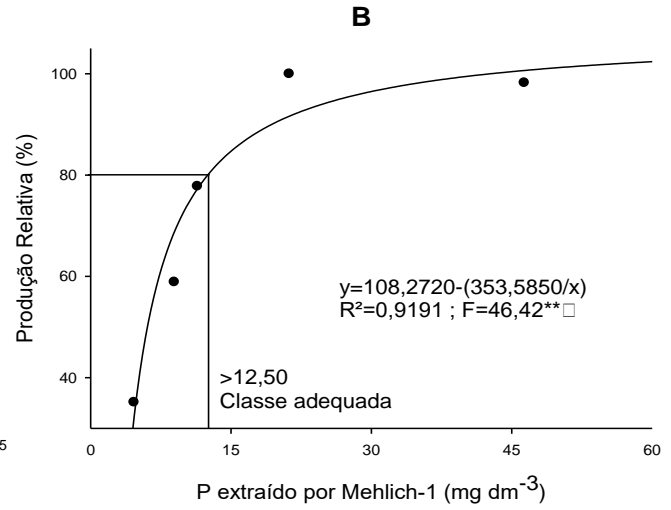
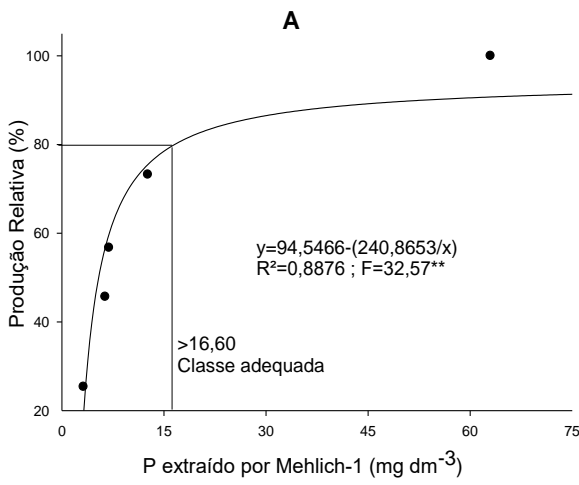
Os menores coeficientes de correlação pelo método Mehlich-1 são justificados pelas características mineralógicas dos solos goethíticos (Tabela 3), no Argissolo e Latossolo, que tem elevados teores de óxidos Fe e Al e, portanto, nesses solos é de se esperar que a reserva de P lábil esteja principalmente nas formas de fosfatos de Fe e Al. Assim são removidos em teores maiores pela RTA, do que por Mehlich-1 que preferencialmente tem ação nos fosfatos de cálcio. Mesmo considerando a simplicidade e rapidez nas rotinas de análises de solo por Mehlich-1, observa-se uma subestimação do P disponível justificado pela diminuição da capacidade do poder tampão do solo, normalmente verificados em solos argilosos (NOVAIS; SMITH, 1999).

A RTA não tem influência do poder tampão, sendo os resultados superiores de P disponível em relação ao Mehlich-1, pois como RTA não altera o pH da solução, e também é conhecida por simular a absorção de P pelas raízes das plantas (SOUZA et al., 2017).

No método de RTA a extração de P da solução do solo ocorre por mecanismo de troca iônica, ocorre equilíbrio químico entre formas de P adsorvidas e formas disponíveis de P (lábeis), assim a RTA ocorre maior extração de P em solos com poder tampão elevados (SCHLINDWEIN; GIANELLO, 2008, SIMÕES NETO et al., 2008). Por isso que o extrator RTA tem elevada eficiência na extração de formas lábeis de P, assim, o processo assemelha-se ao sistema radicular das plantas (RAIJ, 2011).

7.5. Classes de disponibilidade e níveis críticos de P

Nota-se que no 1º corte da forrageira BRS-Zuri, em Argissolo, a concentração de P disponível foi de 16,60 mg dm⁻³ no solo pelo extrator de Mehlich-1 correlacionando com 80% da produção relativa de MS do capim (Figura 9 A), mas nos cortes posteriores houve redução do teor de P de 33%, 51%, 61%, 107%, 152% e 61%, correspondendo ao 2º, 3º, 4º, 5º, 6º e 7º corte, respectivamente (Figura 9 B, C, D, E, F e G).



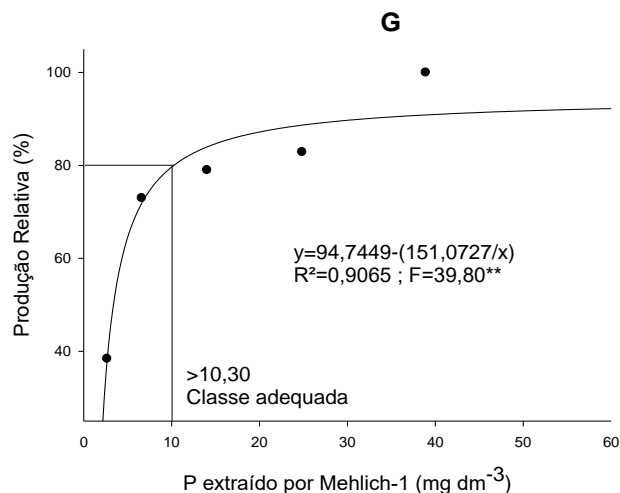


Figura 9 - Produção relativa da forrageira *Panicum maximum* BRS-Zuri em função do P extraído por Mehlich-1, em Argissolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D), 5º corte (E), 6º corte (F) e 7º corte (G). Média de quatro repetições. *, **Significativo ao nível de probabilidade de 0,01 e 0,05.

Constata-se que no 1º corte da forrageira *Urochloa decumbens*, em Argissolo, o teor adequado de P foi de 12,5 mg dm⁻³ correlacionado com 80% da produção relativa de MS da forrageira (Figura 10 A). Porém houve aumento de 28% no 2º corte (Figura 9 B), e no 5º corte (Figura 10 E) também teve aumento de 10,4%, enquanto que nos demais cortes houve redução (Figura 10 C, D e G).

No Latossolo observou-se que a forrageira BRS-Zuri apresentou no 1º corte o teor de P disponível de 36,75 mg dm⁻³ pelo extrator Mehlich-1 (Figura 11 A), em função 80% (PR%) do acúmulo de MS. Para o 2º (Figura 11 B) e 3º corte (Figura 11 C) ocorreu uma redução de 220% de P disponível. No 4º corte (Figura 11 D) e 5º corte (Figura 11 E) também houveram reduções de 120% e 152% respectivamente, em relação ao 1º corte.

Nota-se que o capim *U. decumbens*, em Latossolo no 1º corte o valor de P disponível foi de 35,4 mg dm⁻³ (Figura 12 A), demonstrando uma redução de 41% a 280% nos cortes posteriores (Figura 12 B, C, D, E).

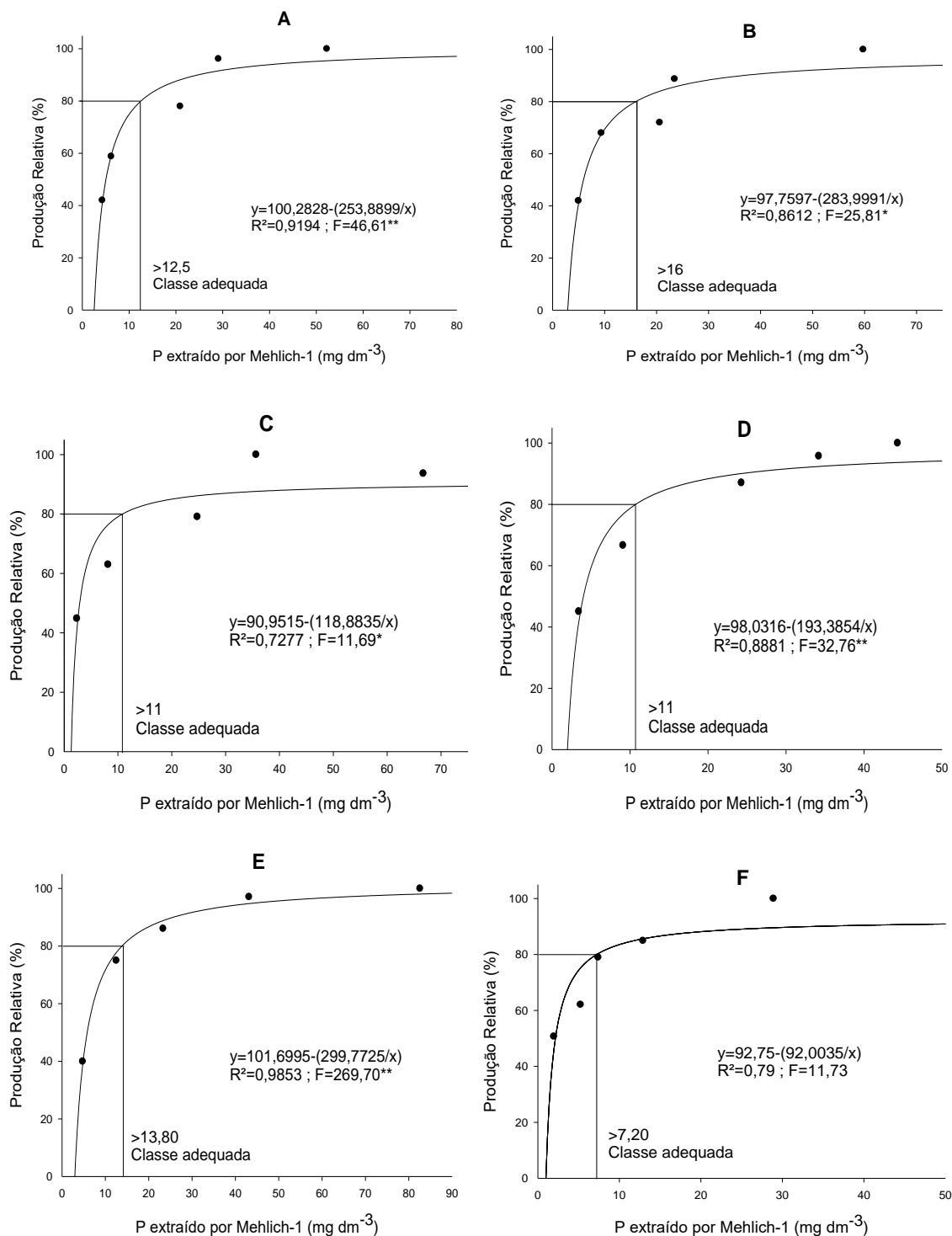


Figura 10 - Produção relativa da forrageira *Urochloa decumbens* em função do P extraído por Mehlich-1, em Argissolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D), 5º corte (E) e 6º corte (F). Média de quatro repetições. *, **Significativo ao nível de probabilidade de 0,01 e 0,05.

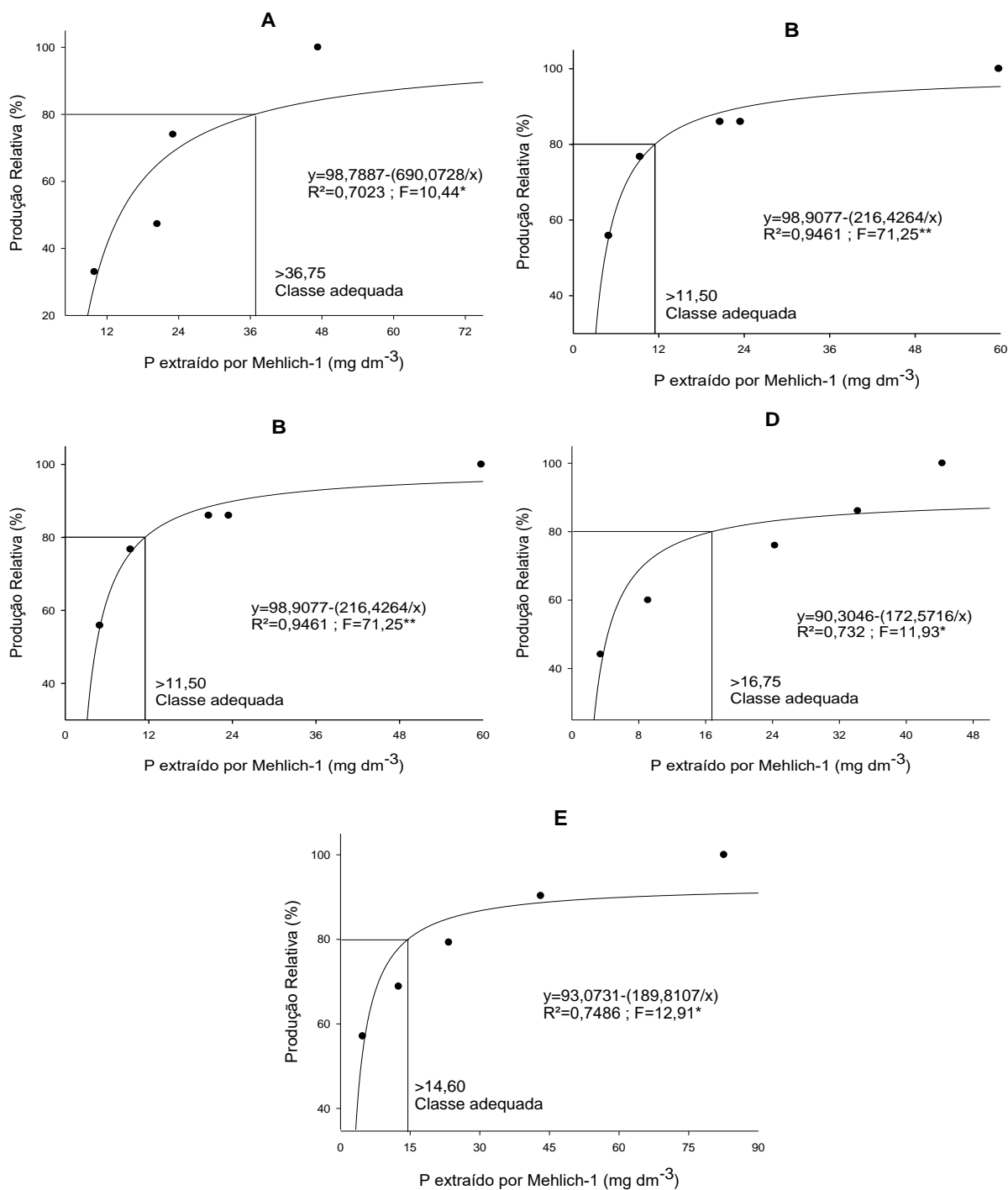


Figura 11 - Produção relativa da forrageira *Panicum maximum* BRS-Zuri em função do P extraído por Mehlich-1, em Latossolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D) e 5º corte (E). Média de quatro repetições. *, **Significativo ao nível de probabilidade de 0,01 e 0,05.

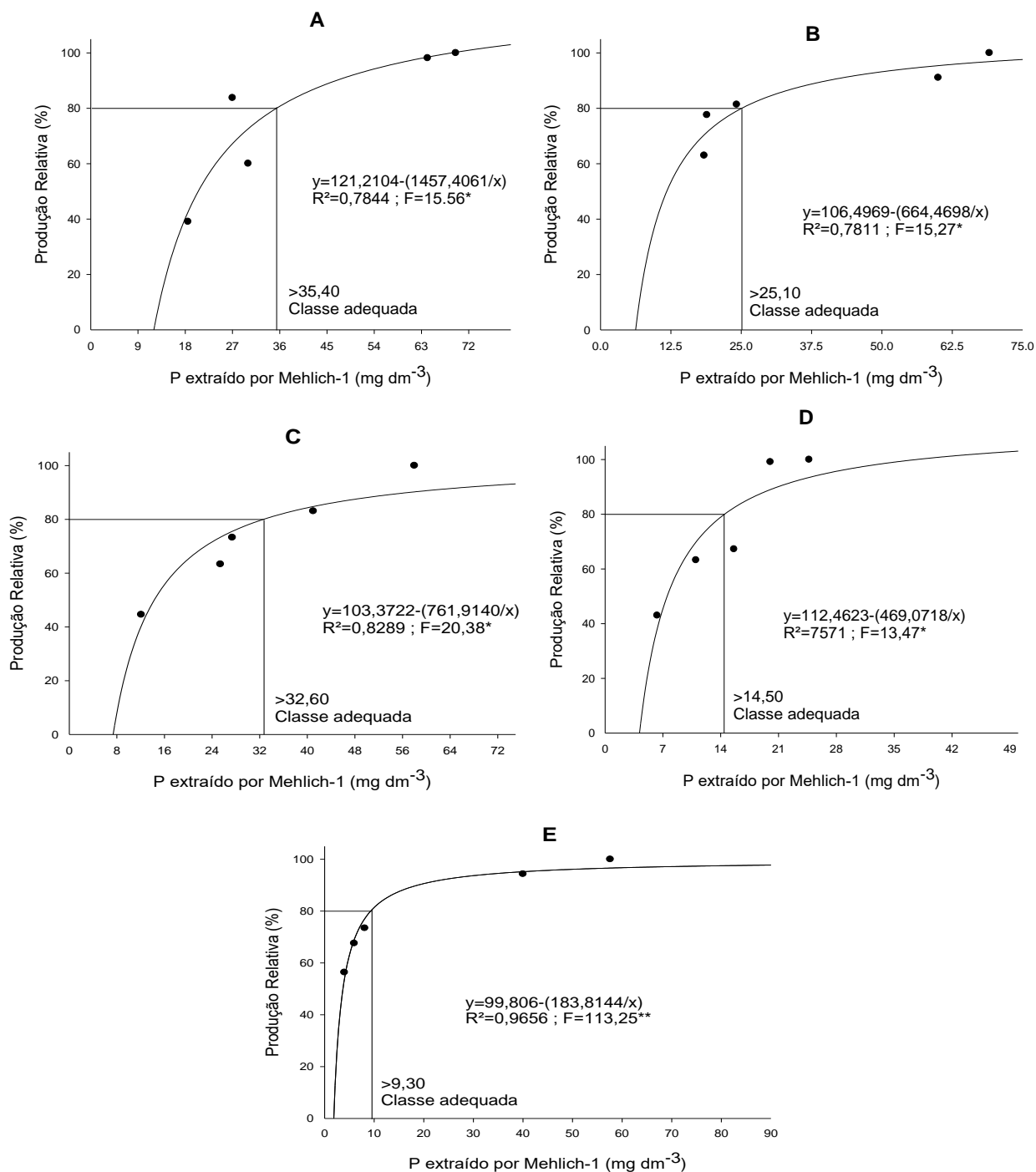


Figura 12- Produção relativa da forrageira *Urochloa decumbens* em função do P extraído por Mehlich-1, em Latossolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (A), 2º corte (B), 3º corte (C), 4º corte (D) e 5º corte (E). *, **Significativo ao nível de probabilidade de 0,01 e 0,05.

A questão do dreno-solo nos últimos cortes evidencia maior efetividade do nutriente com textura do solo, em relação ao dreno-planta, assim a justificativa válida para esses resultados deve-se ao teor de argila 395 g kg^{-1} , pois com elevação do poder tampão, naturalmente ocasionará maior fixação de P lábil, ou seja, o consumo de grande percentual de P aplicado nas formas solúveis no solo (NOVAIS; SMYTH, 1999). O teor de argila do solo exerce influência na extração do P disponível pelo método Mehlich-1 (SCHLINDWEIN, GIANELLO, 2008).

No Latossolo tem a maior CMAP (391 mg cm^{-3}), em comparação com o Argissolo (314 mg cm^{-3}) e, ainda, apresenta maior teor de argila (395 g kg^{-1}). Os atributos mineralógicos (Tabela 3) explicam a diferenças entre os solos, no Latossolo, observa-se maiores teores de Gt ($52,5 \text{ g kg}^{-1}$) e maior área de superfície específica ($178,19 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) em comparação com Argissolo, que apresentou redução de 61% no teor de Gt ($20,50 \text{ g kg}^{-1}$) e redução 18,58% área de superfície específica – ASE ($145,08 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$), então explica-se o fato de ocorrer queda abrupta P disponível ao longo dos cortes do capim em Latossolo.

Fink et al. (2016) verificaram o efeito da ASE na adsorção de P em Latossolos como teores de óxidos de Fe semelhantes e concluíram que houve maior adsorção de P em solos goethíticos em relação a solos hematíticos. Ainda vale salientar que Gt tem elevado sítio ativo, no caso a hidroxila. Essa característica, intrínseca a Gt permite que adsorva maior quantidade de P, então considerando que os maiores teores de Gt e maior ASE (Latossolo) favorecem adsorção de P no solo no presente estudo.

A aplicação de adubo fosfatado solúvel, no caso do SFT usado no experimento contribui para alto teor P disponível inicial de $36,75 \text{ mg md}^{-3}$ da forrageira *Panicum maximum* BRS-Zuri extraído por Mehlich-1, em LAd na camada de 0-10 cm, em coleta da forrageira no 1º corte (Figura 11 A), corroborando com trabalho de Oliveira et al. (2014a) que afirmaram que o uso de fosfato solúvel em água promoveu incremento de P disponível no solo sob pastagens naturais.

É importante mencionar a predominância de Gt em ambos solos (Tabela 3), justificado pois a Gt ($\alpha\text{-FeOOH}$) é o óxido de ferro mais abundante, a sua estrutura compreende uma rede dupla de octaedro de $\text{FeO}_3(\text{OH})_3$ no eixo z, onde os espaços de octaedro justapostos à rede estão vazios como resultado de Fe^{3+} ocupando apenas

metade de todos os espaços (FINK et al., 2016). Além disso, cada rede dupla é ligada a outra por ligação de hidrogênio e compartilhando o oxigênio apical (BIGHAM et al., 2002).

Mesquita et al. (2004) em Latossolos, com textura média e argilosa, verificaram que aplicações de P em doses elevadas, além das exigidas pelas plantas, são necessárias, pois uma parte tende a ser adsorvida, principalmente aos óxidos de Fe e Al e, ou, precipitado (Ca) em formas menos solúveis, tendo a sua disponibilidade alterada para as plantas.

Para o extrator RTA para a forrageira BRS-Zuri, enquadrada como espécies muito exigente, observou-se valor adequado de P > 20,5 mg dm⁻³ (Figura 13 A) de P disponível, relacionado com 80% da produtividade relativa de MS foram superiores em relação ao extrator Mehlich-1.

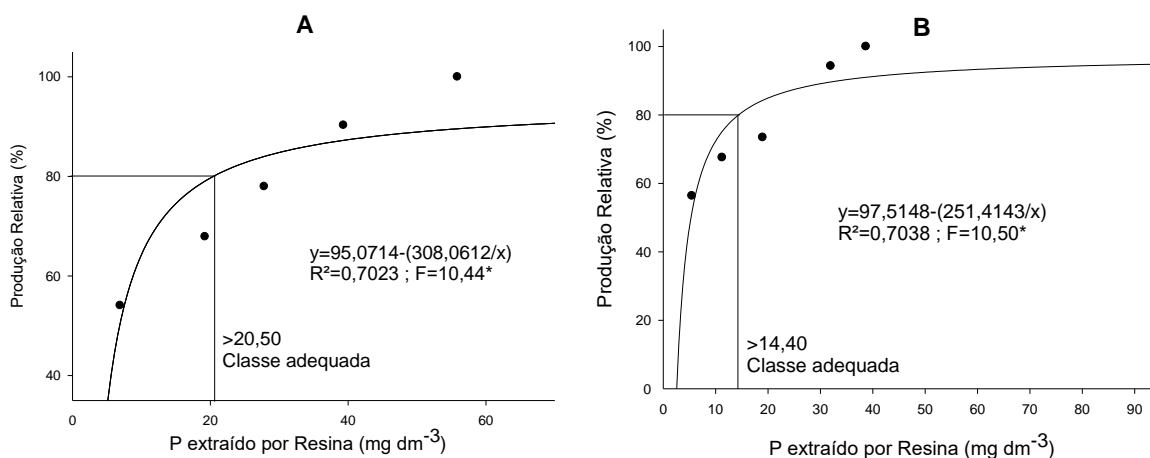


Figura 13 - Produção relativa da forrageira *Panicum maximum* cv BRS-Zuri (A) e *Urochloa decumbens* (B) em função do P extraído por resina, em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico, na camada de 0-10 cm. *, **Significativo ao nível de probabilidade de 0,01 e 0,05.

Para a extração de P disponível por RTA em *U. decumbens*, correspondente com uma espécie pouco exigente, observou-se valor > 14,4 mg dm⁻³ de P disponível (Figura 13 B). Percebe-se que também houve aumento do teor adequado por RTA em comparação com valores de Mehlich-1.

Para descrever as classes de disponibilidade de P foram utilizados os teores de P extraídos por Mehlich-1 nos Argissolo e Latossolo na camada de 0-10 cm, sendo considerado o corte com maior coeficiente de correlação com produção de MS por corte.

No Argissolo cultivado com BRS-Zuri, com teor de argila enquadrado entre 16 a 35% (Tabelas 1), no 7º corte da forrageira, verificou-se na classe muito baixa < 2,2 mg dm⁻³, baixa 2,2 a 3,6 mg dm⁻³, média 3,7 a 10,3 mg dm⁻³ e a adequada > 10,3 mg dm⁻³ (Tabela 20). Todas as classes foram menores em comparação com as classes mencionadas por Sousa et al. (2007) para classe muito baixa: < 4,0 mg dm⁻³, baixa: 4,1 a 8,0 mg dm⁻³, média: 8,1 a 12,0 mg dm⁻³ e adequada: > 12 mg dm⁻³.

Tabela 20 - Interpretação das classes de disponibilidade de P extraído pelo método Mehlich-1, na profundidade de 0-10 cm em Argissolo Amarelo Distrófico e em Latossolo Amarelo Distrófico cultivados com *Panicum maximum* BRS-Zuri, na Amazônia Meridional, 2017.

Solo	Argila (%)	Prem	CMAP	Teor de P no solo			
				Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado
				----- mg dm ⁻³ -----			
PAd*	32,50	35,30	310	<2,2	2,2 – 3,6	3,7 – 10,3	>10,3
LAd**	39,50	30,50	371	<2,9	2,9 – 4,8	4,9 – 14,6	>14,6

*, ** Correlacionado com época de corte de >r entre produção de massa seca e o teor de P no solo, *7º corte r=0,89 e ** 5º corte r=0,87, sendo seis meses após adubação fosfatada (Tabela 19).

Os resultados para classes de P disponível para forrageira BRS-Zuri em Argissolo comparados com citados por Sousa e Lobato (2004) para classe muito baixa <5,0 mg dm⁻³; baixa: 5,1 a 10,0 mg dm⁻³; média: 10,1 a 18,0 mg dm⁻³ e adequada >18 mg dm⁻³, então a classe adequada proporcionou aumento de 74,76% em relação ao presente trabalho.

Nota-se que em Latossolo, na camada de 0-10 cm, com teor de argila 39,5%, verificou-se os teores de P disponível por Mehlich-1, para BRS-Zuri as classes de interpretação (Tabela 20), observa-se que foram para classe muito baixa <2,9 mg dm⁻³, baixa 2,9 a 4,8 mg dm⁻³, média 4,9 a 14,6 mg dm⁻³ e adequada >14,6 mg dm⁻³, assim as todas classes foram maiores em comparação com as descritas por Sousa et al. (2007), nas quais nota-se que para pastagem em solos com argila entre 36 a 60%, classe muito baixa <2,0 mg dm⁻³, baixa 2,1 a 4,0 mg dm⁻³, média 4,1 a 6,0 mg dm⁻³ e adequada >6,0 mg dm⁻³.

No entanto, nas classes referidas por Sousa e Lobato (2004), para a mesma faixa de teor de argila, muito baixa <3,0 mg dm⁻³, baixa 3,1 a 5,0 mg dm⁻³, média 5,1 a 10,0 mg dm⁻³ e adequado >10,0 mg dm⁻³. Os valores não diferiram na classe muito baixa

e baixa no presente estudo, porém na classe média e adequada de teor de P disponível aumentou 46% (Tabela 20).

Lourini (2017) constatou que em estudo de calibração de adubação fosfatada em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), com 36% de argila, para capim mombaça, na classe muito baixa $< 0,5 \text{ mg dm}^{-3}$, na classe baixa $0,6 \text{ a } 1,0 \text{ mg dm}^{-3}$, na média $1,1 \text{ a } 3,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e para classe adequada $> 3,0 \text{ mg dm}^{-3}$, então os resultados do presente estudo foram maiores em todas classes. A explicação pode ser pela profundidade de amostragem que nos referidos experimentos foi de 0-20 cm e no presente estudo de 0-10 cm e também pelos atributos mineralógicos (Tabela 3), e mesmo com menor CMAP (314 mg dm^{-3}) em comparação com solo PVAd (CMAP de 480 mg dm^{-3}) as características mineralógicas dos solos goethíticos adsorvem maiores teores de P, e, portanto, os maiores valores encontrados no presente estudo.

Outro fato que justifica as reduções nas concentrações de P no solo, pode ser explicada pela elevada solubilidade do fertilizante SFT aplicado no experimento, que incrementou as frações inorgânicas de P lábil (OLIVEIRA et al., 2014), porém a principal característica da dinâmica P no solo é a sua imobilidade no solo (adsorção), considerando que o P em sua forma solúvel, oriundo da adubação fosfatada, converte em formas insolúveis (P não lábil) (HANSEL et al., 2014).

Para o Argissolo, na camada de 0-10 cm, em cultivo de *U. decumbens* com teor de argila entre 16 a 35%, o P disponível extraído por Mehlich-1, na classe muito baixa e baixa houve redução, mas os teores foram semelhantes nas classes média e adequada (Tabela 21), em comparação com teores de P disponível estabelecidos por Sousa e Lobato (2004) e Sousa et al. (2007), onde a muito baixa é $< 2,5 \text{ mg dm}^{-3}$, a baixa $2,6 \text{ a } 5,0 \text{ mg dm}^{-3}$, a média $5,1 \text{ a } 7,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e adequada $> 7,0 \text{ mg dm}^{-3}$.

Os valores das classes de disponibilidade de P para Latossolo, na camada de 0-10 cm, cultivados com *U. decumbens* com teor de argila de 36 a 60%, foram maiores em todas classes comparados com Sousa e Lobato (2004), onde a classe muito baixa é $< 1,5$, baixa $1,6 \text{ a } 3,0 \text{ mg dm}^{-3}$, a média $3,1 \text{ a } 4,5 \text{ mg dm}^{-3}$ e adequada $> 4,5 \text{ mg dm}^{-3}$. Vale salientar que a camada considerada no presente estudo foi de 0-10 cm, sendo, portanto, camada com maior concentração de P, e devido a não ter sido incluído a camada de 10-20, possivelmente os valores obtidos seriam menores e então a classe adequada no

presente estudo verificou aumento de 106%, assim somente a partir de 9,3 mg dm⁻³ que ausenta aplicação de P em pastagens para espécies *U. decumbens* (Tabela 21).

Tabela 21 - Interpretação das classes de disponibilidade de P extraído pelo método Mehlich-1, na profundidade de 0-10 cm em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico cultivados com *Urochloa decumbens*, na Amazônia Meridional, 2017.

Solo	Argila (%)	Prem	CMAP	Teor de P no solo			
				Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado
				----- mg dm ⁻³ -----			
PAd*	32,50	35,30	310	<1,4	1,4 – 2,4	2,5 – 7,2	>7,2
LAd**	39,50	30,50	371	<2,5	2,5 – 4	4,1 – 9,30	>9,30

*, ** Correlacionado com época de corte de >r entre a produção de massa seca e o teor de P no solo, *6º corte r=0,78 e ** 5º corte r=0,78 sendo seis meses após adubação fosfatada (Tabela 19).

Nas classes de P disponível no solo pelo extrator RTA, para BRS-Zuri comparadas com citadas por Sousa et al. (2007) verificou-se que os valores na classe muito baixa <4 mg dm⁻³, baixa 4,1 a 8,0 mg dm⁻³, proporcionou valores muito próximos do presente estudo, porém na classe média 8,1 a 12,0 mg dm⁻³ e na adequada >12,0 mg dm⁻³, diferiram do presente estudo, com redução de 42% (Tabela 22).

Tabela 22 – Classes de disponibilidade de fósforo na profundidade de 0 – 10 cm, extraído pelo método resina de troca aniônica, para *Panicum maximum* cv BRS-Zuri, em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico, na Amazônia Meridional, 2017.

Interpretação da análise do solo			
Muito Baixo	Baixo	Médio	Adequado
----- P resina (mg dm ⁻³) -----			
< 4,5	4,5 – 7,6	7,7 – 20,5	> 20,5

Os teores citados por Souza e Lobato (2004), na classe muito baixa <5,0 mg dm⁻³, baixa 5,1 a 9,0 mg dm⁻³, média 9,1 a 18,0 mg dm⁻³ e na adequada >18 mg dm⁻³, nesse caso verificou-se que houve aumento de 14% na classe adequado do presente estudo.

Nos teores de P disponível extraídos por RTA, camada 0-20 cm, citados por Lourini (2017) para espécies exigentes (*P. maximum* cv Mombaça) na classe muito baixo

foi $< 3,5 \text{ mg dm}^{-3}$, houve redução de 22,22% quando comparadas com as classes de disponibilidade de P na profundidade de 0 – 10 cm (Tabela 22), para na classe baixa de 3,6 a $5,5 \text{ mg dm}^{-3}$, com redução 27,64%, para classe média de 5,6 a 15 mg dm^{-3} e classe adequada $>15 \text{ mg dm}^{-3}$, conclui-se que as todas classes foram menores, inclusive a classe adequada houve redução de 26,83% nos teores de P disponível.

Nota-se que para espécies pouco exigentes (*U. decumbens*) houve aumento no P disponível pelo extrator RTA, em relação ao extrator Mehlich-1. Assim as classes citadas por Sousa et al. (2007) muito baixa $<2,5 \text{ mg dm}^{-3}$, baixa 2,5 a $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$, média 5,1 a $7,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e na adequada os foram $>7 \text{ mg dm}^{-3}$ foram menores para todas as classes de P disponível comparadas com o presente estudo (Tabela 23).

Tabela 23 – Classes de disponibilidade de fósforo na profundidade de 0 – 10 cm, extraído pelo método resina de troca aniônica, para *Urochloa decumbens*, em Argissolo Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico, na Amazônia Meridional, 2017 .

Interpretação da análise do solo			
Muito Baixo	Baixo	Médio	Adequado
----- P resina (mg dm^{-3}) -----			
$< 4,4$	$4,4 - 7,8$	$7,9 - 14,70$	$> 14,70$

Nota-se as classes citadas por Pereira (2017), os teores de P disponível extraídos por RTA, camada 0-20 cm, para espécies exigentes (*Urochloa brizantha* cv. Piatã), para classe muito baixa $<3 \text{ mg dm}^{-3}$, houve redução de 31,82% quando comparadas com as classes de disponibilidade de P na profundidade de 0 -10 cm (Tabela 23), para classe baixa 3 a $5,5 \text{ mg dm}^{-3}$, onde verifica-se redução 29,49%, média 5,6 a 14 mg dm^{-3} e adequada $> 14 \text{ mg dm}^{-3}$, proporcionou redução nos teores de 4,76% para classe adequada.

Os valores para as classes de disponibilidade de P em Argissolo cultivados com BRS-Zuri e *U. decumbens*, na classe muito baixa e baixa foram menores que os padrões encontrados na literatura e são utilizados na Amazônia Meridional, no entanto, a classe média e adequada foram semelhantes no solo PAd cultivado com *U. decumbens*. Para Latossolo cultivados com BRS-Zuri e *U. decumbens* os valores foram

maiores em todas as classes de disponibilidade de P em comparação com padrões citados em literatura.

.

8. CONCLUSÕES

- A produção de MS e acúmulo de P foram elevadas com aumento da adubação fosfatada nas forrageiras *U. decumbens* e o BRS-Zuri, em ambos os solos Latossolo e Argissolo;
- No Argissolo a classe de interpretação de P extraído por Mehlich-1 “adequada” foi $>10,3 \text{ mg dm}^{-3}$ para forrageira BRS-Zuri e $>7,2 \text{ mg dm}^{-3}$ para forrageira *U. decumbens*.
- No Latossolo a classe de interpretação de P extraído por Mehlich-1 “adequada” foi de $>14,7 \text{ mg dm}^{-3}$ de P disponível, para forrageira BRS-Zuri e $>9,30 \text{ mg dm}^{-3}$ de P disponível para forrageira *U. decumbens*.
- A interpretação das classes de disponibilidade de P por RTA obteve-se $>20,5 \text{ mg dm}^{-3}$ em nível adequado de P para cultivo de forrageira BRS-Zuri e $>14,40 \text{ mg dm}^{-3}$ para forrageira *U. decumbens*.
- Houveram maiores coeficientes de correlação entre a produção de MS das forrageiras com o P extraído por RTA em relação ao Mehlich-1 em ambos os solos;

9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T.; POCOJESKI, E.; NESI, C. N.; OLIVEIRA, J. P. M.; SILVA, L. S. Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n.4, p. 29-35, 2016.

ALVAREZ, V. V. H.; NOVAIS, R. F., DIAS, L. E.; OLIVERIA, J. A. **Determinação e uso do fósforo remanescente**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Boletim Informativo, v.25, n.3, p.27-33, 2000.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

ALVES FILHO, A.; LANA, R. M. Q.; CAMARGO, R.; CLEMENTE, M. A.; QUEIROZ, I. D. S. Sources of phosphorus for the establishment of palisade grass (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D Webster). **African Journal of Agricultural Research**, Nigéria v.11, n.53, p. 2024-2031, 2016

BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W. C. OLIVEIRA, F. A. ALBUQUERQUE, A. W. Resposta do milho a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.5, p.485-491, 2010.

BRANZINI, A., ZUBILLAGA, M. S.; ZUBILLAGA, M. M., Microbial response to the application of amendments in a contaminated soil with trace elements. **American Journal of Environmental Sciences**, Lages, v. 5, n. 1, p. 94-98, 2014.

BROGGI, F.; OLIVEIRA, A.C. de; FREIRE, F.J.; FREIRE, M.B.G. dos S.; NASCIMENTO, C.W.A. do. Fator capacidade de fósforo em solos de Pernambuco mineralogicamente diferentes e influência do pH na capacidade máxima de adsorção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p.77-83, 2011.

BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; CASTAGNARA, D. D.; KRUTZMANN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P. S. R.; TAFFAREL, L. E. Residual effect of phosphorus fertilization on productivity and bromatologic composition of tropical forages. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.1, p.16-23, 2016.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade de solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007, p.769-850.

CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C. D. A.; BUENO, A. A. O.; EEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; SILVA, G. N.; MORAIS, J. P. G. Herbage production and grazing

losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands- Forrajes Tropicales**, Cali, v.40, n.3, p. 165-176. 2006.

CECATO, U.; SKROBOT, V. D.; FAKIR, G. R.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; JANEIRO, V. Características morfogênicas do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1699-1706. 2007.

CECATO, U.; SKROBOT, V. D.; FAKIR, G. R.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J. A. N. Perfilhamento e características estruturais do Capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.30, n.1, p.1-7, 2008

CHIEN, S. H.; PROCHNOW, L. I.; TU, S.; SNYDER, C.S. Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilizers varying in source and solubility: an update review. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, Ithaca, v.89, n.2 p.229-255, 2011.

CORRÊA, R. M., NASCIMENTO, C. W. A.; ROCHA, A. T. Adsorção de fósforo em dez solos do Estado de Pernambuco e suas relações com parâmetros físicos e químicos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p.153-159, 2011.

COSTA, J. P. V.; BASTOS, A. L.; REIS, L. S.; MARTINS, G. O.; SANTOS, A. F. Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciada por fontes do elemento e pela umidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 229-235, 2009.

DIAS, D. G.; PEGORARO, R. F.; ALVES, D. D.; PORTO, E. M. V.; SANTOS NETO, J. A.; ASPIAZÚ, I. Produção do capim Piatã submetido a diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.4, p.330-335, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.4, p.243-252, 2011

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L.; HERNANDEZ, F. B. T.; BERGAMASCHINE, A. F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in Cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n.12, p. 2598-2603, 2010

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informática Tecnológica, 2009, 627p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Humberto Gonçalves dos Santos, H. G. et al. Brasília, DF – Embrapa. 3ª ed., 2013, 353 p.

ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages, 2ª ed. O Autor: 2016. 256 p.

EUCLIDES, V.P.B., LOPES, F.C., NASCIMENTO JUNIOR, D., DA SILVA, S.C., DIFANTE, G.S., BARBOSA, R.A. Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**, Clayton South, v. 56, n.6, p. 1849-1856, 2016.

FARDEAU, J.C. Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook. **Fertilizer Research**, Hague, v. 45, n. 2, p. 91-100, 1996.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Ed. FAEPE. Lavras, UFLA. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. 2005, 186 p.

FERNANDES, F.D.; RAMOS, A.K.B.; JANK, L.; CARVALHO M.A.; MARTHA JR. G.B.; BRAGA, G.J. Forage yield and nutritive value of *Panicum maximum* genotypes in the Brazilian savannah. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.71, n.1, p. 23-29. 2014.

FERREIRA, L.V.; PAROLIN, P.; MATOS, D.C.L.; CUNHA, D.A.; CHAVES, P.P.; NECKEL, S.O. The effect of exotic grass *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (Poaceae) in the reduction of species richness and change of floristic composition of natural regeneration in the Floresta Nacional de Carajás, Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Rio de Janeiro, v. 88, n.1, p. 589-597, 2016

FINK, J. R.; INDA, A. V.; TIECHER, T.; BARRÓN, V. Iron oxides and organic matter on soil phosphorus availability. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.40, n.4, p.369-379, 2016.

FREITAS, I. F.; NOVAIS, R. F.; VILLANI, E. M. A.; NOVAIS, S. V. Phosphorus extracted by ion exchange resins and Mehlich-1 from Oxisols (Latosols) treated with different phosphorus rates and sources for varied soil-source contact periods. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.3, p.667-677, 2013.

GARAY, J. R.; CANCINO, S. J.; FORTUNA, P. Z.; HINOJOSA, M. A. I.; GONZÁLEZ, J. C. M.; DÁVILA, R. P. G.; RIVAS, E. J. C. Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria spp.* cultivars in the humid tropics of Ecuador. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, Cali, v. 5, n.2, p. 66-76, 2017.

GATIBONI, L. C.; OLIVEIRA, C. M. B.; Ernani, P. R.; ALMEIDA, J. A.; MIQUELUCCI, D. J. Soil available phosphorus by Mehlich-1, Mehlich-3 and anion exchange resin and its sensibility to soil clay content. In: **19th World Congress of Soil Science**, Brisbane, CSIRO, v. 11, n. 2, p. 20-34, 2010

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; SANTOS, D. R. dos. Modificações nas formas de fósforo do solo após extrações sucessivas com Mehlich-1, Mehlich-3 e resina trocadora de ânions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.363-371, 2005.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; SAGGIN, A. Quantificação do fósforo disponível por extrações sucessivas com diferentes extratores em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.4, 1023-1029, 2002.

GUARDA, V. D.; GUARDA, R. D. Brazilian Tropical Grassland Ecosystems: Distribution and Research Advances. **American Journal of Plant Sciences**, New York, v.5, n.7, p. 924-932, 2014

GICHANGI, E. M.; MNKENI, P. N. S.; P. C. Brookes, P. C. Effects of goat manure and inorganic phosphate addition on soil inorganic and microbial biomass phosphorus fractions under laboratory incubation conditions. **Soil Science and Plant Nutrition**, South Africa, v. 55, n. 6, p. 764-771, 2009.

GONÇALVES, G. K.; MEURER, E. J. Disponibilidade de fósforo em solos cultivados com arroz irrigado por alagamento no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.2, p. 2745-2750, 2008.

HANSEL, F. D.; AMADO, T. J. C.; BORTOLOTO, R. P.; TRINDADE, B. S.; HANSEL, D. S. S. Influence of different phosphorus sources on fertilization efficiency. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v.7, n.1, p.103-111, 2014.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers: na introduction to nutriente management**. New Jersey: Pearson Education, 2005. p. 215

IBGE-INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais/IBGE, 2012, p.271.

IEIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com Brachiaria. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.5, p.1154-1160, 2010.

INDEA-Instituto de Defesa Agropecuária do Estado Mato Grosso. Disponível em: www.indea.mt.gov.br. Acesso em 20/11/2017

JANK, L.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de clima tropical. [org.] REIS, R. A.; BERNADES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Maria de Lourdes Brandel-ME. Jaboticabal-SP, 2013, 714p.

LANGMUIR, I. The adsorption of gases on plane surfaces of glasses mica, and platinu. **Journal American Chemical Society**, v. 40, n.3, p. 1361-1403, 1918.

LISBOA, B. B., VARGAS, L. K., ABICHEQUER, A. D., DORNELES, E. P., CAPITANI, B. Determinação do fósforo remanescente como método alternativo à textura na indicação da classe de disponibilidade de fósforo em três solos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 81-84, 2012.

LIMA, S. DE O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiana, v.37, n.2, p.100-105, 2007.

LOURINI, S. H. **Classes de disponibilidade de fósforo em solos do norte do Estado de Mato Grosso cultivados com capim Mombaça**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias. Alta Floresta - MT, 2017. 69 f.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.4, p.133-146, 2009

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997, 258p.

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; NETO, A. E. F. Teores Críticos de Fósforo em Três Solos para o Estabelecimento de Capim-Mombaça, Capim-Marandu e Capim-Andropogon em Vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 290-301, 2004.

MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionitecitrate system buffered with sodium bicarbonate. **National conference on clays and clay mineral**, Washington, v. 5, n.1, p. 317-342, 1960.

MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. 6ª. Ed. Porto Alegre, 280 p. 2015.

MONTEIRO, F. Uso de corretivos e Fertilizantes. [org.] REIS, R. A.; BERNADES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Maria de Lourdes Brandel-ME. Jaboticabal-SP, 2013, 714p.

MONTEIRO, L. C.; VERZIGNASSI, J. R.; BARRIOS, S. C. L.; VALLE, C. B.; FERNANDES, C. D.; BENTEO, G. L.; LIBÓRIO, C.B. Brachiaria decumbens intraspecific hybrids: characterization and selection for seed production. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.38, n.1, p.62-67, 2016

NEGASSA, W; DULTZ, S.; SCHLICHTING, A.; LEINWEBER, P. Influence of specific organic compounds on phosphorus sorption and distribution in a tropical soil. **Soil Science**, Philadelphia, v. 173, n. 9, p. 587-601, 2008.

NORRISH, K.; TAYLOR, R. M. The isomorphous replacement of iron by aluminum in soil goethites. **Journal Soil Science**, Chichester, v. 12, n. 2, p. 294-306, 1961.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007, p.769-850.

NOVAIS, R. F. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Ed. UFV, DPS, Viçosa, 1999, 399 p.

OLIVEIRA, L. B., TIECHER, T., DE QUADROS, F. L. F., TRINDADE, J. P. P., GATIBONI, L. C., BRUNETTO, G., RHEINHEIMER, D. S. Formas de fósforo no solo sob pastagens aturais submetidas à adição de fosfatos. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.38, n.3, p. 867-878, 2014 a.

OLIVEIRA, J. P. M.; ERNANI, P. R.; GATIBONI, L. C.; PEGORARO, A. Alterações químicas e avaliação de P disponível na região adjacente aos grânulos de superfosfato triplo e diamônio fosfato em solos ácidos. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 38, n.5, p. 1526-1536, 2014b.

OLIVEIRA, E. C. A.; SILVA, G. P.; OLIVEIRA, R. I.; CUNHA FILHO, M.; LIRA JUNIOR, M. A.; FREIRE, F. J. Crescimento, produtividade e nível crítico de fósforo para o quiabeiro em relação à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.4, p. 589-594, 2013

OLIVEIRA, S., CAIONE, G., CAMARGO, M., OLIVEIRA, A., SANTANA, L. Fontes de fósforo no estabelecimento e produtividade de forrageiras na região de Alta Floresta – MT. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2012.

OLSEN, E. R.; WATANABE, F. S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soil as measured by the Langmuir isotherm. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 21, n.2, p. 144-149, 1957

PEREIRA, H. S. **Classes de disponibilidade de fósforo em solos do Norte de Mato Grosso cultivados com capim Piatã**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias. Alta Floresta - MT, 2017. 42 f.

PINTO, F. A.; EDICARLOS, E. D.; PAULINO, H. B.; CURTI, N.; CARNEIRO, M. A. C. P-sorption and desorption in savanna Brazilian soils as a support for phosphorus fertilizer management. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 6, p. 521-530, 2013.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. Editora UNESP. São Paulo. 2008, 407 p.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. Determinação de fósforo, cálcio, magnésio e potássio extraídos com resina trocadora de íons. In: RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, p.189-199, 2001.

RAIJ, B. van **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Editora International Plant Nutrition Institute, Piracicaba. 2011, 420 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2a. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC (Boletim Técnico, 100) 1996, p. 237-239.

RAIJ, B. van; FEITOSA, C. T.; SILVA, N. M. Comparação de quatro extratores de fósforo de solos. **Bragantia**, Campinas, v. 43, n. 1, p. 17-29, 1984.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, 359p.

ROLIM, M. V.; NOVAIS, R. F.; NUNES, F. N.; ALVAREZ, V. H. V. Efeito da moagem do solo no teor de fósforo disponível por mehlich-1, resina em esferas e em lâmina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.3, p. 1181-1190, 2008

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.576-586, 2008.

SCHLINDWEIN, J. A. e GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de Fósforo em solos cultivados sob sistema Plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.32, n.5, p.2037-2049, 2008.

SCHULZE, D. G. The Influence of aluminum on iron oxides. VIII. Unit-cell dimensions of Al-substituted goethites and estimation of Al from them. **Clays and Clay Minerals**, Aurora, v. 32, n. 1, p. 36-44, 1984.

SCHWERTMANN, U.; FITZPATRICK, R. W.; TAYLOR, R. M.; LEWIS, D. G. The influence of aluminium on iron oxides. Preparation and properties of Al-substituted hematites. **Clays and Clay Minerals**, Aurora, v. 27, n. 2, p. 269-276, 1979.

SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils of Southern and Central Brazil. **Soil Science**, Philadelphia, v. 139, n.4, p. 344-350, 1985.

SILVA, A. M. C.; ULTRAMARI, A. V.; PGINATI, W. A.; MOI, G. P. Occupational accidents related to cattle slaughter in Mato Grosso, Brazil. **Cadernos Saúde Coletivo**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 9-13, 2016.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009

SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. S.; OLIVEIRA, E. C. A.; ROCHA, A.T. Adubação fosfatada para cana-de-açúcar em solos representativos para o cultivo da espécie no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.1, p.73-81, 2015.

SOUZA, R.F; FAQUIN, V.; TORRES, P.R.F.; BALIZA, D.P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 975-983, 2006

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

SOUZA, D.M.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Adubação fosfatada. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. **Cerrado, uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina. 1ª ed., pp.145-176, 2007

SOUZA, D. M. G.; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; JUNIOR, J. D. G. S. Manejo do fósforo na região de Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. (Eds). **Práticas de manejo do**

solo para adequada nutrição de plantas no cerrado. Goiânia, Gráfica UFG, 2016. 503 p.

SOUZA, R. P. D.; PEGORARO, R. F.; REIS, S. T. Disponibilidade de fósforo e produção de biomassa de pinhão manso em solos com distintas texturas e doses de fósforo. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2017.

VILAR, C. C.; VILAR, F. C. M. Comportamento do fósforo em solo e planta. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, Ponta Grossa v. 8, n. 2, p. 37 - 44, 2013.

VIVIANI, C. A.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; GONÇALVES, M. C. Disponibilidade de fósforo em dois Latossolos argilosos e seu acúmulo em plantas de soja, em função do aumento do pH. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 61-67, 2010.