



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM AGRONOMIA**

**CAROLINE LUCAS DOS REIS**

**DESENVOLVIMENTO DE *UROCHLOA BRIZANTHA* CV. XARAÉS E ATRIBUTOS  
QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES E FONTES DE FÓSFORO**

Presidente Prudente - SP  
2020



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM AGRONOMIA**

**CAROLINE LUCAS DOS REIS**

**DESENVOLVIMENTO DE *UROCHLOA BRIZANTHA* CV. XARAÉS E ATRIBUTOS  
QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES E FONTES DE FÓSFORO**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração: Solos e nutrição de plantas

Orientador:  
Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan

Presidente Prudente - SP  
2020

631.42  
R375d

Reis, Caroline Lucas dos.

Desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e atributos químicos do solo em função de diferentes doses e fontes de fósforo / Caroline Lucas dos Reis. – Presidente Prudente, 2020.

77f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente  
Prudente, SP, 2020.

Bibliografia.

Orientador: Carlos Sérgio Tiritan.

1. Fertilidade do solo. 2. Pastagem. 3. Biomassa. I.  
Tiritan, Carlos Sérgio. II. Título.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DESENVOLVIMENTO DE *Urochloa brizantha* cv. Xaraés E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES E FONTES DE FÓSFORO"

AUTOR(A): CAROLINE LUCAS DOS REIS

ORIENTADOR(A): Carlos Sérgio Tiritan

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. Tiago Aranda Catuchi

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. Wagner dos Reis

ETEC – Centro Paula Souza – Quatá /SP

Data da realização: Presidente Prudente, 25 de agosto de 2020.

## DEDICATÓRIA

*A Deus, que sempre me deu força, saúde e sabedoria para buscar os meus objetivos e me permitiu concluir esta etapa em minha vida.*

*Aos meus familiares que sempre buscaram me mostrar a importância de adquirir conhecimento e aprendizado.*

*Ao meu marido, Tadeu Neves dos Reis, que de forma especial e carinhosa traz paz à correria de cada dia, com quem amo compartilhar a vida.*

## AGRADECIMENTOS

*A realização deste trabalho só foi possível através da colaboração e trabalho de várias pessoas que de uma forma ou de outra fazem parte desta conquista:*

- Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan, pelos ensinamentos, apoio e confiança.*
- Aos professores, que buscam através de suas aulas despertar o potencial de seus alunos, compartilhando conhecimento e contribuindo para o nosso desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial agradeço ao professor Willian Takata, que me orientou para realizar as análises estatísticas do trabalho.*
- Aos funcionários da Unoeste, em especial à Luciana, Viviane e Lindaura nos laboratórios e à Magali, Dona Cida e Keid, nas secretarias, que foram sempre dispostas a me auxiliar e me atenderam com muito carinho e atenção.*
- Aos amigos que tanto colaboram para que a jornada se torne mais leve, em especial agradeço a Camila Baptistão Zaniboni pela amizade, apoio e orientações dadas.*
- Ao meu marido, Tadeu Neves dos Reis, que desde o início me ajudou e me apoiou sem medir esforços para que eu conseguisse superar todos os desafios encontrados.*

*Muito obrigada!*

*“O sucesso é sobre não desistir, mesmo quando o corpo todo pede para chorar.  
É sobre ser um filho que não foge à luta”. (Rich Chester)*

## RESUMO

### **Desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e atributos químicos do solo em função de diferentes doses e fontes de fósforo**

Tendo em vista os baixos teores de fósforo nos solos brasileiros e a necessidade deste nutriente para o bom desenvolvimento das pastagens, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos químicos do solo e o desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função da adubação com diferentes doses e fontes de fósforo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2x4+1, com nove tratamentos, que consistiram em doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), e duas fontes de fósforo, o Superfosfato Triplo e o Fosfato Natural Reativo de Gafsa. O experimento foi conduzido em vasos, em ambiente aberto no município de Rancharia-SP, com delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados os seguintes parâmetros: atributos químicos do solo (pH, fósforo, cálcio e saturação por bases), altura da planta, número de perfilhos, número de folhas, massa seca da parte aérea e das raízes, razão de peso foliar, análise foliar para determinação dos teores de nutrientes, análise bromatológica para determinação dos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, teor de açúcares solúveis totais, sendo realizados quatro cortes avaliativos. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (p<0,05) pelo Teste Tukey, e as médias comparadas com a testemunha pelo teste de Dunnett. Foi realizada análise de regressão linear e polinomial, para estudar as doses dos dois fertilizantes. O desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés foi limitado pela ausência de adubação fosfatada. A fonte Superfosfato Triplo apresentou resultados superiores nos primeiros cortes para altura, número de perfilhos, número de folhas e massa seca; porém, no quarto corte, os resultados dessas variáveis para as duas fontes de fósforo foram semelhantes. O Fosfato Natural Reativo de Gafsa apresentou melhores resultados para os atributos químicos do solo, assim como para o teor de fósforo foliar. Na análise bromatológica, as fontes de fósforo apresentaram resultados similares. Considerando as respostas obtidas para ambas as fontes de fósforo em relação às doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizadas, os melhores resultados foram observados no intervalo de doses entre 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Palavras-chave:** Fertilidade do solo, pastagem, biomassa.

## ABSTRACT

### **Development of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés and chemical attributes of the soil as a function of different doses and sources of phosphorus**

In view of the low levels of phosphorus in Brazilian soils and the need for this nutrient for the good development of pastures, the present work aimed to evaluate the chemical attributes of the soil and the development of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés as a function of fertilization with different doses and sources of phosphorus. The experimental design was completely randomized, with a factorial arrangement  $2 \times 4 + 1$ , with nine treatments, which consisted of doses of  $P_2O_5$  (0, 50, 100, 150 and 200 kg  $ha^{-1}$ ), and two sources of phosphorus, the Triple Superphosphate and the Gafsa Reactive Natural Phosphate. The experiment was conducted in pots, in an open environment in the municipality of Rancheira-SP, with a completely randomized design. The following parameters were evaluated: chemical attributes of the soil (pH, phosphorus, calcium and base saturation), plant height, number of tillers, number of leaves, dry mass of aerial part and roots, leaf weight ratio, leaf analysis to determine nutrient content, chemical analysis to determine the content of crude protein, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) and lignin, total soluble sugar content, with four evaluative cuts. The data obtained were submitted to analysis of variance ( $p < 0.05$ ) by the Tukey test, and the means compared to the control by the Dunnett test. Linear and polynomial regression analysis was performed to study the doses of the two fertilizers. The development of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés was limited by the absence of phosphate fertilizer. The Triple Superphosphate source showed superior results in the first cuts for height, number of tillers, number of leaves and dry mass; however, in the fourth cut, the results of these variables for the two sources of phosphorus were similar. Gafsa's Reactive Natural Phosphate showed better results for soil chemical attributes, as well as for leaf phosphorus content. In the bromatological analysis, the sources of phosphorus showed similar results. Considering the responses obtained for both sources of phosphorus in relation to the doses of  $P_2O_5$  used, the best results were observed in the dose range between 150 and 200 kg  $ha^{-1}$  of  $P_2O_5$ .

**Keywords:** Soil fertility, pasture, biomass.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Precipitação e temperatura no período de dezembro/2018 a setembro/2019 no município de Rancharia-SP.....	25
Figura 2 -	Altura de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	29
Figura 3 -	Número de perfilhos de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B), terceiro (C) e quarto corte (D).....	31
Figura 4 -	Número de folhas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B), terceiro (C) e quarto corte (D).....	34
Figura 5 -	Massa seca (g) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	36
Figura 6 -	Massa seca de raízes (g) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo.....	39
Figura 7 -	Razão de Peso Foliar (RPF) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo.....	41
Figura 8 -	Teor de Nitrogênio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	43
Figura 9 -	Teor de Fósforo no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	45
Figura 10 -	Teor de Cálcio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	47
Figura 11 -	Teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de	50

	Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	
Figura 12 -	Teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	52
Figura 13 -	Teor de Proteína Bruta em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	54
Figura 14 -	Teor de Lignina em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	56
Figura 15 -	Teor de açúcares solúveis totais em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D).....	58
Figura 16 -	Teor de pH de solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo.....	60
Figura 17 -	Teor de fósforo no solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo.....	62
Figura 18 -	Teor de cálcio no solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo.....	64
Figura 19 -	Teor de saturação por bases (V%) no solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo.....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Descrição dos tratamentos utilizados para a condução do experimento, com diferentes doses e fontes de fósforo.....	23
Tabela 2 -	Atributos químicos do solo utilizado para a condução do experimento.....	24
Tabela 3 -	Altura das plantas (cm) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	28
Tabela 4 -	Número de perfilhos em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	30
Tabela 5 -	Número de folhas em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	33
Tabela 6 -	Massa seca (g) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	35
Tabela 7 -	Massa seca de raízes (g) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	39
Tabela 8 -	Razão de Peso Foliar (RPF) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo.....	40
Tabela 9 -	Teor de Nitrogênio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	42
Tabela 10 -	Teor de Fósforo no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	44
Tabela 11 -	Teor de Cálcio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	47
Tabela 12 -	Teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	49
Tabela 13 -	Teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	51
Tabela 14 -	Teor de Proteína Bruta em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	53
Tabela 15 -	Teor de Lignina em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	55

Tabela 16 -	Teor de açúcares solúveis totais em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	57
Tabela 17 -	Teor de pH do solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	59
Tabela 18 -	Teor de fósforo no solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	61
Tabela 19 -	Teor de cálcio no solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	64
Tabela 20	Teor de saturação por bases (V%) no solo cultivado com <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.....	65

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés.....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	Fósforo no solo.....	<b>18</b>
<b>3.3</b>	Fósforo na planta.....	<b>19</b>
<b>3.4</b>	Fontes de fósforo.....	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	Local de desenvolvimento.....	<b>23</b>
<b>4.2</b>	Delineamento experimental.....	<b>23</b>
<b>4.3</b>	Instalação e condução do experimento.....	<b>24</b>
<b>4.4</b>	Variáveis analisadas.....	<b>26</b>
<b>4.5</b>	Análises estatísticas.....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	Altura.....	<b>28</b>
<b>5.2</b>	Número de perfilhos.....	<b>30</b>
<b>5.3</b>	Número de folhas.....	<b>33</b>
<b>5.4</b>	Massa seca da parte aérea.....	<b>35</b>
<b>5.5</b>	Massa seca de raízes.....	<b>38</b>
<b>5.6</b>	Razão de peso foliar (RPF).....	<b>40</b>
<b>5.7</b>	<b>Análise de tecido vegetal.....</b>	<b>41</b>
5.7.1	Nitrogênio.....	41
5.7.2	Fósforo.....	44
5.7.3	Cálcio.....	46
<b>5.8</b>	<b>Análise bromatológica.....</b>	<b>48</b>
5.8.1	Fibra em detergente neutro (FDN).....	48
5.8.2	Fibra em detergente ácido (FDA).....	51

5.8.3	Proteína bruta.....	53
5.8.4	Lignina.....	55
<b>5.9</b>	<b>Teor de açúcares solúveis totais.....</b>	<b>57</b>
<b>5.10</b>	<b>Análise de solo.....</b>	<b>59</b>
5.10.1	pH.....	59
5.10.2	Fósforo.....	61
5.10.3	Cálcio.....	63
5.10.4	Saturação por bases (V%) .....	65
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As pastagens desempenham um importante papel na pecuária, visto que são a principal fonte de alimentação para os bovinos. O Brasil conta com condições climáticas favoráveis e grande dimensão territorial a ser explorada para a criação de bovinos a pasto, tendo elevado potencial a ser alcançado através da melhoria de manejo das pastagens. A área total ocupada com pastagens no Brasil é de aproximadamente 180 milhões de hectares, entre pastagens naturais e implantadas (LAPIG, 2018).

A *Urochloa brizantha* cv. Xaraés tem origem africana, é uma planta cespitosa, chegando a 1,5 m de altura, apresentando folhas lanceoladas e longas, com poucos pelos e de coloração verde-escura. Os colmos são finos e radicantes nos nós, e as inflorescências são grandes, como espiguetas em uma só fileira. Como atributos positivos, pode-se citar sua alta produtividade de folhas, a rápida rebrota e o florescimento tardio, o que prolonga o período de pastejo (VALLE *et al.*, 2004).

Apesar da grande importância de pastagens de boa qualidade para o bom desempenho da pecuária, ainda há uma tradição de poucos investimentos no uso de tecnologia e de insumos na formação e no manejo das pastagens brasileiras. Tal fato acaba gerando um alto índice de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, 2014).

Dentre as causas da degradação de pastagens, são citadas as técnicas inadequadas de manejo, como a ausência da manutenção da fertilidade do solo através de adubações periódicas e as falhas no estabelecimento das pastagens (DIAS-FILHO, 2014). Conforme a fertilidade do solo diminui, há uma redução no potencial produtivo das plantas forrageiras, ocasionando conseqüentemente uma queda em sua capacidade de suporte dos animais (PEREIRA *et al.*, 2013).

O fósforo é o elemento que mais limita a produtividade em solos não adubados, sendo essencial desde o início do desenvolvimento vegetal e participando de grande número de compostos nas plantas, necessários em diversos processos metabólicos (RAIJ, 2011). Dada a importância do fósforo como nutriente para as pastagens, a adubação fosfatada é uma necessidade para o seu bom desenvolvimento, visto que os solos brasileiros apresentam baixos teores deste elemento.

Devido à velocidade das respostas à adubação, há uma preferência pela utilização de fontes solúveis de fósforo, como os superfosfatos. Porém, devido ao processo pelo qual essas fontes de fósforo são industrializadas, elas acabam tendo um alto custo para o produtor (LIMA *et al.*, 2007). Além disso, fontes de fósforo com alta solubilidade em solos tropicais ácidos e com elevada capacidade de fixação de fósforo, são facilmente convertidas em formas indisponíveis às plantas, o que diminui sua eficiência ao longo do tempo (NUNES *et al.*, 2011).

De acordo com Rezende *et al.* (2016), os fosfatos naturais reagem de forma gradativa no solo, liberando o fósforo para as plantas e diminuindo as perdas por adsorção ao solo; o somatório da sua eficiência a longo prazo pode se igualar aos fosfatos solúveis.

Tendo em vista os baixos teores de fósforo nos solos brasileiros, a necessidade deste nutriente para o bom desenvolvimento das pastagens e o alto custo dos fosfatos solúveis, a utilização de fosfatos naturais reativos surge como uma alternativa para atingir os níveis adequados de fósforo, sendo necessário estudos que analisem o efeito das fontes de fósforo na composição química do solo, bem como no desenvolvimento e qualidade das pastagens.

## 2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos químicos do solo e o desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função da adubação com diferentes fontes e doses de fósforo.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 *Urochloa brizantha* cv. Xaraés

De acordo Cunha *et al.* (2012), atualmente e futuramente há a necessidade de se preocupar em intensificar os sistemas de pastejo em nosso país para que as atividades pecuárias consigam progredir em todo o seu potencial, o que pode ser alcançado com a utilização de tecnologias adequadas como irrigação e adubação, com forrageiras de maior potencial produtivo.

Bons índices de produção em atividades pecuárias dependem de pastagens de qualidade, que atendam às necessidades nutricionais dos animais. Daí a importância de uma pastagem de qualidade e com o manejo de adubação adequado para o seu bom desenvolvimento.

A cultivar Xaraés foi coletada em Burundi, África, e foi liberada pela Embrapa em 2003, após 15 anos de avaliações (VALLE *et al.*, 2004).

Em um experimento avaliando seis diferentes gramíneas (Xaraés, Mombaça, Tanzânia, Pioneiro, Marandu e Estrela), a cultivar Xaraés se destacou apresentando maior produtividade de massa seca (ALENCAR *et al.*, 2009).

Segundo Valle *et al.* (2004), essa cultivar apresenta boas respostas à adubação fosfatada e possui uma alta taxa de crescimento em solos férteis, quando comparada a outras cultivares de *U. brizantha*. Esses autores também informam os teores adequados de fósforo para o capim-Xaraés de acordo com as classes de solo, sendo que para solos muito argilosos, a adubação fosfatada deve elevar os teores de fósforo no solo (Mehlich-1) para acima de 4 mg dm<sup>-3</sup>; em solos argilosos, para acima de 6 mg dm<sup>-3</sup>; em solos de textura média, para acima de 12 mg dm<sup>-3</sup> e em solos muito arenosos, deve-se elevar os teores de fósforo para acima de 15 mg dm<sup>-3</sup>.

Costa *et al.* (2008), avaliando a extração de macronutrientes pela fitomassa do capim-Xaraés, observaram que a ordem decrescente de extração para este capim, considerando a extração máxima de cada nutriente foi: N = K > Ca > Mg > P > S, apontando também alta responsividade dessa cultivar para a adubação nitrogenada e potássica.

Sousa e Lobato (2003) afirmam que o teor de fósforo no solo considerado adequado para forrageiras deve estar acima de  $8 \text{ mg dm}^{-3}$  para espécies pouco exigentes e acima de  $11 \text{ mg dm}^{-3}$  para espécies exigentes (P-resina).

### 3.2 Fósforo no solo

O fósforo ocorrente no solo, de interesse agrônômico ou ambiental, é constituído por compostos derivados do ácido ortofosfórico e, menos comumente, dos pirofosfatos. Os minerais primários fosfatados comuns em rochas são as apatitas, de onde são liberados durante a intemperização, resultando em minerais secundários mais estáveis termodinamicamente, ou incorporados a compostos orgânicos biologicamente (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008). O fósforo, elemento químico essencial para o bom desenvolvimento das culturas agrícolas, está presente no solo, originário das rochas através do intemperismo, processo de desintegração do material de origem.

A quantidade de fósforo (P) biodisponível presente no solo é muito variável e está dependente do equilíbrio que se estabelece entre o P adsorvido na fase sólida e o P em solução na fase líquida do solo. A capacidade do solo em adsorver P está relacionada com o tipo e quantidade dos constituintes da fase sólida, com a presença de determinados íons em solução e com o pH da solução do solo (HORTA; TORRENT, 2010). Mendes e Reis Júnior (2003) mencionam que na solução do solo, o P pode ser encontrado nas formas de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ , sendo que as concentrações desses ânions são dependentes do pH do solo. O fósforo é um elemento facilmente adsorvido às partículas do solo, ou seja, constituindo a fase sólida, sendo que este fósforo adsorvido não está disponível para a absorção pelas raízes das plantas. O fósforo disponível para as plantas é o que se encontra na solução do solo.

Independentemente da natureza química, a disponibilidade de P é classificada de acordo com a facilidade de reposição de íons fosfato na solução do solo. Assim, o conjunto de compostos capazes de repor P rapidamente na solução do solo, quando este é absorvido por plantas ou microrganismos, representa a fração lábil de fósforo (P-lábil). Os compostos de baixa solubilidade, precipitados ou fixados, formas muito

pouco ou nada reversíveis, representam a fração não-lábil de fósforo (P-não lábil) (NOVAIS *et al.*, 2007).

De acordo com Correa, Mauad e Rosolem (2004), os solos brasileiros possuem baixa disponibilidade de fósforo, devido ao material de origem e à forte interação do P com o solo, encontrando-se menos de 0,1% em solução.

Essa baixa disponibilidade natural de fósforo na solução dos solos brasileiros ocasiona uma demanda por fertilizantes fosfatados para que a produção agrícola atinja níveis satisfatórios.

Segundo Malavolta (1989), aproximadamente 10% do fósforo aplicado em forma de adubação pode ser realmente aproveitado pelas plantas inicialmente, pois ocorre a adsorção desse elemento nos solos tropicais ácidos, ricos em ferro e alumínio.

### **3.3 Fósforo na planta**

O fósforo na planta atua como um elemento estrutural (por exemplo, nucleotídeos, fosfolípidios), também essencial para a transferência de energia (ATP, PPi, NADPH), e como elemento regulador via fosforilação e desfosforilação de enzimas (KERBAUY, 2008). Sua deficiência pode ser percebida nas folhas mais velhas, com manchas de coloração arroxeadas, causadas pelo acúmulo de antocianinas. A expansão foliar é comprometida, e há posterior amarelecimento (MALAVOLTA, 2002).

Por se tratar de um macronutriente primário, essencial como fator estruturante dos tecidos vegetais e componente das moléculas de energia, a ausência do fósforo no solo é facilmente sentida pela planta. Quando isso ocorre, ela passa a demonstrar sintomas de deficiência em suas folhas, flores, aspectos produtivos e, caso o baixo fornecimento de fósforo seja mantido, pode ocasionar a morte da planta.

O fornecimento de doses adequadas de fósforo, desde o início do desenvolvimento, estimula o desenvolvimento radicular, importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas e essencial para a boa formação de frutos, incrementando assim a produção das culturas (RAIJ, 1991). Tais ações do fósforo foram confirmadas pelo estudo de Almeida Júnior *et al.* (2009), no qual foram

constatadas boas respostas à adubação fosfatada na cultura da mamona em todas as características avaliadas (altura da planta, número de folhas, área foliar, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea e do sistema radicular).

Ao considerarmos as plantas forrageiras, o fósforo é um elemento de grande importância nutricional, sendo que, segundo Santos *et al.* (2002), este nutriente desempenha papel importante no crescimento do sistema radicular, bem como no perfilhamento das gramíneas, que são fundamentais à maior produtividade das forrageiras.

Gatiboni *et al.* (2000) testaram o efeito de diferentes fosfatos, solúvel e natural, associados ou não à calagem, no melhoramento de pastagem natural pela introdução de espécies forrageiras de inverno, obtendo melhores produtividades de matéria seca da pastagem nos tratamentos com adubação fosfatada.

Em *Trachypogon plumosus*, a adubação fosfatada afeta positivamente o rendimento de forragem e as características morfogênicas e estruturais da gramínea (COSTA *et al.*, 2016). Como o fósforo está relacionado diretamente com o crescimento da planta, a adubação fosfatada pode ocasionar um aumento na quantidade do tecido estrutural das forrageiras, que consiste de FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido) e lignina (DUARTE *et al.*, 2016).

O fósforo se faz importante tanto para o desenvolvimento das raízes como para o perfilhamento das gramíneas, sendo que os baixos teores deste nutriente no solo podem limitar a capacidade produtiva das plantas forrageiras (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Em capim-Xaraés, Oliveira *et al.* (2013) testaram diferentes doses de fósforo para o desenvolvimento dessa cultivar e constataram que as doses de 70 e 90 kg ha<sup>-1</sup> proporcionaram maior produção de forragem, folhas e colmos, influenciando nas características morfogênicas e estruturais da pastagem.

### 3.4 Fontes de fósforo

As fontes de fósforo podem ser divididas basicamente em solúveis, pouco solúveis e insolúveis. As primeiras, quando adicionadas ao solo, aumentam rapidamente a concentração do fósforo na solução do solo. Os fosfatos solúveis têm

sua eficiência diminuída ao longo do tempo devido ao processo de "adsorção" ou "fixação" de P. Já os fosfatos naturais, que são insolúveis em água, se dissolvem lentamente na solução do solo e tendem a aumentar a disponibilidade do P para as plantas com o tempo. Os fosfatos naturais, em geral, apresentam menor eficiência que os fosfatos solúveis (industrializados) a curto prazo, porém a longo prazo seu efeito residual é geralmente maior (KORNDORFER *et al.*, 1999). Um exemplo de fonte de fósforo solúvel é o Superfosfato Triplo, bastante utilizado na agricultura, com aproximadamente 46% de  $P_2O_5$  em sua composição.

Os fosfatos de origem sedimentar, como o de Gafsa (proveniente da Tunísia), vêm sendo comercializados como fonte alternativa de custo mais baixo, e tem apresentado maior efeito residual no solo, quando comparado aos superfosfatos (SOUSA *et al.*, 2008).

Soares *et al.* (2000a) citam a utilização de fontes menos solúveis de fósforo, por exemplo os fosfatos naturais, como sendo uma alternativa para a redução de custos com adubação de pastagens, pois os altos custos da adubação fosfatada constituem uma das causas da degradação das pastagens brasileiras.

Sousa *et al.* (2008) constataram que o efeito residual dos fosfatos naturais reativos de menor solubilidade foi equivalente ou mesmo um pouco superior em relação ao superfosfato triplo observando seis cultivos sucessivos de soja.

Os fosfatos naturais reativos (de origem sedimentar), como os de Gafsa, Arad e Carolina do Norte, têm apresentado eficiência agrônômica da ordem de 75% a 85%, na fase de implantação das pastagens em primeiro ano, e de 100% a partir do segundo ano. Já os fosfatos naturais brasileiros, como os de Araxá e de Patos de Minas, são considerados com 50% de eficiência em relação aos solúveis (LIMA *et al.*, 2007).

Em capim-piatã, houve maior desenvolvimento e produção em resposta à adubação com fosfato natural reativo Bayóvar, sendo que os melhores resultados alcançados foram nas doses de 300 e 400 mg  $dm^{-3}$  (REZENDE *et al.*, 2016).

Também em capim-piatã, Dias (2015) testaram diferentes fontes de fósforo quanto à solubilidade e observaram incremento na produção da matéria seca das folhas, pseudocolmo e da parte aérea na média dos cortes avaliativos, indicando aumento da produção de forragem com a adubação fosfatada, independentemente da fonte utilizada.

Soares *et al.* (2000a) afirmam que plantas mais tolerantes à acidez, eficientes na aquisição e utilização de fósforo e cálcio do solo, através de sistemas radiculares extensivos e bem ramificados como as gramíneas forrageiras tropicais ou cuja rizosfera tenha a capacidade de acidificar o solo potencialmente têm maior capacidade para aproveitar fósforo de um fosfato natural reativo aplicado ao solo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local de desenvolvimento

O presente trabalho teve seu início no mês de novembro de 2018 e o experimento foi conduzido até setembro de 2019, sendo que sua condução se deu na cidade de Rancharia-SP, com utilização de vasos em ambiente aberto.

### 4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2x4+1, constando de 9 tratamentos resultantes de cinco diferentes doses de  $P_2O_5$ , sendo um tratamento testemunha, e utilização de duas fontes de fósforo que se diferem quanto a sua solubilidade, o Superfosfato Triplo (46%  $P_2O_5$ ) e o Fosfato Natural Reativo de Gafsa (28%  $P_2O_5$ ), em diferentes doses. Todos os tratamentos contam com 4 repetições, sendo que cada parcela do experimento corresponde a um vaso com 18 dm<sup>3</sup> de solo, cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, totalizando 36 parcelas. A descrição dos tratamentos utilizados pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados para a condução do experimento, com diferentes doses e fontes de fósforo.

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO	
1	Testemunha (sem adubação fosfatada)	
2	50 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	
3	100 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	Superfosfato Triplo
4	150 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	
5	200 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	
6	50 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	Fosfato natural reativo de Gafsa
7	100 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	
8	150 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	
9	200 kg de $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup>	

### 4.3 Instalação e condução do experimento

Antes do início do experimento, foi realizada uma amostragem de solo para a verificação dos atributos químicos através de análise realizada no Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal da UNOESTE (Tabela 2).

De acordo com a análise física granulométrica, o solo utilizado no experimento é caracterizado como de classe textura média arenosa, contendo 797 g kg<sup>-1</sup> de areia total, 17 g kg<sup>-1</sup> de silte e 197 g kg<sup>-1</sup> de argila.

Tabela 2 – Atributos químicos do solo utilizado para a condução do experimento.

pH	M.O	P	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	CTC	m	V
(CaCl <sub>2</sub> )	(g dm <sup>3</sup> )	(mg dm <sup>3</sup> )	------(mmolc dm <sup>-3</sup> )-----			-----			-----(%)------	
4,2	4,0	3,0	5,2	14,6	1,5	3,3	1,4	20,8	45,5	29,9

Para a correção da acidez do solo, visando aumentar a saturação por bases para 70%, no dia 01/11/2018 foi realizada a aplicação de dologesso (PRNT 85), com posterior enchimento e irrigação dos vasos até a capacidade de campo, para manter o solo em período de incubação por 45 dias. Todos os vasos foram colocados em um suporte feito com tijolos a fim de se evitar a influência do solo local na condução do experimento.

A semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés foi feita no dia 16/12/2018, utilizando 10 sementes por vaso. Após a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas, foi realizado o desbaste das mudas, deixando apenas duas plantas por vaso.

A fim de se obter a homogeneidade das condições experimentais, periodicamente o posicionamento dos vasos no local do experimento foi modificado, de forma inteiramente casual, para evitar influências externas sempre sobre as mesmas parcelas.

Os vasos receberam irrigação uma vez ao dia, de modo a manter o solo em sua capacidade de campo e garantir a disponibilidade hídrica necessária para as plantas. Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura encontram-se na Figura 1.

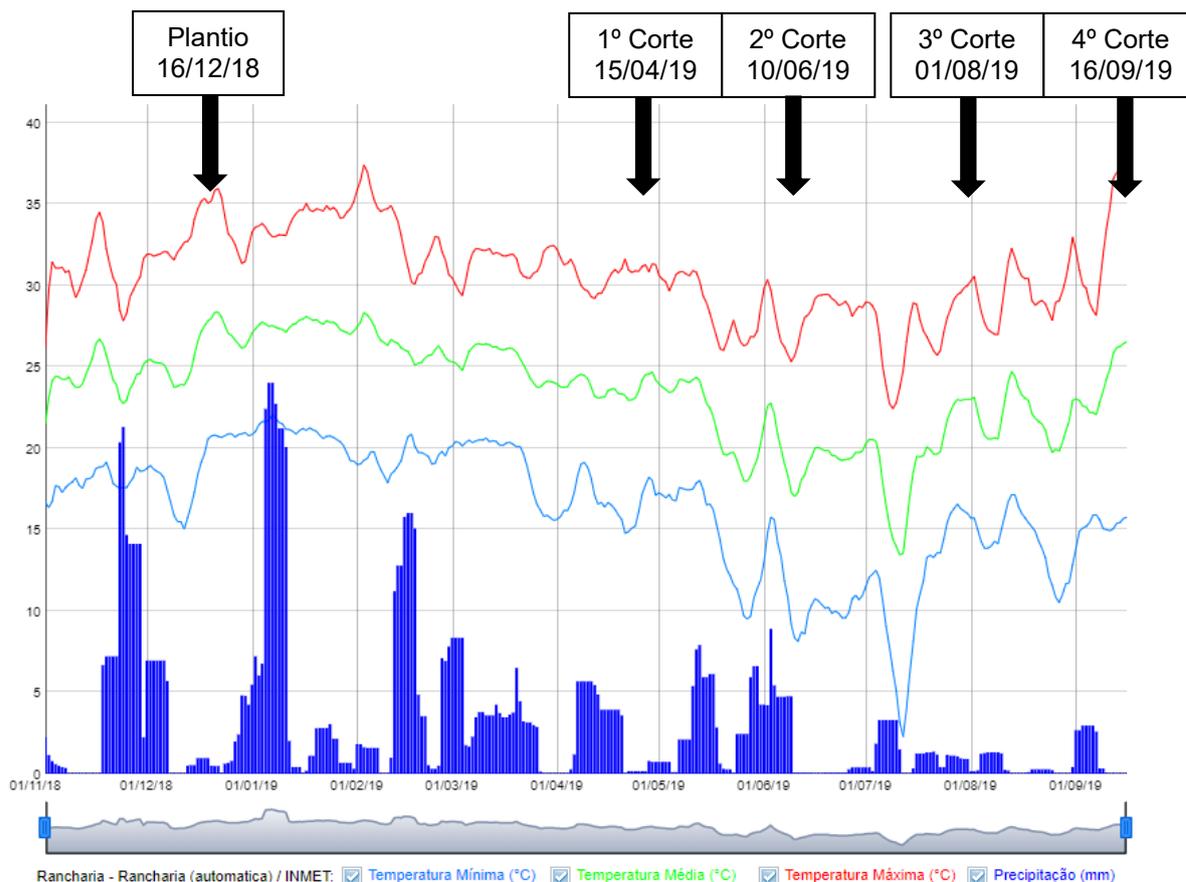


Figura 1 – Precipitação e temperatura no período de dezembro/2018 a setembro/2019 no município de Rancharia-SP. Fonte: AGRITEMPO (2020).

Para suprir as necessidades de nitrogênio e potássio como nutrientes essenciais para as plantas, foram fornecidos  $120 \text{ mg dm}^{-3}$  desses nutrientes a cada 45 dias, sendo que essa dosagem foi dividida em 3 aplicações, com intervalos de 15 dias. As fontes utilizadas foram o Cloreto de Potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) para o fornecimento de potássio e a Ureia (45% N) para o fornecimento de nitrogênio (WERNER *et al.*, 1996).

Aos 55 dias após a emergência das plantas, foi efetuado um corte de padronização em todas as parcelas do experimento, a 15 cm de altura, sendo que a mesma altura foi utilizada para os cortes avaliativos posteriores.

Em período anterior à ocasião do segundo corte das plantas, que foi realizado em junho/2019, foram constatados sintomas de deficiência nutricional nas plantas. Para suprir as necessidades nutricionais, foi realizada uma modificação no manejo da adubação de condução do experimento. A fonte de nitrogênio passou a ser o Sulfato de Amônio (20% de N e 22% de S), a fim de fornecer o enxofre junto à adubação nitrogenada, sendo mantida a dosagem de  $120 \text{ mg dm}^{-3}$  de nitrogênio. Já a adubação

potássica sofreu alteração em sua dosagem, passando a ser fornecidos  $240 \text{ mg dm}^{-3}$  de potássio, mantendo-se o cloreto de potássio como fonte desse nutriente.

Para o fornecimento dos demais nutrientes, foram formuladas quatro soluções nutritivas, de acordo com a composição da solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950): a) Solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (nitrato de cálcio); b) Solução de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (sulfato de magnésio); c) Solução de micronutrientes ( $\text{H}_3\text{BO}_3$  – ácido bórico,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – cloreto de manganês;  $\text{ZnCl}_2$  – cloreto de zinco;  $\text{CuCl}_2$  – cloreto de cobre;  $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – ácido molíbdico monohidratado; e d) Solução de Fe EDTA. Para a aplicação da adubação com solução nutritiva, foram utilizados 5 ml de cada uma das quatro soluções nutritivas em cada parcela (vaso) do experimento, sendo mantida a frequência de adubação a cada 15 dias.

#### 4.4 Variáveis analisadas

Os cortes das plantas para avaliação dos parâmetros foram realizados a cada 45 dias. Porém, considerando também que o desenvolvimento das forrageiras é desuniforme em relação ao clima e às estações do ano, este período foi mais extenso nas estações mais frias, a fim de que as amostras coletadas gerassem o volume suficiente para a realização das análises propostas.

Os cortes avaliativos foram realizados nos meses de abril, junho, agosto e setembro de 2019. Foram realizadas as seguintes avaliações em cada parcela do experimento:

- a) Altura da planta, medida da superfície do solo até a lígula da última folha expandida;
- b) Número de perfilhos, contados por vaso (parcela), somando as duas plantas presentes em cada um;
- c) Número de folhas expandidas, contadas por vaso (parcela), somando as duas plantas constantes em cada um;
- d) Massa seca, obtida através da secagem do material coletado em estufa de circulação de ar à  $60^\circ\text{C}$  até obtenção de peso constante;

- e) Massa seca de raízes, obtida através da lavagem das raízes e secagem do material coletado em estufa de circulação de ar à 60°C até obtenção de peso constante.
- f) Razão de peso foliar (RPF), obtida pela razão entre o peso acumulado da parte aérea e o peso total da planta (parte aérea e raízes).
- g) Análise foliar, para determinação dos teores de nutrientes nas folhas. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey e foi seguida a metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997).
- h) Análise bromatológica, para determinação dos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (SILVA; QUEIROZ, 2002).
- i) Teor de açúcares solúveis totais, utilizando a metodologia descrita por DUBOIS *et al.* (1956).

Para a verificação dos atributos químicos do solo em relação aos tratamentos utilizados, foi realizada uma análise química de solo ao final da condução do experimento. As análises químicas foram efetuadas em amostras de terra coletadas dos vasos na profundidade de 0-20 cm. As determinações foram efetuadas, segundo descrição de Raij *et al.* (2001): P, K, Ca e Mg utilizando-se o método da resina trocadora de íons; S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> pela extração com solução de fosfato de cálcio; pH em CaCl<sub>2</sub>; matéria orgânica por colorimetria; H + Al com solução tampão SMP; Al em KCl.

#### **4.5 Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey para comparação entre as fontes de fósforo, e as médias de cada tratamento foram comparadas com o tratamento testemunha pelo teste de Dunnett. Foi realizada análise de regressão linear e polinomial, para estudar as doses dos dois fertilizantes.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Altura

Na Tabela 3 podem ser observadas as alturas (cm) das plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, medidas da superfície do solo até a lígula da última folha expandida, sendo que a tabela mostra a comparação de cada tratamento com o tratamento testemunha. Todos os tratamentos com adubação fosfatada apresentaram diferença significativa pelo Teste de Dunnett em relação ao tratamento testemunha nos quatro cortes realizados.

Tabela 3 – Altura das plantas (cm) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Altura (cm)			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	24,0	24,7	20,0	17,0
Superfosfato triplo 50	42**	33,0**	28,0**	22,5**
Superfosfato triplo 100	48,2**	40,0**	28,5**	22,8**
Superfosfato triplo 150	49,0**	39,0**	29,3**	23,8**
Superfosfato triplo 200	47,0**	40,0**	28,3**	25,0**
Gafsa 50	29,5*	34,0**	27,3**	21,8**
Gafsa 100	31,5**	35,5**	27,3**	21,0*
Gafsa 150	32,5**	37,0**	26,3**	23,8**
Gafsa 200	33,3**	38,8**	25,8**	24,0**

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

A Figura 2 mostra os resultados da análise de variância e de regressão para a altura de plantas, referente ao primeiro (A), segundo (B), terceiro (C) e quarto corte (D). A adubação com Superfosfato Triplo apresentou significância pelo Teste Tukey aos 120 dias (A) em relação ao Fosfato Natural de Gafsa, bem como em relação a diferentes doses de  $P_2O_5$  na análise de regressão polinomial, sendo que a melhor dosagem de  $P_2O_5$  para este corte foi a de  $149 \text{ kg ha}^{-1}$ . Diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa não apresentaram diferença significativa no primeiro corte. No segundo corte (B), realizado aos 180 dias após o plantio, não houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes de fósforo utilizadas; em relação às doses de Superfosfato triplo, os resultados apresentaram diferença significativa na

análise de regressão polinomial, sendo que a melhor dosagem foi a de 158 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Para as doses de Fosfato Natural de Gafsa, houve resposta linear crescente. Os resultados da altura referentes ao terceiro corte, realizado aos 230 dias após o plantio (C), apresentaram diferença significativa no Teste Tukey para fontes, sendo que o Superfosfato Triplo apresentou as melhores médias; porém, não houve diferença significativa para doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em ambas as fontes na análise de regressão. No quarto corte, realizado 280 dias após o plantio (D) não houve diferença significativa entre as fontes e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

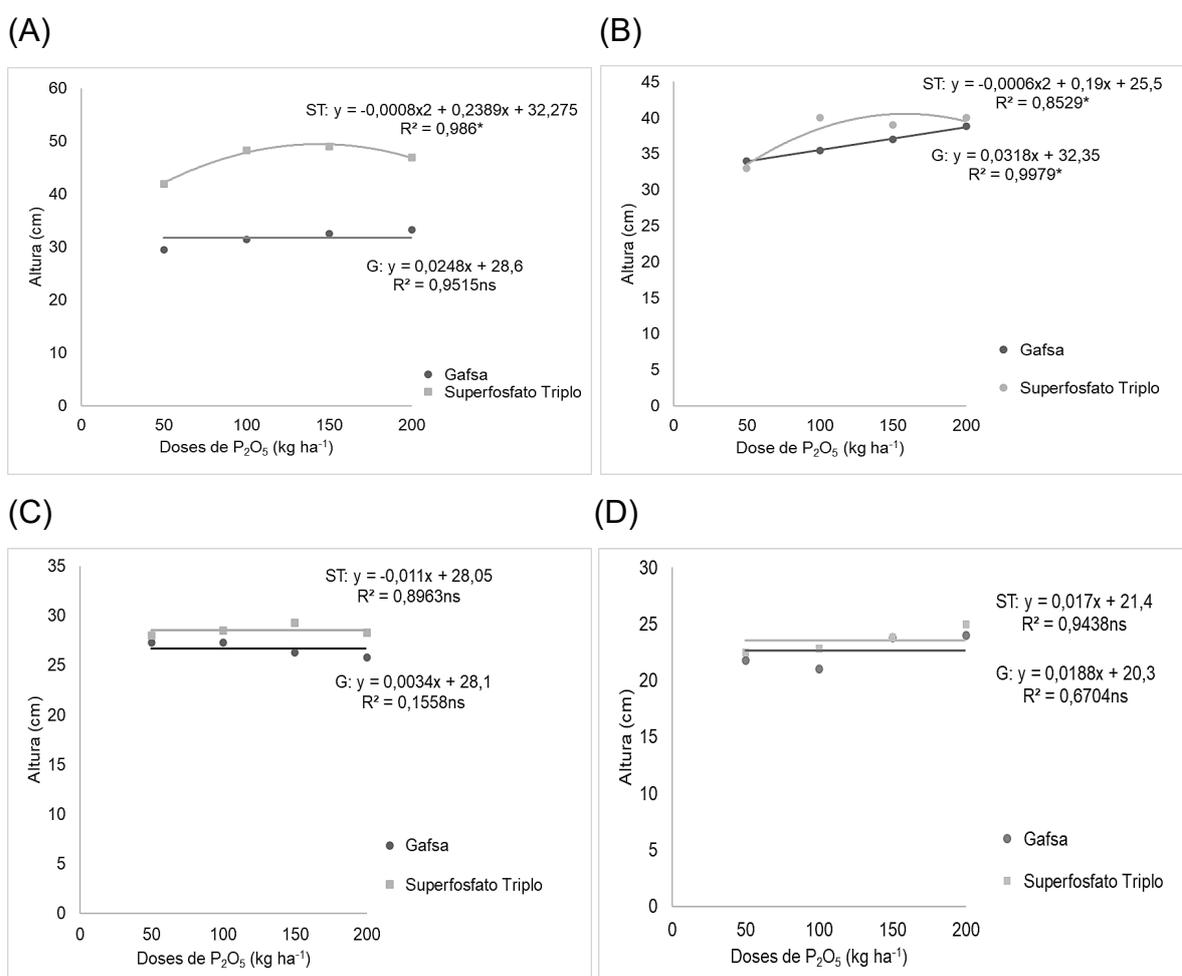


Figura 2 - Altura de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*significativo a 5%.

A baixa disponibilidade de nutrientes é uma situação comum que afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas (SILVA; DELATORRE, 2009). Isso pode ser observado no tratamento testemunha, cuja altura da planta foi inferior aos tratamentos com adubação fosfatada em todos os cortes realizados.

O crescimento das plantas não depende apenas de um único elemento, mas sim do nível de cada nutriente essencial, sendo que o fósforo está entre os elementos mais importantes para o vigor e desenvolvimento das plantas (FONSECA *et al.*, 2000).

Carneiro *et al.* (2017) observaram alturas superiores em capim-Mombaça adubado com fertilizantes fosfatados de baixa reatividade, citando que esses fertilizantes podem ter disponibilização de fósforo semelhante aos fertilizantes solúveis.

Mesquita *et al.* (2004), afirmam que doses crescentes de  $P_2O_5$  favoreceram o aumento de altura da pastagem *U. decumbens* de forma linear, sendo que estes autores utilizaram doses de 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup>.

## 5.2 Número de perfilhos

Em relação ao número de perfilhos de cada parcela, todos os tratamentos com adubação fosfatada apresentaram diferença significativa em relação à testemunha, pelo Teste de Dunnett, conforme exposto na Tabela 4, que mostra a comparação de cada tratamento com o tratamento testemunha.

Tabela 4 – Número de perfilhos em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Número de perfilhos			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	18,3	20,8	17,5	17,8
Superfosfato triplo 50	34,5**	33,3**	32,5**	34,0**
Superfosfato triplo 100	44,8**	38,0**	43,5**	50,8**
Superfosfato triplo 150	50,8**	43,3**	53,8**	59,3**
Superfosfato triplo 200	54,3**	44,8**	67,0**	69,5**
Gafsa 50	28,0**	34,5**	36,8**	36,0**
Gafsa 100	28,5**	32,8**	42,8**	55,8**
Gafsa 150	32,5**	35,3**	45,0**	57,0**
Gafsa 200	29,3**	35,0**	44,3**	58,3**

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Na Figura 3, podem ser observados os dados referentes à análise de variância e de regressão para o número de perfilhos de cada tratamento. No primeiro corte – 120 dias após o plantio - (A), segundo corte – 180 dias após o plantio (B) e terceiro

corte – 230 dias após o plantio (C), houve a mesma tendência para os resultados: o fertilizante Superfosfato triplo apresentou diferença significativa pelo Teste Tukey em relação ao Fosfato Natural de Gafsa, e diferença significativa para regressão linear em relação às doses utilizadas. As diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa não apresentaram diferenças significativas para o número de perfilhos. Já em relação ao quarto corte, realizado 280 dias após o plantio (D), não houve diferença significativa entre as fontes de fósforo utilizadas, porém houve diferença significativa entre as doses de  $P_2O_5$  para as duas fontes, com regressão linear para as doses de Superfosfato triplo e regressão quadrática para as doses de Fosfato Natural de Gafsa, sendo que a melhor dose para essa última fonte seria de  $157 \text{ kg ha}^{-1}$ .

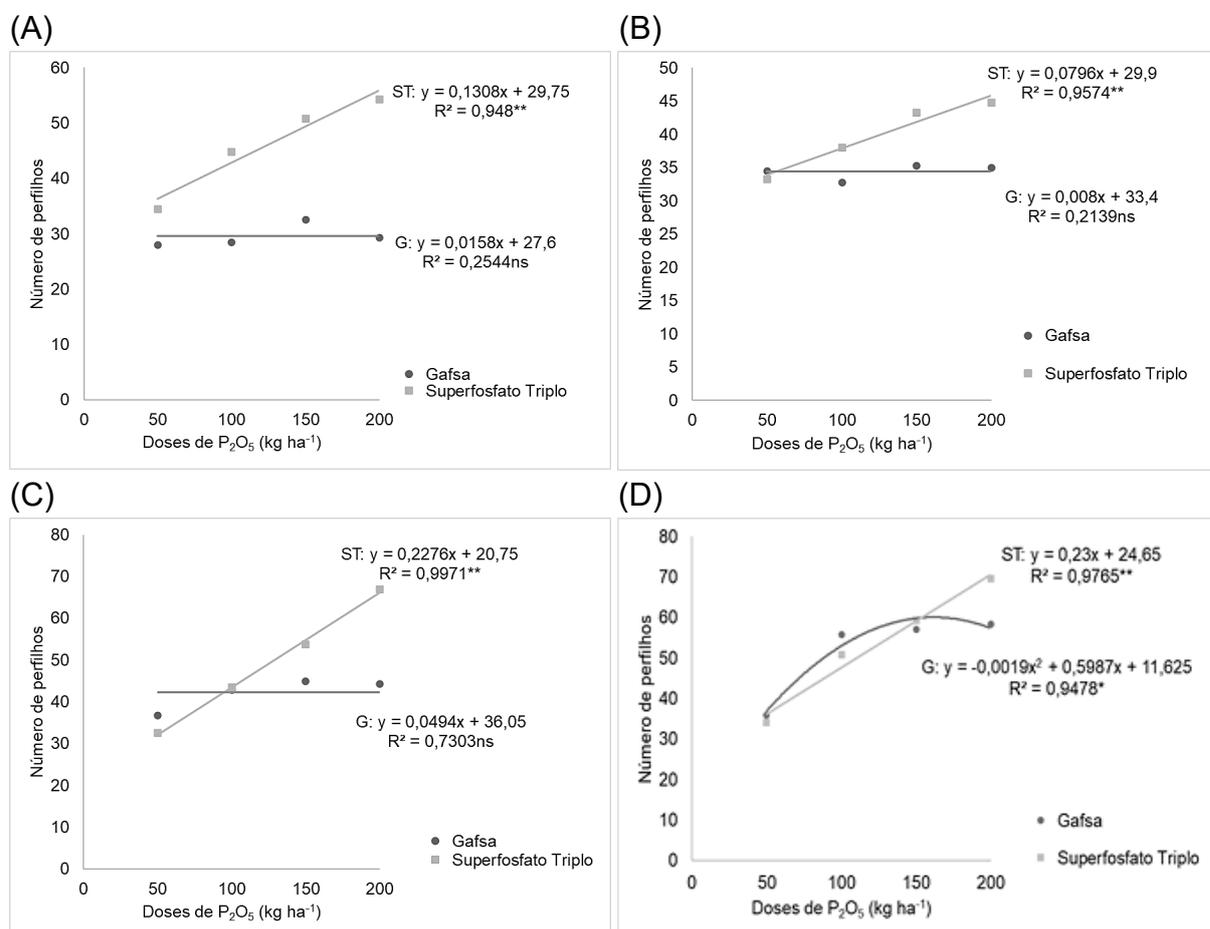


Figura 3 – Número de perfilhos de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B), terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*significativo a 5%; \*\*significativo a 1%.

No trabalho realizado por Rodrigues *et al.* (2012), o número de perfilhos foi influenciado pela adubação fosfatada, utilizando a fonte Superfosfato simples e doses de  $140$  e  $280 \text{ mg dm}^{-3}$ . Os autores também apontam a importância do perfilhamento

para as gramíneas, pois assegura a perenidade das pastagens e contribuem com o incremento da forragem.

Lopes *et al.* (2011) constataram maior taxa de crescimento de perfilhos em capim-Xaraés, com maior elevação no intervalo entre as doses de 25 a 100 kg ha<sup>-1</sup>, com estabilização nas doses superiores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Já Oliveira *et al.* (2013) não observaram aumento no perfilhamento de capim-Xaraés em resposta a diferentes doses de fósforo (0, 50, 70 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Os tratamentos adubados com Superfosfato triplo apresentaram maior perfilhamento nos três primeiros cortes. Essa diferença não foi constatada no quarto corte realizado, o que pode ser atribuído à solubilidade mais lenta do fosfato natural de Gafsa. Benício *et al.* (2011), em um trabalho desenvolvido com diferentes cultivares de *Panicum* e utilizando fontes solúveis e menos solúveis de fósforo, observaram maior perfilhamento nas cultivares a longo prazo com a fonte menos solúvel de fósforo. Os autores também afirmam que a falta de adubação fosfatada ocasionou menores valores de perfilhamento em todas as cultivares de *Panicum* analisadas.

Carneiro *et al.* (2017) observaram resultados também superiores para o perfilhamento em capim-Mombaça para fontes de fósforo mais solúveis, associando esse maior número de perfilhos à grande atividade meristemática ocasionada pelo suprimento de fósforo no desenvolvimento inicial da pastagem.

O fósforo tem um importante papel no estabelecimento das pastagens, podendo-se afirmar que este nutriente é responsável por 80% do perfilhamento das espécies forrageiras (MESQUITA *et al.*, 2010). Em experimento realizado por esses autores, foi observado a elevação quadrática no perfilhamento com o aumento das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizadas na fonte Superfosfato triplo.

Esse efeito da adubação fosfatada no perfilhamento pode ser observado quando comparamos o tratamento testemunha do presente trabalho com os demais tratamentos que receberam adubação fosfatada, nos quais foi observado aumento significativo do perfilhamento, inclusive apresentado respostas às doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizadas.

### 5.3 Número de folhas

Conforme a Tabela 5, que mostra a comparação de cada tratamento com o tratamento testemunha, é possível observar que todos os tratamentos com adubação fosfatada apresentaram diferença significativa pelo Teste de Dunnett em relação ao tratamento testemunha para o parâmetro número de folhas, nos quatro cortes efetuados.

Tabela 5 – Número de folhas em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Número de folhas			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	52,8	50,8	43,3	47,8
Superfosfato triplo 50	107,3**	107,0**	95,5**	93,3**
Superfosfato triplo 100	136,5**	129,3**	135,8**	144,3**
Superfosfato triplo 150	160,5**	147,0**	175,3**	178,5**
Superfosfato triplo 200	174,0**	144,8**	196,8**	182,3**
Gafsa 50	78,5**	105,3**	108,0**	117,0**
Gafsa 100	80,8**	108,8**	142,3**	173,3**
Gafsa 150	96,3**	118,0**	139,8**	172,8**
Gafsa 200	89,8**	114,3**	142,0**	170,3**

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

O número de folhas nos tratamentos com Superfosfato Triplo foi significativamente maior pelo Teste Tukey do que nos tratamentos com Fosfato Natural de Gafsa no primeiro corte, realizado 120 dias após o plantio (Figura 4-A); doses crescentes de superfosfato triplo apresentaram diferença significativa para regressão linear, assim como as diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa. No segundo corte, realizado 180 dias após o plantio (B), houve diferença significativa para as fontes de fósforo, sendo que o Superfosfato Triplo se mostrou superior, apresentando também regressão polinomial para as doses; de acordo com a análise de regressão, a melhor dose de  $P_2O_5$  para esta fonte de fósforo foi a de  $175 \text{ kg ha}^{-1}$ . As doses de Fosfato Natural de Gafsa não apresentaram diferença significativa. Considerando o número de folhas referente ao terceiro corte, realizado 230 após o plantio (C), as médias dos tratamentos com Superfosfato Triplo se mostraram significativamente superiores pelo Teste Tukey, apresentando diferença significativa para regressão linear entre as doses para as duas fontes de fósforo (C). Já no quarto

e último corte, realizado 280 dias após o plantio (D), não houve diferença significativa entre as fontes de fósforo utilizadas, porém, houve diferença significativa entre as doses de  $P_2O_5$  para as duas fontes, com regressão linear para as doses de Superfosfato triplo e regressão quadrática para as doses de Fosfato Natural de Gafsa, cuja melhor dose para essa fonte foi a de  $151 \text{ kg ha}^{-1}$ .

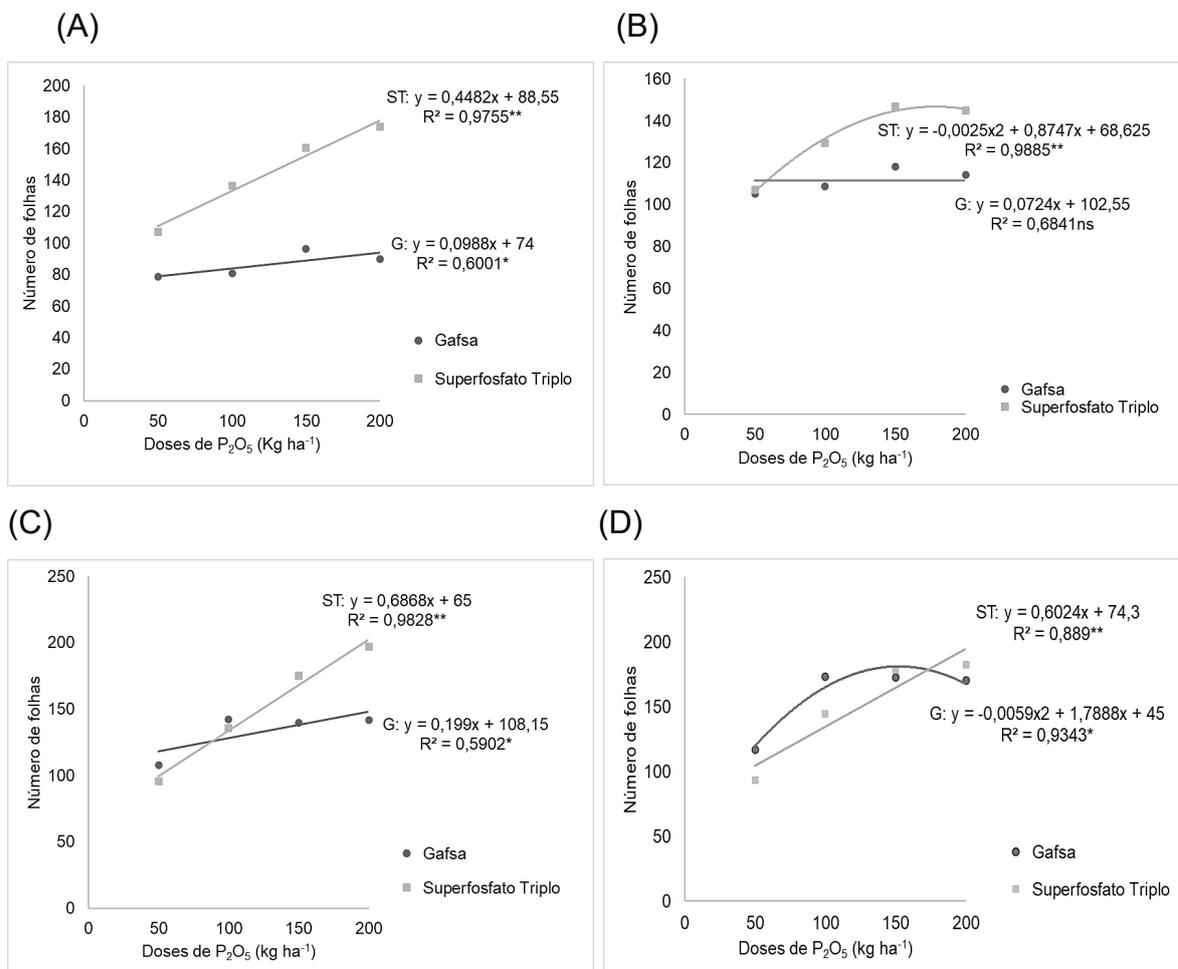


Figura 4 – Número de folhas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B), terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*significativo a 5%; \*\*significativo a 1%.

Duarte *et al.* (2019) analisaram o desenvolvimento de capim-Piatã em função da utilização de fontes de fósforo com solubilidades diferentes, observando que a fonte de fósforo com solubilidade mista (lenta e rápida solubilidade) foi a que apresentou melhores índices de número de folhas vivas e duração de vida das folhas devido ao fornecimento deste nutriente em todos os processos morfofisiológicos, afirmando também que a baixa disponibilidade de fósforo diminui a emissão de folhas nos perfilhos em plantas forrageiras.

Segundo Cecato *et al.* (2007), o fósforo é um dos nutrientes que interferem consideravelmente nas características morfogênicas das plantas, devido a sua participação em importantes processos metabólicos.

Correlacionando os resultados obtidos para altura de planta, número de perfilhos e número de folhas, a longo prazo o Fosfato Natural Reativo de Gafsa foi tão bom quanto o Superfosfato Triplo para o desenvolvimento da forrageira.

#### 5.4 Massa seca da parte aérea

As médias de massa seca (g) nos quatro cortes realizados se mostram significativamente superiores pelo Teste de Dunnett em todos os tratamentos com adubação fosfatada, quando comparadas às médias do tratamento testemunha, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Massa seca da parte aérea (g) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Massa seca (g)			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	20,9	17,2	7,9	7,5
Superfosfato triplo 50	61,3**	50,9**	31,0**	31,7**
Superfosfato triplo 100	91,0**	70,9**	45,2**	42,9**
Superfosfato triplo 150	100,8**	85,8**	57,2**	50,3**
Superfosfato triplo 200	109,6**	92,4**	57,0**	59,0**
Gafsa 50	32,9**	53,7**	41,5**	40,9**
Gafsa 100	35,1**	68,5**	52,8**	47,2**
Gafsa 150	41,8**	72,4**	47,6**	50,6**
Gafsa 200	43,3**	66,9**	50,8**	50,7**

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

As quantidades de massa seca (g) observadas nos tratamentos com Superfosfato Triplo se mostraram significativamente superiores pelo Teste Tukey se comparadas com os tratamentos adubados com Fosfato Natural de Gafsa no primeiro corte, com 120 dias após o plantio (Figura 5-A); os resultados de massa seca para as diferentes doses de Superfosfato Triplo apresentam diferença significativa para a análise de regressão polinomial, sendo que a melhor dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para essa fonte foi de 198 kg ha<sup>-1</sup>. As doses de Fosfato Natural de Gafsa apresentam diferença significativa para regressão linear. No segundo corte, realizado aos 180 dias após o

plântio (B), houve diferença significativa entre as fontes de fósforo, com as médias dos tratamentos com Superfosfato Triplo se mostrando superiores às de Fosfato Natural de Gafsa; diferentes doses de Superfosfato Triplo apresentaram regressão linear. Os resultados de massa seca para o Fosfato Natural de Gafsa em suas diferentes doses mostrou-se significativo para regressão polinomial, sendo que a melhor dose de  $P_2O_5$  para este fertilizante foi a de  $149 \text{ kg ha}^{-1}$ . As quantidades de massa seca para o terceiro corte, realizado 230 dias após o plântio não apresentaram diferença significativa em relação às fontes de fósforo (C); as diferentes doses de  $P_2O_5$  na fonte Superfosfato Triplo apresentaram diferença significativa para regressão polinomial, sendo que a melhor dose seria a de  $191 \text{ kg ha}^{-1}$ ; Já as diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa não apresentaram diferença significativa para as quantidades de massa seca. No quarto corte, realizado 280 dias após o plântio (D), não houve diferença significativa entre os resultados obtidos para as duas fontes de fósforo utilizadas, já em relação às doses, houve regressão linear para as doses de Superfosfato triplo e de Fosfato Natural de Gafsa.

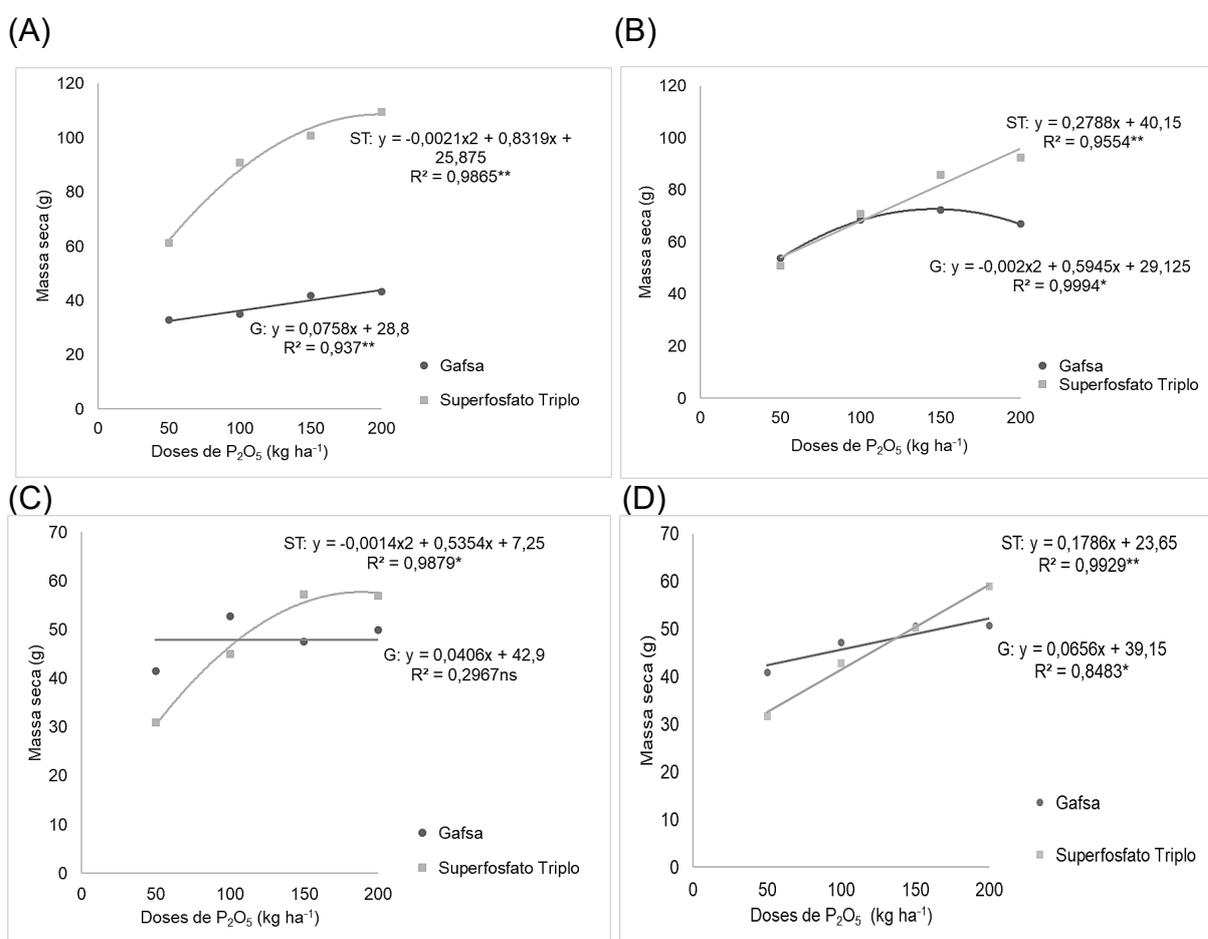


Figura 5 – Massa seca (g) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*significativo a 5%; \*\*significativo a 1%.

Lopes *et al.* (2011) observaram maior acúmulo de massa seca do capim Xaraés com a aplicação de adubação fosfatada, obtendo a maior elevação da taxa de acúmulo no intervalo de 25 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os autores utilizaram a fonte de fósforo Superfosfato triplo.

Araújo *et al.* (2010) constataram aumento linear na produção de massa seca em diferentes gramíneas com aplicação de doses crescentes de fósforo. Rodrigues *et al.* (2012) também constataram acréscimo de produtividade de massa seca em dois dos três cortes realizados em um trabalho com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, o que demonstra a importância desse nutriente para o estabelecimento dessa cultivar.

Oliveira *et al.* (2013) relatam que as doses de fósforo que utilizaram na fonte superfosfato simples afetaram positivamente a massa seca de forragem, sendo que apresentou maior produção na dosagem de 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que foi a maior dose utilizada no experimento conduzido com capim-Xaraés.

Mesquita *et al.* (2010) observaram elevação de forma quadrática da produção de massa seca em capim-Mombaça, capim-Tanzânia e capim-Mulato com o aumento de doses de fósforo na fonte Superfosfato triplo.

Os resultados de massa seca para o terceiro e para o quarto cortes mostram que não houve diferença entre as fontes de fósforo utilizadas, sendo possível correlacionar esses resultados ao efeito do fosfato natural de Gafsa para os teores de fósforo no solo neste trabalho, que foi superior ao superfosfato triplo. Guedes *et al.* (2009) encontraram resultados semelhantes com *Urochloa brizantha*, comparando a adubação com Superfosfato triplo e fosfato natural de Arad e constataram maior eficiência na produção de massa seca com o fosfato natural de Arad a partir do segundo corte realizado na forrageira.

Entretanto, Ieri *et al.* (2010) observaram maiores valores de massa seca em plantas de *U. decumbens* adubada com superfosfato triplo, em comparação ao fosfato natural de Gafsa, o que foi justificado pelos autores pelo superfosfato triplo apresentar alta solubilidade em água, fornecendo maiores quantidades de fósforo para a planta a curto prazo, em relação aos fosfatos menos solúveis. Essa diferença em relação ao presente trabalho pode ter ocorrido devido ao inferior número de cortes (três) e menor período de condução do experimento conduzido pelos autores (seis meses).

Carneiro *et al.* (2017) afirmam que a utilização de fosfatos menos solúveis em capim-Mombaça foi crucial para manter a produção constante da forrageira por cinco meses simulando pastejo, devido à liberação gradual no nutriente em longo prazo. Os

autores também observaram resposta inicial superior para as fontes solúveis de fósforo, assim como foi observado no presente trabalho para o resultado de produção de massa seca referente ao primeiro e segundo corte da pastagem.

Soares *et al.* (2000) avaliaram a adubação fosfatada com Fosfato natural de Gafsa e Superfosfato triplo para a recuperação de pastagem degradada, e observaram que não houve diferença significativa entre as fontes utilizadas para a produção de massa seca.

Os fertilizantes de baixa solubilidade podem ser aliados na manutenção da qualidade das pastagens, mantendo sua produtividade elevada mesmo após dois anos de sua implantação (FARIA *et al.*, 2015).

As fontes mais solúveis de fósforo liberam grande quantidade do nutriente nas fases iniciais. No entanto, em longo prazo, a tendência é que esses fertilizantes reduzam sua eficiência sobre a produção da forrageira, uma vez que já tenha sido liberada a maior parte do fósforo disponível (RODRIGUES *et al.*, 2012). Diferentemente dos fosfatos menos solúveis, que disponibilizam o fósforo de maneira gradual, o que se trata de uma característica interessante ao cultivo de pastagens, pois a reposição nutricional de fósforo será constante, sem que seja necessário realizar uma nova operação para a adubação fosfatada.

## **5.5 Massa seca de raízes**

Na Tabela 7, são apresentados os resultados para a massa seca de raízes, que foi realizada ao final do experimento. Pelo Teste de Dunnett comparando cada tratamento com a testemunha, pode-se observar que houve diferença significativa para todos os tratamentos com adubação fosfatada.

Tabela 7 - Massa seca de raízes (g) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Massa seca de raízes (g)
Testemunha	109,1
Supertriplo 50	248,5*
Supertriplo 100	303,8**
Supertriplo 150	311,4**
Supertriplo 200	324,9**
Gafsa 50	260,9**
Gafsa 100	319,6**
Gafsa 150	360,0**
Gafsa 200	347,3**

Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett. Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Considerando a variável massa seca de raízes, não houve diferença significativa pelo teste Tukey para as fontes de fósforo analisadas; através da análise de regressão, também as doses de  $P_2O_5$  utilizadas nas fontes Superfosfato triplo e Fosfato Natural de Gafsa não apresentaram diferença significativa (Figura 6).

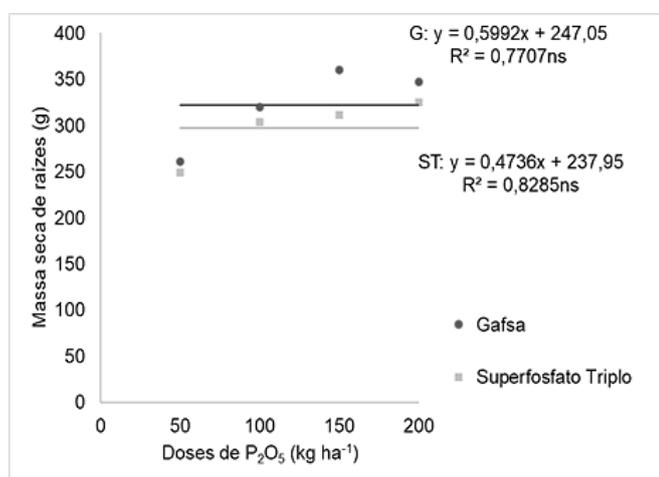


Figura 6 - Massa seca de raízes (g) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo. ns não significativo.

Patês *et al.* (2008), em experimento realizado com capim-Tanzânia constataram maior produção de raízes na presença de adubação fosfatada, assim como foi observado no presente trabalho. Os efeitos da deficiência de fósforo sobre a massa seca de raízes para o capim-Xaraés ficaram nítidos na comparação dos tratamentos com a testemunha (Tabela 7), em que mesmo nas doses de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  para as duas fontes de fósforo houve aumento significativo na massa seca de raízes.

Rodrigues *et al.* (2012) também não observaram efeitos das doses de fósforo em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés para a massa seca de raízes.

Silva e Delatorre (2009) afirmam que pode ocorrer um desenvolvimento mais superficial das raízes em resposta à falta de fósforo, com redução da divisão celular no meristema da raiz principal e aumento da iniciação de raízes laterais, comprometendo o acesso à água em situações de déficit hídrico.

Guedes *et al.* (2009) observaram aumento significativo de massa seca de raízes em *Urochloa brizantha* utilizando adubação com fosfato natural de Arad, com respostas inclusive para doses crescentes desse fertilizante. No presente trabalho, apesar de não haver diferença significativa para as doses e entre as fontes de fósforo, o efeito do fósforo no desenvolvimento das raízes fica claro na comparação do tratamento testemunha com os tratamentos que receberam adubação fosfatada.

## 5.6 Razão de peso foliar (RPF)

A Razão de Peso Foliar (RPF) é calculada pela razão entre a massa seca da parte aérea (considerando a massa seca acumulada para os quatro cortes realizados) e a massa seca total. A Tabela 8 mostra os resultados referentes à comparação da RPF entre os tratamentos com adubação fosfatada e o tratamento testemunha, através do Teste de Dunnett.

Tabela 8 – Razão de Peso Foliar (RPF) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Razão de peso foliar (RPF)
Testemunha	0,35
Supertriplo 50	0,43 <sup>ns</sup>
Supertriplo 100	0,45*
Supertriplo 150	0,49**
Supertriplo 200	0,49**
Gafsa 50	0,41 <sup>ns</sup>
Gafsa 100	0,39 <sup>ns</sup>
Gafsa 150	0,38 <sup>ns</sup>
Gafsa 200	0,38 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Para a Razão de Peso Foliar (RPF) houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes de fósforo. Na análise de regressão, houve aumento de RPF conforme houve aumento das doses na fonte Superfosfato Triplo. Para as doses de Fosfato Natural de Gafsa, não houve diferença significativa (Figura 7).

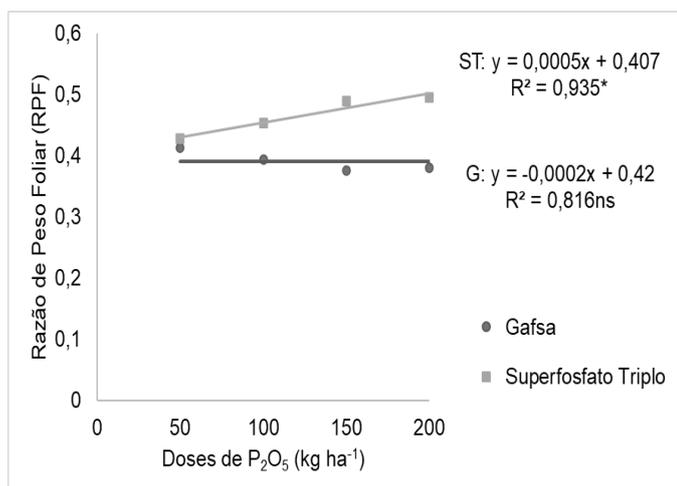


Figura 7 – Razão de Peso Foliar (RPF) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo. ns não significativo; \*significativo a 5%.

Os aumentos na razão de peso foliar refletem maior alocação de assimilados para as folhas (FALQUETO *et al.*, 2009). Quando há menores valores de RPF significa que a planta alocou mais fotoassimilados para as raízes do que para a parte aérea. Ou seja, analisando os resultados RPF, pode-se observar que houve melhor aproveitamento de fotoassimilados em capim-Xaraés com a utilização de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na fonte Superfosfato Triplo, considerando a massa seca acumulada nos quatro cortes.

Guedes *et al.* (2009) afirmam que uma planta em condições ótimas de nutrição, principalmente em relação ao fósforo propicia um maior desenvolvimento radicular, e conseqüentemente maior produção de fotoassimilados que são redistribuídos para as plantas aumentando o crescimento das raízes.

## 5.7 Análise de tecido vegetal

### 5.7.1 Nitrogênio

Através da análise do tecido vegetal, foram determinados os teores de nutrientes nas amostras de cada corte realizado durante o experimento. Na Tabela 9, são apresentadas as médias dos teores de nitrogênio foliar obtidas e comparadas com a testemunha através do Teste de Dunnett, sendo possível observar que no primeiro corte realizado não houve diferença significativa entre os tratamentos com adubação fosfatada e o tratamento testemunha. No segundo, terceiro e quarto cortes, todos os tratamentos com adubação fosfatada apresentaram redução significativa nos teores de nitrogênio foliar, em relação ao tratamento testemunha.

Tabela 9 – Teor de Nitrogênio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de *Urochloa brizantha* cv.

Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Nitrogênio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ )			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	16,4	21,6	33,7	32,4
Superfosfato triplo 50	15,5 <sup>ns</sup>	14,6 <sup>**</sup>	26,1 <sup>**</sup>	22,3 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 100	16,4 <sup>ns</sup>	12,8 <sup>**</sup>	23,2 <sup>**</sup>	21,2 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 150	14,7 <sup>ns</sup>	11,8 <sup>**</sup>	22,1 <sup>**</sup>	21,9 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 200	18,4 <sup>ns</sup>	12,8 <sup>**</sup>	21,7 <sup>**</sup>	20,2 <sup>**</sup>
Gafsa 50	14,2 <sup>ns</sup>	14,2 <sup>**</sup>	23,2 <sup>**</sup>	22,3 <sup>**</sup>
Gafsa 100	17,2 <sup>ns</sup>	11,9 <sup>**</sup>	21,6 <sup>**</sup>	19,6 <sup>**</sup>
Gafsa 150	13,3 <sup>ns</sup>	10,7 <sup>**</sup>	21,7 <sup>**</sup>	21,2 <sup>**</sup>
Gafsa 200	16,2 <sup>ns</sup>	11,5 <sup>**</sup>	21,9 <sup>**</sup>	21,3 <sup>**</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de <sup>\*\*</sup> apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Considerando as médias dos teores de nitrogênio no tecido vegetal observadas nos quatro cortes realizados, não houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes de fósforo utilizadas (Figura 8). No primeiro corte, realizado 120 dias após o plantio (A), os teores de nitrogênio no tecido vegetal não apresentaram diferença significativa para as doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  utilizadas em nenhuma das fontes. No segundo corte, 180 dias após o plantio (B), não houve diferença significativa para as doses de Superfosfato triplo, porém houve redução significativa no teor de nitrogênio com regressão linear decrescente para as doses de Fosfato Natural de Gafsa. O inverso ocorreu no terceiro corte, realizado 230 dias após o plantio (C), em que não houve diferença significativa para as doses de Fosfato Natural de Gafsa, mas houve redução dos teores de nitrogênio, com regressão linear decrescente para as doses de Superfosfato triplo. Já no quarto corte, 280 dias após o plantio (D), não houve diferença significativa tanto para as fontes como para as doses de fósforo utilizadas.

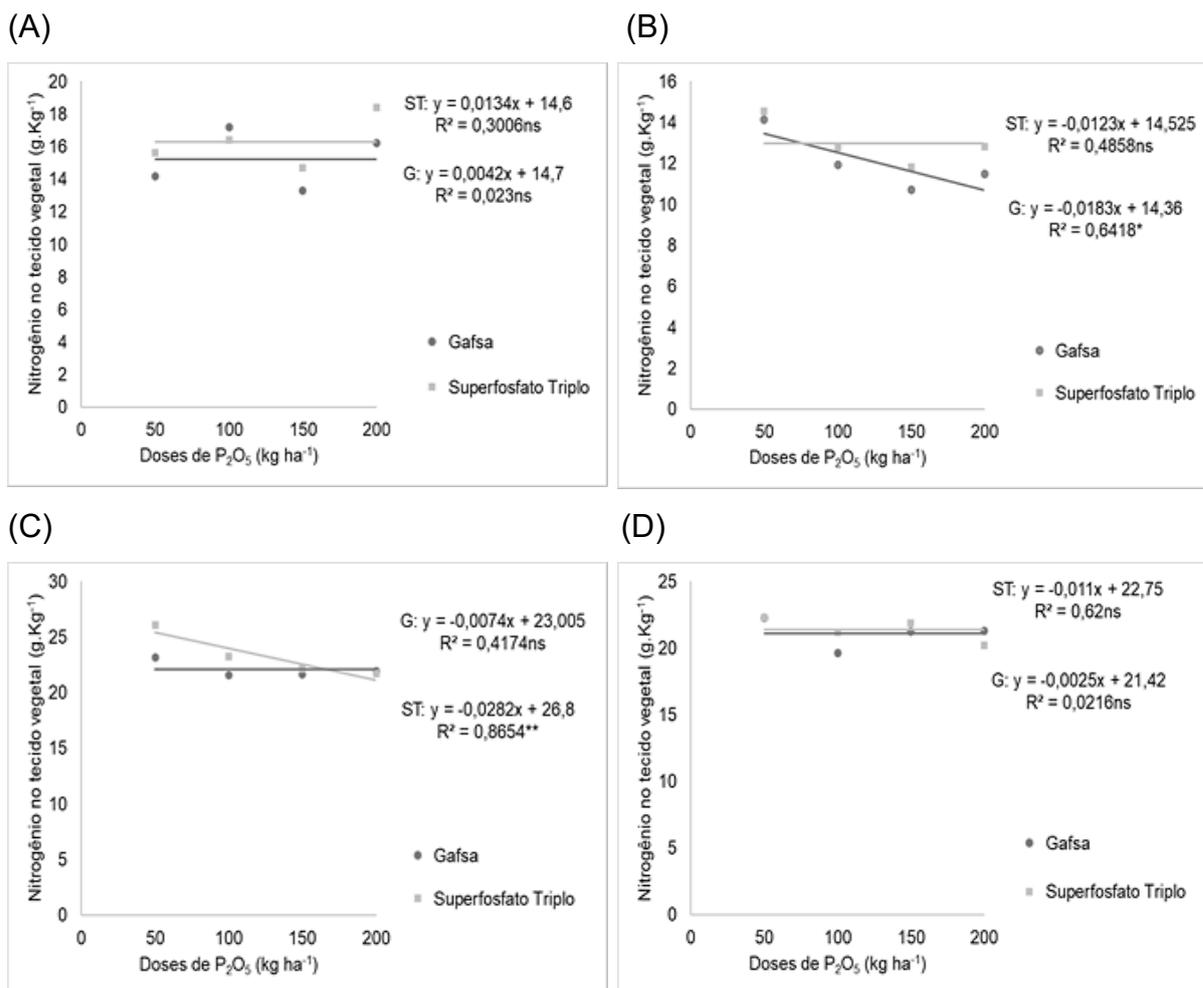


Figura 8 – Teor de Nitrogênio no tecido vegetal (g kg<sup>-1</sup>) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*significativo a 5%; \*\*significativo a 1%.

O efeito da adubação fosfatada resultando em redução do teor de nitrogênio foliar também foi observado por Moreira *et al.* (2005), sendo que os autores atribuíram essa redução ao efeito de diluição, pois o acréscimo de fósforo proporcionou aumento na produção de massas fresca e seca, acarretando diminuição na concentração de nitrogênio no tecido vegetal. Tal efeito foi observado no presente trabalho, mesmo com a reposição de nitrogênio através das adubações complementares durante o período de condução do experimento.

Quando um elemento tem seu suprimento limitado, o aumento no desenvolvimento da planta resultante da ação de outro nutriente tende a diluir sua concentração na planta (BATISTA, 2002).

### 5.7.2 Fósforo

A Tabela 10 mostra os teores de fósforo no tecido vegetal, analisados estatisticamente pelo Teste de Dunnett, comparando cada tratamento com a testemunha. No primeiro corte não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos com adubação fosfatada e o tratamento testemunha. No segundo corte, com exceção do tratamento com a menor dose de Superfosfato triplo, todos os outros tratamentos mostraram médias significativamente superiores em relação ao tratamento testemunha. Já no terceiro corte, houve diferença significativa apenas para os tratamentos em que foram utilizadas as maiores doses de  $P_2O_5$ . No quarto corte, foram observadas médias significativamente superiores dos teores de fósforo no tecido vegetal para as duas maiores doses de  $P_2O_5$  na fonte Superfosfato triplo e para todas as doses utilizadas na fonte Fosfato Natural de Gafsa.

Tabela 10 - Teor de Fósforo no tecido vegetal ( $g\ kg^{-1}$ ) de *Urochloa brizantha* cv.

Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Fósforo no tecido vegetal ( $g\ kg^{-1}$ )			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	0,73	0,46	0,74	0,69
Superfosfato triplo 50	0,77 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 100	0,59 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>**</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 150	0,91 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>**</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>*</sup>
Superfosfato triplo 200	0,58 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>**</sup>	1,04 <sup>**</sup>	0,88 <sup>*</sup>
Gafsa 50	0,88 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>*</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>*</sup>
Gafsa 100	0,70 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>**</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>*</sup>
Gafsa 150	0,91 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>**</sup>	1,01 <sup>**</sup>	1,02 <sup>**</sup>
Gafsa 200	0,79 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>**</sup>	1,07 <sup>**</sup>	1,13 <sup>**</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de <sup>\*</sup> apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de <sup>\*\*</sup> apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Os teores de fósforo no tecido vegetal não apresentaram diferença significativa pelo Teste Tukey tanto para as fontes de fósforo como para doses de  $P_2O_5$  no primeiro corte, realizado 120 dias após o plantio (Figura 9-A). No segundo corte, 180 dias após o plantio (B), as médias dos teores de fósforo para a fonte Superfosfato triplo se mostraram significativamente superiores em relação ao Fosfato Natural de Gafsa; diferentes doses de superfosfato triplo foram significativas, apresentando regressão linear para esta fonte. As doses de Fosfato Natural de Gafsa

não apresentaram diferença significativa. No terceiro (C) e no quarto corte (D), realizados 230 e 280 dias após o plantio, respectivamente, os teores de fósforo no tecido vegetal foram significativamente superiores para a fonte Fosfato Natural de Gafsa; para as doses de  $P_2O_5$ , houve diferença significativa, com regressão linear crescente para as duas fontes de fósforo.

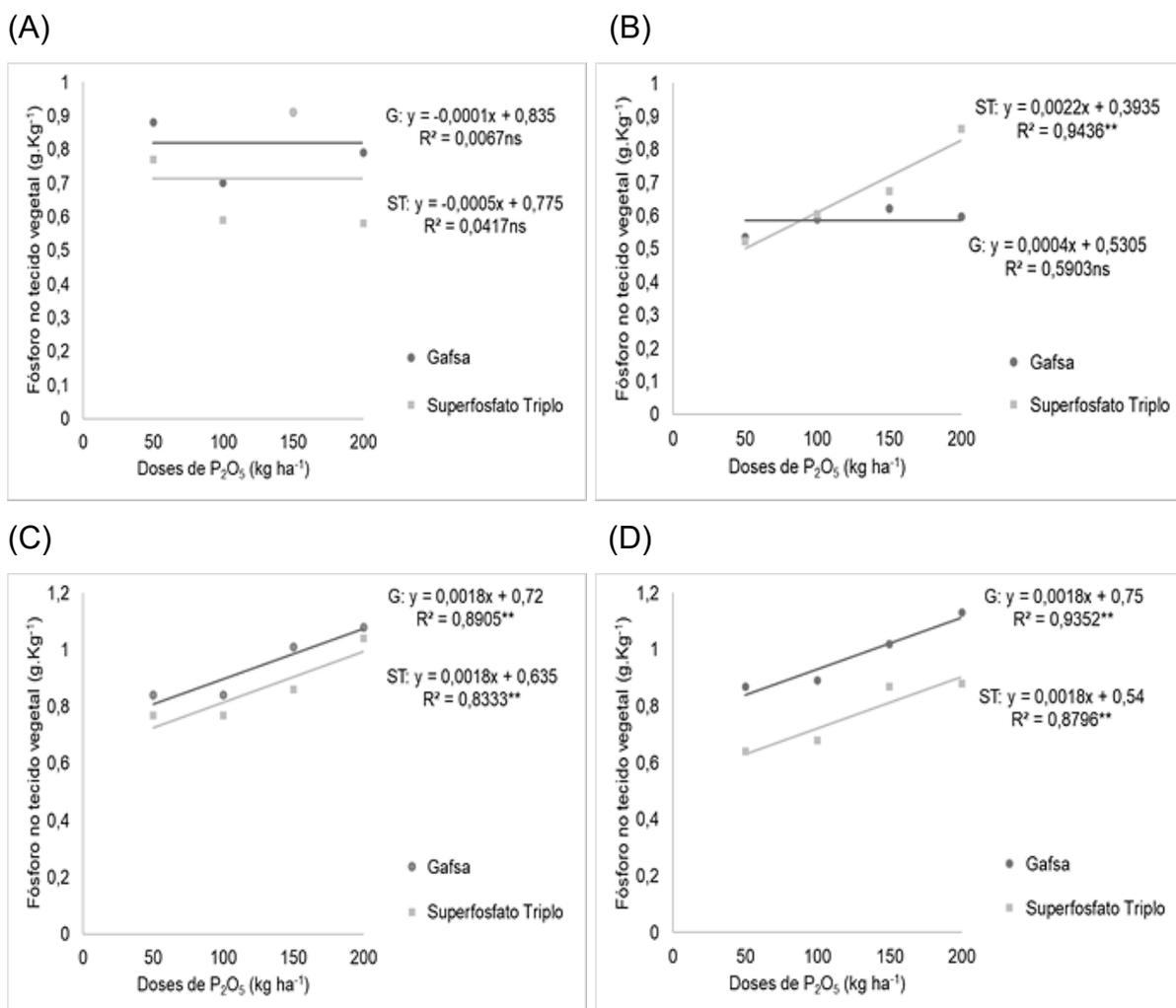


Figura 9 – Teor de Fósforo no tecido vegetal (g kg<sup>-1</sup>) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*significativo a 5%; \*\*significativo a 1%.

Araújo *et al.* (2010) constataram aumento nos teores de fósforo na parte aérea de gramíneas e leguminosas conforme o aumento de doses de fósforo aplicadas no solo.

Em um experimento realizado por Fonseca *et al.* (2000), foi observado aumento no conteúdo de fósforo na parte aérea das gramíneas *Andropogon gayanus*

e *Panicum maximum* em tratamentos com adubação fosfatada, sendo que as melhores respostas foram notadas para a adubação localizada de fósforo.

leiri *et al.* (2010) observaram maior acúmulo de fósforo na parte aérea com a adubação utilizando o superfosfato triplo comparando com o fosfato natural de Gafsa, mesmo observando respostas significativas para ambas as fontes a partir das doses inferiores de  $P_2O_5$ . No presente trabalho, o Fosfato Natural de Gafsa apresentou maiores teores de fósforo foliar no terceiro e quarto corte, o que denota um efeito a longo prazo melhor do que o Superfosfato triplo.

Os fosfatos naturais reativos têm uma liberação gradual no solo, mais lenta, por não receberem tratamento ácido durante seu processo de fabricação, como os superfosfatos. As plantas possuem um mecanismo de manutenção do equilíbrio de cargas, havendo uma extrusão de íons  $H^+$  em resposta à absorção de cátions. Esse processo gera uma acidificação na rizosfera e se constitui um fator contribuinte para a solubilização dos fosfatos naturais reativos, liberando o fósforo de forma gradual.

### 5.7.3 Cálcio

Na Tabela 11, pode-se observar os resultados referentes aos teores de cálcio no tecido vegetal analisados através do Teste de Dunnett, comparando cada tratamento com a testemunha. Houve diferença significativa dos tratamentos em relação ao tratamento testemunha apenas no primeiro corte realizado, com elevação do teor de cálcio no tratamento com a menor dose de Superfosfato triplo e redução dos teores de cálcio nos tratamentos com as maiores doses de  $P_2O_5$  na fonte Fosfato Natural de Gafsa.

Tabela 11 - Teor de Cálcio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de *Urochloa brizantha* cv.

Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

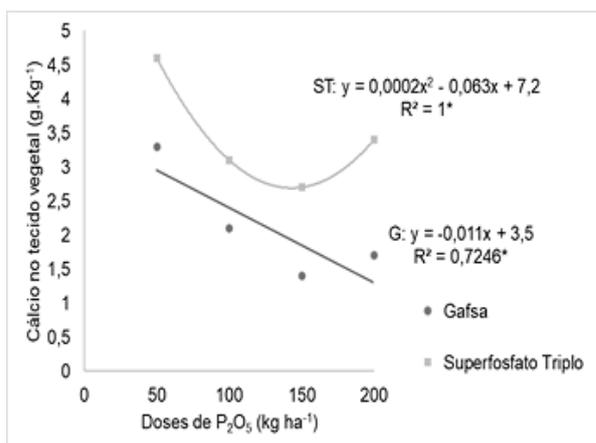
Tratamento	Cálcio no tecido vegetal ( $\text{g kg}^{-1}$ )			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	3,3	2,2	1,5	1,55
Superfosfato triplo 50	4,6*	1,5 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 100	3,1 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	2,45 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 150	2,7 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	2,60 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 200	3,4 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>
Gafsa 50	3,3 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>
Gafsa 100	2,1 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	2,05 <sup>ns</sup>
Gafsa 150	1,4*	1,7 <sup>ns</sup>	2,0 <sup>ns</sup>	2,62 <sup>ns</sup>
Gafsa 200	1,7*	1,9 <sup>ns</sup>	2,4 <sup>ns</sup>	2,57 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

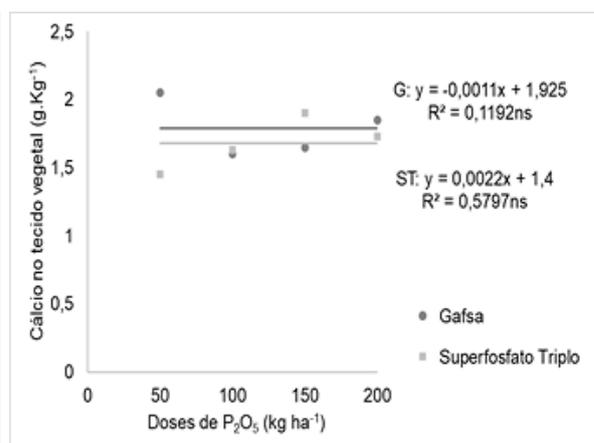
Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Os resultados para os teores de cálcio no tecido vegetal de acordo com cada dose das fontes de fósforo utilizadas podem ser observados na Figura 10. No primeiro corte, realizado aos 120 dias após o plantio (A), houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes de fósforo utilizadas, com médias superiores para a fonte Superfosfato triplo; em relação às doses, houve redução significativa do teor de cálcio, com regressão quadrática para as doses de Superfosfato triplo e regressão linear decrescente para as doses de Fosfato Natural de Gafsa. No segundo (B) e no terceiro cortes (C), realizados 180 e 230 dias após o plantio, respectivamente, não houve diferença significativa para as diferentes fontes e doses de fósforo utilizadas. Já no quarto corte, realizado 280 dias após o plantio (D), não houve diferença significativa entre as fontes de fósforo, bem como para as doses de Fosfato Natural de Gafsa, ocorrendo diferença significativa com regressão quadrática apenas em relação às doses de Superfosfato triplo, cuja dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  que apresentou teores mais elevados de cálcio no tecido vegetal seria de  $116 \text{ kg ha}^{-1}$ .

(A)



(B)



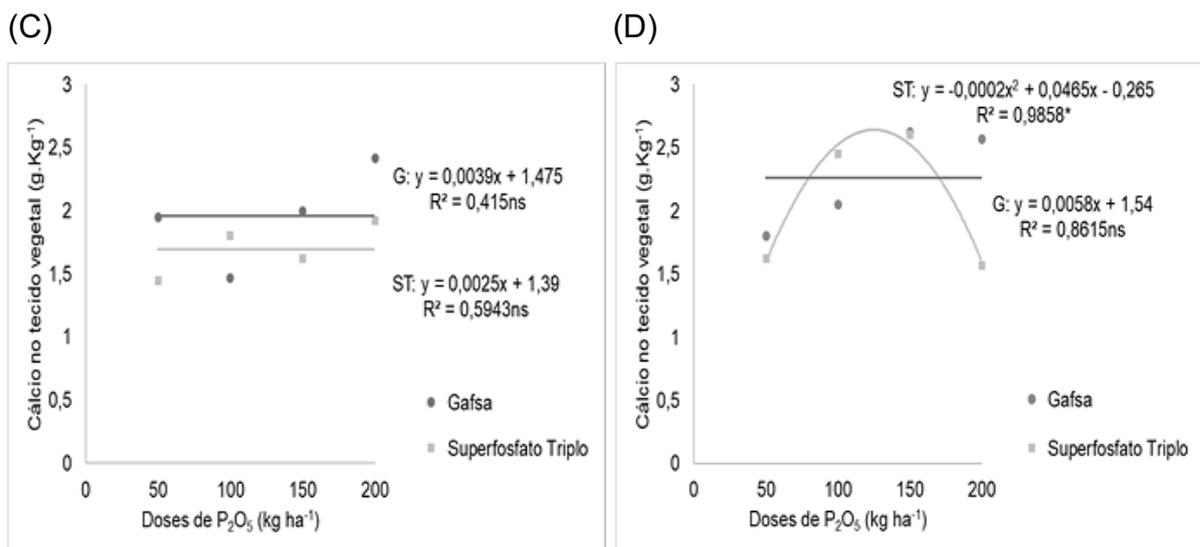


Figura 10 – Teor de Cálcio no tecido vegetal (g kg<sup>-1</sup>) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*significativo a 5%;

Magalhães *et al.* (2011) em um trabalho realizado com *U. decumbens* com adubação nitrogenada e fosfatada, não observaram alterações no teor de cálcio foliar em função da adubação com fósforo, assim como Soares *et al.* (2000) não observaram diferença significativa nos teores de cálcio foliar utilizando o Fosfato Natural de Gafsa e o Superfosfato triplo como fontes de fósforo.

## 5.8 Análise bromatológica

### 5.8.1 Fibra em detergente neutro – FDN

A fibra pode ser descrita como o componente estrutural da planta, a fração com menor digestibilidade, que não é digerida por enzimas de mamíferos ou a parte do alimento que promove a ruminação e a saúde do rúmen (MACEDO JÚNIOR *et al.*, 2007).

É denominada Fibra em Detergente Neutro (FDN) da parede celular a porção da forragem que é insolúvel em detergente neutro, sendo basicamente constituída por celulose, lignina, proteína lignificada e sílica (SOUZA *et al.*, 1999).

Conforme o amadurecimento da pastagem, a produção de componentes potencialmente digeríveis - carboidratos solúveis, proteínas, minerais e outros conteúdos celulares - tende a decrescer. Concomitantemente, as frações menos digeríveis, como lignina, celulose, hemicelulose protegidas, cutícula e sílica, são maiores, promovendo diminuição na digestibilidade. Assim, plantas com maiores teores de FDN podem ter menor potencial de consumo voluntário, em virtude do efeito do enchimento ruminal (PATÊS *et al.*, 2008).

Paciullo *et al.* (2001) apontam que valores elevados de FDN ocasionaram diminuição da digestibilidade *in vitro* de gramíneas, possuindo também correlação negativa para o consumo da pastagem.

Através da análise bromatológica das amostras coletadas, foram determinados os teores de fibra em detergente neutro – FDN, cujas comparações de cada tratamento com o tratamento testemunha se encontram na Tabela 12. No primeiro e no segundo cortes, não houve diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos com adubação fosfatada. Já no terceiro e no quarto cortes, houve redução significativa nos teores de FDN para alguns tratamentos com adubação fosfatada em ambas as fontes de fósforo utilizadas.

Tabela 12 – Teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) em *Urochloa brizantha* cv.

Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Fibra em detergente neutro - FDN (%)			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	77,41	78,14	83,15	78,11
Superfosfato triplo 50	79,60 <sup>ns</sup>	75,63 <sup>ns</sup>	77,21 <sup>**</sup>	72,93 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 100	77,01 <sup>ns</sup>	75,28 <sup>ns</sup>	76,28 <sup>**</sup>	72,28 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 150	76,50 <sup>ns</sup>	75,54 <sup>ns</sup>	73,94 <sup>**</sup>	69,56 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 200	77,01 <sup>ns</sup>	74,45 <sup>ns</sup>	77,29 <sup>**</sup>	72,31 <sup>**</sup>
Gafsa 50	74,64 <sup>ns</sup>	73,49 <sup>ns</sup>	75,39 <sup>**</sup>	76,43 <sup>ns</sup>
Gafsa 100	74,83 <sup>ns</sup>	75,01 <sup>ns</sup>	79,88 <sup>ns</sup>	73,97 <sup>*</sup>
Gafsa 150	75,26 <sup>ns</sup>	75,39 <sup>ns</sup>	78,20 <sup>*</sup>	74,79 <sup>ns</sup>
Gafsa 200	74,58 <sup>ns</sup>	76,39 <sup>ns</sup>	73,79 <sup>**</sup>	75,12 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de <sup>\*</sup> apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de <sup>\*\*</sup> apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Na Figura 11 podemos observar que no primeiro (A) e no segundo cortes (B), realizados 120 e 180 dias após o plantio, respectivamente, não houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes e doses de fósforo utilizadas. No terceiro corte, 230 dias após o plantio (C), apesar de não haver diferença significativa entre as

fontes utilizadas, houve significância entre as doses de  $P_2O_5$  para a fonte Fosfato Natural de Gasfa, apresentando regressão quadrática, cuja dose com maior teor de FDN seria  $116 \text{ Kg ha}^{-1}$ ; para as doses de Superfosfato triplo não houve diferença significativa. No quarto corte, realizado 280 dias após o plantio (D), não houve diferença significativa para as diferentes doses de  $P_2O_5$  utilizadas, havendo apenas resultado significativo entre as fontes de fósforo, sendo que as médias de FDN para a fonte Fosfato Natural de Gafsa se mostraram superiores.

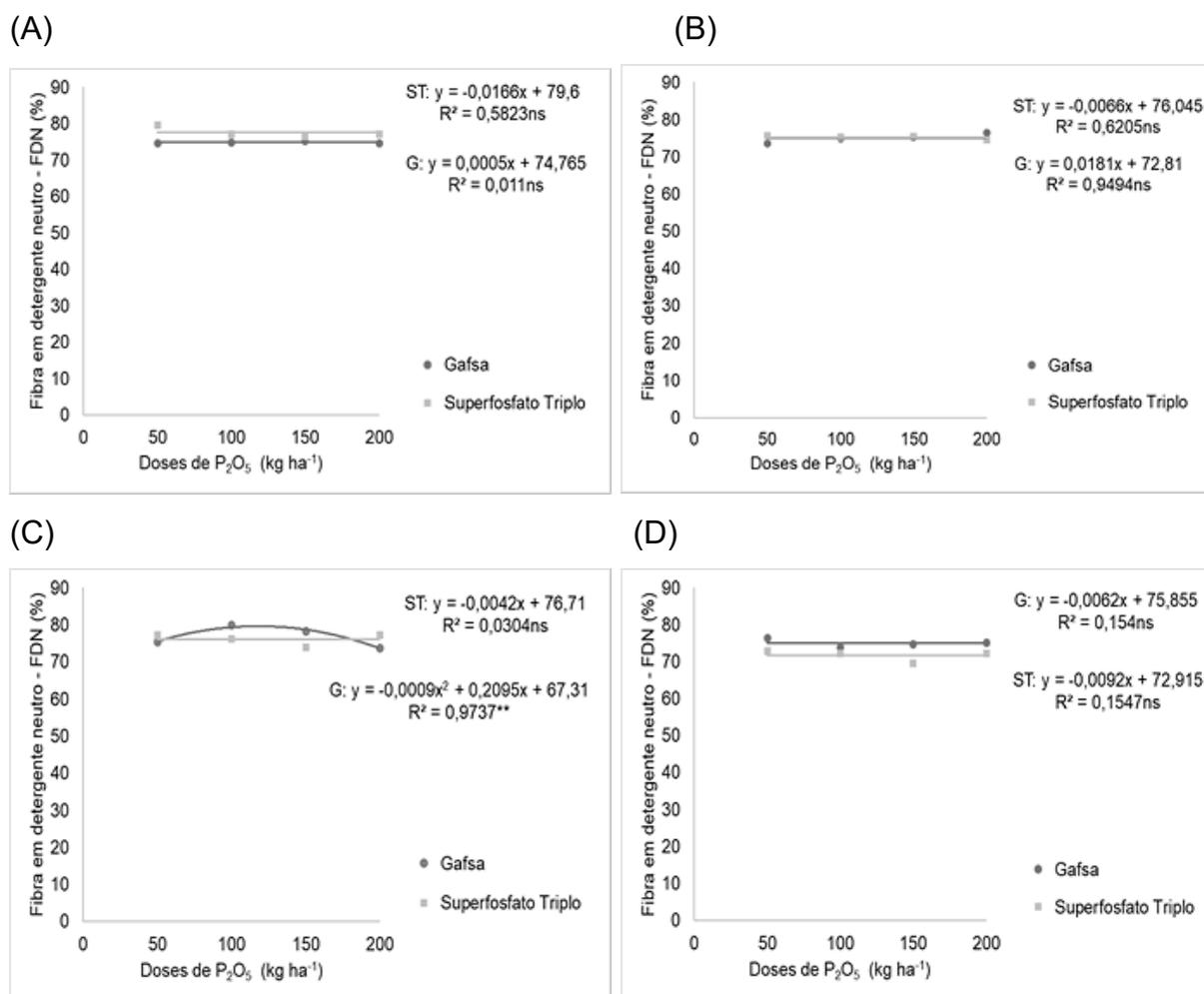


Figura 11 – Teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*\*significativo a 1%;

Patês *et al.* (2008), em experimento conduzido com capim-Tanzânia não obtiveram diferença significativa para teor de FDN com adubação fosfatada. Resultados semelhantes foram encontrados por Duarte *et al.* (2016), analisando fontes de fósforo com diferentes solubilidades, para as quais não houve diferença significativa em relação ao teor de FDN de capim-Piatã.

### 5.8.2 Fibra em detergente ácido – FDA

É denominada fibra em detergente ácido (FDA) os constituintes menos solúveis da parede celular, sendo constituída basicamente por celulose, lignina e sílica, tendo uma correlação inversa com a digestibilidade da pastagem (SOUZA *et al.*, 1999). Ou seja, o excesso de FDA pode diminuir a digestibilidade da pastagem.

A Tabela 13 mostra os resultados referentes aos teores de Fibra em detergente ácido (FDA) para as amostras dos quatro cortes realizados, comparando cada tratamento com a testemunha pelo Teste de Dunnett. Nos dois primeiros cortes, não houve diferença significativa para os tratamentos com adubação fosfatada em relação ao tratamento testemunha. No terceiro corte, houve redução significativa para alguns tratamentos; já no quarto corte, todos os tratamentos com adubação fosfatada apresentaram teores de FDA significativamente inferiores em relação ao tratamento testemunha.

Tabela 13 - Teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) em *Urochloa brizantha* cv.

Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Fibra em detergente ácido - FDA (%)			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	38,46	39,70	41,21	40,77
Superfosfato triplo 50	37,11 <sup>ns</sup>	39,73 <sup>ns</sup>	38,41 <sup>ns</sup>	36,94*
Superfosfato triplo 100	36,87 <sup>ns</sup>	39,41 <sup>ns</sup>	37,23*	34,47**
Superfosfato triplo 150	34,39 <sup>ns</sup>	38,13 <sup>ns</sup>	35,94**	32,96**
Superfosfato triplo 200	37,76 <sup>ns</sup>	38,72 <sup>ns</sup>	38,29 <sup>ns</sup>	33,43**
Gafsa 50	37,16 <sup>ns</sup>	38,27 <sup>ns</sup>	38,77 <sup>ns</sup>	36,17*
Gafsa 100	37,67 <sup>ns</sup>	39,75 <sup>ns</sup>	40,24 <sup>ns</sup>	34,13**
Gafsa 150	36,57 <sup>ns</sup>	40,00 <sup>ns</sup>	38,76 <sup>ns</sup>	35,06**
Gafsa 200	38,25 <sup>ns</sup>	39,17 <sup>ns</sup>	34,76**	35,67**

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Analisando a Figura 12, pode-se observar que no primeiro (A) e no segundo corte (B), realizados 120 e 180 dias após o plantio, respectivamente, não houve diferença significativa pelo Teste Tukey nos teores de FDA para as fontes e na análise de regressão para as doses de fósforo utilizadas. No terceiro corte, aos 230 dias após o plantio (C), apesar de não haver diferença significativa entre as fontes de fósforo

bem como para as doses de  $P_2O_5$  para a fonte Superfosfato triplo, houve diferença significativa com efeito quadrático para as doses de Fosfato Natural de Gafsa. Já no quarto corte, realizado 280 dias após o plantio (D), não houve diferença significativa para as fontes de fósforo utilizadas, e para as doses de Fosfato Natural de Gafsa, havendo apenas redução significativa, com regressão linear decrescente, nos teores de FDA para as doses de Superfosfato Triplo.

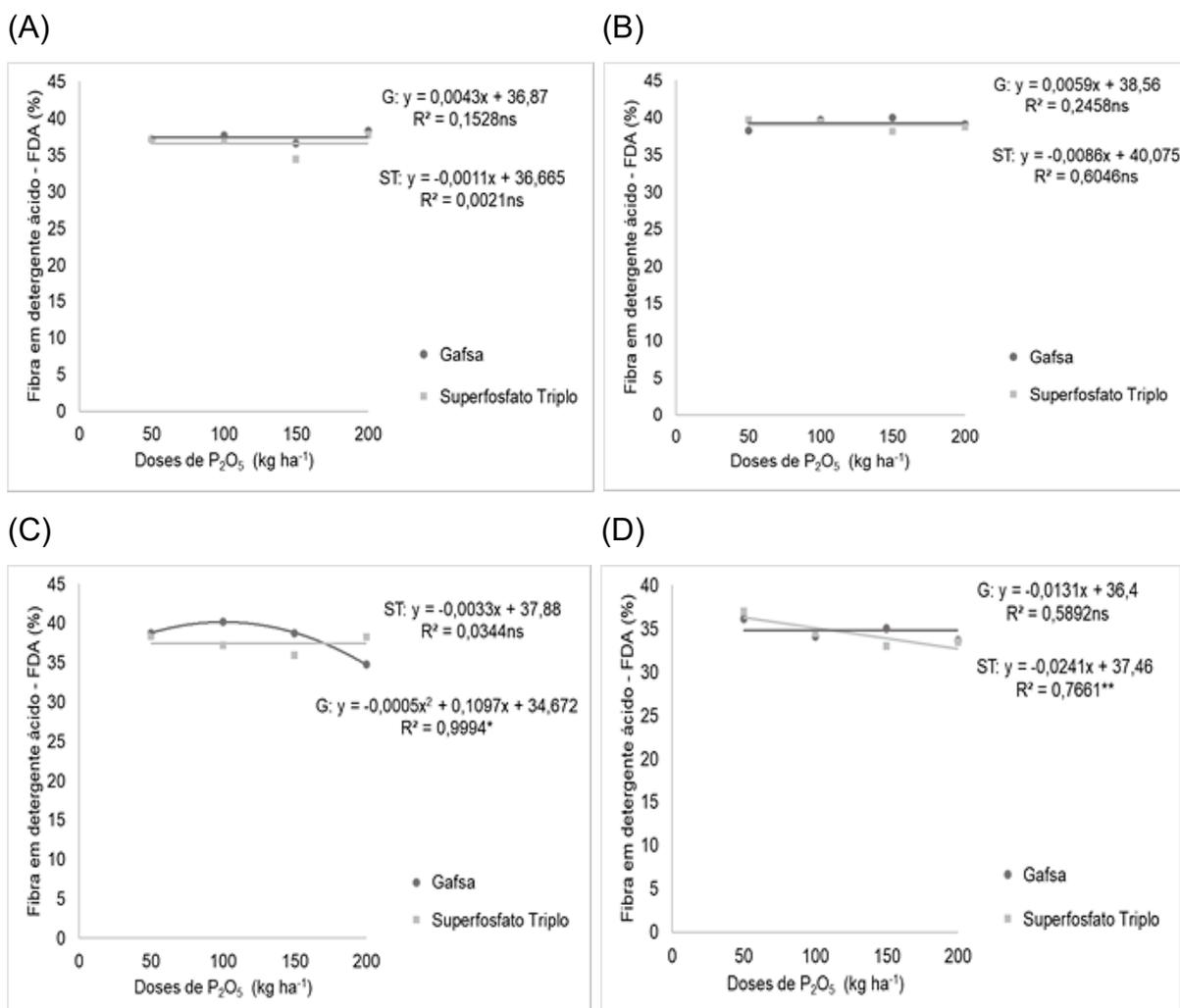


Figura 12 – Teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \* significativo a 5%; \*\*significativo a 1%;

Duarte *et al.* (2016) analisando os teores de FDA com a adubação fosfatada utilizando fontes de diferentes solubilidades, observaram que não houve diferença significativa com a adubação fosfatada para o capim-Piatã nessa variável.

Magalhães *et al.* (2011) testaram o efeito de adubação nitrogenada e fosfatada no teor de FDA em *U. decumbens*, que ocasionou sua redução linear,

citando também que maiores teores de FDA indicam componentes fibrosos mais resistentes à digestão, ou seja, proporcionam menor digestibilidade da pastagem.

### 5.8.3 Proteína Bruta

Os teores de proteína bruta devem ser adequados nas pastagens para que ocorra a adequada fermentação (MAGALHÃES *et al.*, 2009). A deficiência proteica pode causar a limitação da produção animal, não apenas pelo decréscimo nas taxas de digestão e de passagem devido aos teores de proteína bruta abaixo do limite crítico (7%), como também devido ao aporte insuficiente de aminoácidos no duodeno, em função da menor produção de proteína microbiana (MEDEIROS; MARINO, 2015).

Os resultados referentes aos teores de proteína bruta podem ser visualizados na Tabela 14, sendo que cada tratamento foi comparado com a testemunha pelo Teste de Dunnett. No primeiro corte, não houve diferença significativa para os tratamentos com adubação fosfatada em relação ao tratamento testemunha. Nos três cortes seguintes, houve redução significativa dos teores de proteína bruta em todos os tratamentos, quando comparados ao tratamento testemunha.

Tabela 14 - Teor de Proteína Bruta em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Teor de Proteína Bruta (%)			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	10,27	13,49	21,06	20,23
Superfosfato triplo 50	9,72 <sup>ns</sup>	9,09 <sup>**</sup>	16,28 <sup>**</sup>	13,91 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 100	10,22 <sup>ns</sup>	7,98 <sup>**</sup>	14,52 <sup>**</sup>	13,25 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 150	9,16 <sup>ns</sup>	7,39 <sup>**</sup>	13,81 <sup>**</sup>	13,67 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 200	11,47 <sup>ns</sup>	8,01 <sup>**</sup>	13,58 <sup>**</sup>	12,62 <sup>**</sup>
Gafsa 50	8,85 <sup>ns</sup>	8,84 <sup>**</sup>	14,49 <sup>**</sup>	13,92 <sup>**</sup>
Gafsa 100	10,75 <sup>ns</sup>	7,45 <sup>**</sup>	13,49 <sup>**</sup>	12,27 <sup>**</sup>
Gafsa 150	8,29 <sup>ns</sup>	6,69 <sup>**</sup>	13,55 <sup>**</sup>	13,27 <sup>**</sup>
Gafsa 200	10,09 <sup>ns</sup>	7,19 <sup>**</sup>	13,69 <sup>**</sup>	13,33 <sup>**</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de <sup>\*\*</sup> apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

A Figura 13 mostra os resultados dos teores de proteína bruta em relação às doses e fontes de fósforo utilizadas. Em nenhum dos cortes realizados houve

diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes de fósforo utilizadas. No primeiro corte, 120 dias após o plantio (A), as doses de  $P_2O_5$  utilizadas não apresentaram diferença significativa para ambas as fontes. No segundo corte, 180 dias após o plantio (B), houve redução significativa dos teores de proteína bruta com o aumento das doses de Fosfato Natural de Gafsa. No terceiro corte, 230 dias após o plantio (C), pode-se observar que houve diferença significativa apenas para as doses de  $P_2O_5$  na fonte Superfosfato triplo. Já no quarto corte, realizado 280 dias após o plantio (D), não houve diferença significativa nos teores de proteína bruta para diferentes doses de fósforo nas duas fontes utilizadas.

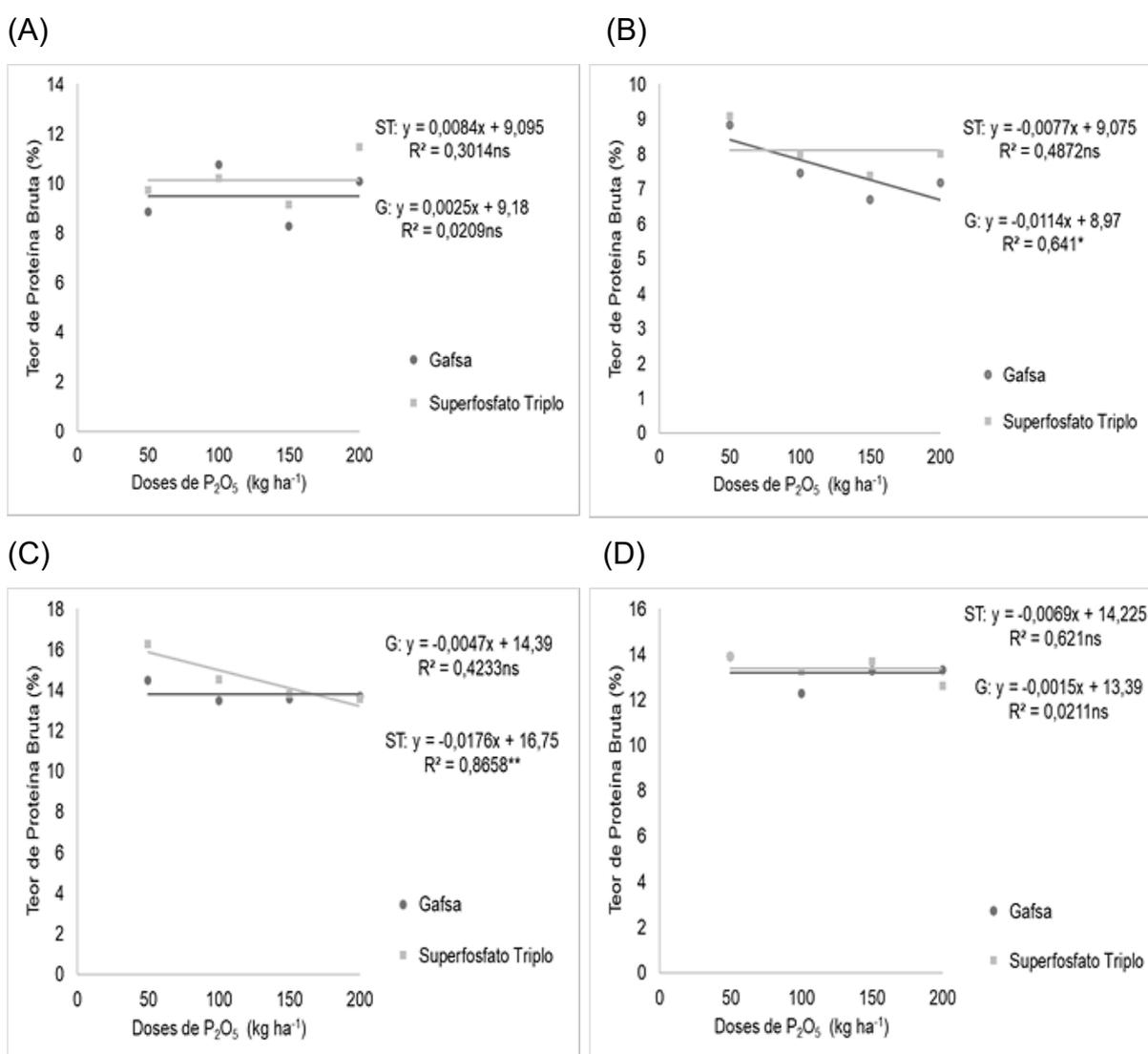


Figura 13 – Teor de Proteína Bruta em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \* significativo a 5%; \*\*significativo a 1%;

Costa *et al.* (2005) em *Paspalum atratum* com adubação fosfatada, foram observados menores teores de proteína bruta nos tratamentos com adubação fosfatada em relação à testemunha, atribuindo este resultado ao efeito de diluição de sua concentração em função do maior acúmulo de massa seca com a adubação fosfatada.

Patês *et al.* (2008), em seu trabalho com capim-Tanzânia, observaram valores maiores de proteína bruta sem a adição de adubação fosfatada.

Já Duarte *et al.* (2016), não observaram diferença significativa para os teores de proteína bruta em capim-Piatã submetido a adubação com fontes de fósforo de diferentes solubilidades.

De acordo com Faquin *et al.* (1997), a redução nos teores de proteína bruta pode estar associada ao maior acúmulo de matéria seca, o que causa o efeito de diluição do nitrogênio.

#### 5.8.4 Lignina

A lignina é um componente não-carboidrato da parede celular dos vegetais, normalmente considerada indigestível e inibidora da digestibilidade da parede celular das plantas forrageiras, acentuando a sua ação à medida em que a planta amadurece (FUKUSHIMA *et al.*, 2000).

Os resultados para os teores de Lignina estão representados na Tabela 15, na qual pode-se observar que não houve diferença significativa nessa variável para os tratamentos com adubação fosfatada em relação ao tratamento testemunha, com exceção apenas da maior dose de Superfosfato triplo no segundo corte avaliativo, em que houve uma redução no teor de lignina.

Tabela 15 - Teor de Lignina em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Teor de Lignina (%)			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	3,45	3,73	6,83	5,23
Superfosfato triplo 50	4,10 <sup>ns</sup>	5,45 <sup>ns</sup>	5,82 <sup>ns</sup>	5,25 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 100	1,76 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>ns</sup>	4,59 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 150	1,71 <sup>ns</sup>	4,45 <sup>ns</sup>	7,40 <sup>ns</sup>	7,22 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 200	2,83 <sup>ns</sup>	1,93*	6,15 <sup>ns</sup>	3,22 <sup>ns</sup>
Gafsa 50	2,71 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	5,08 <sup>ns</sup>	5,94 <sup>ns</sup>

Gafsa 100	3,50 <sup>ns</sup>	3,55 <sup>ns</sup>	4,30 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>
Gafsa 150	3,41 <sup>ns</sup>	4,96 <sup>ns</sup>	4,70 <sup>ns</sup>	5,24 <sup>ns</sup>
Gafsa 200	4,97 <sup>ns</sup>	3,23 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	2,51 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.  
Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Na figura 14, pode-se observar que não houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes de fósforo utilizadas para nenhum dos cortes realizados. No primeiro (A), terceiro (C) e quarto cortes (D), realizados 120, 180, 230 e 280 dias após o plantio, respectivamente, não houve diferença significativa entre as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para nenhuma das fontes de fósforo. Apenas no segundo corte (B), houve uma redução significativa nos teores de lignina com o aumento das doses de Superfosfato Triplo, o que não foi observado com as mesmas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a fonte Fosfato Natural de Gafsa.

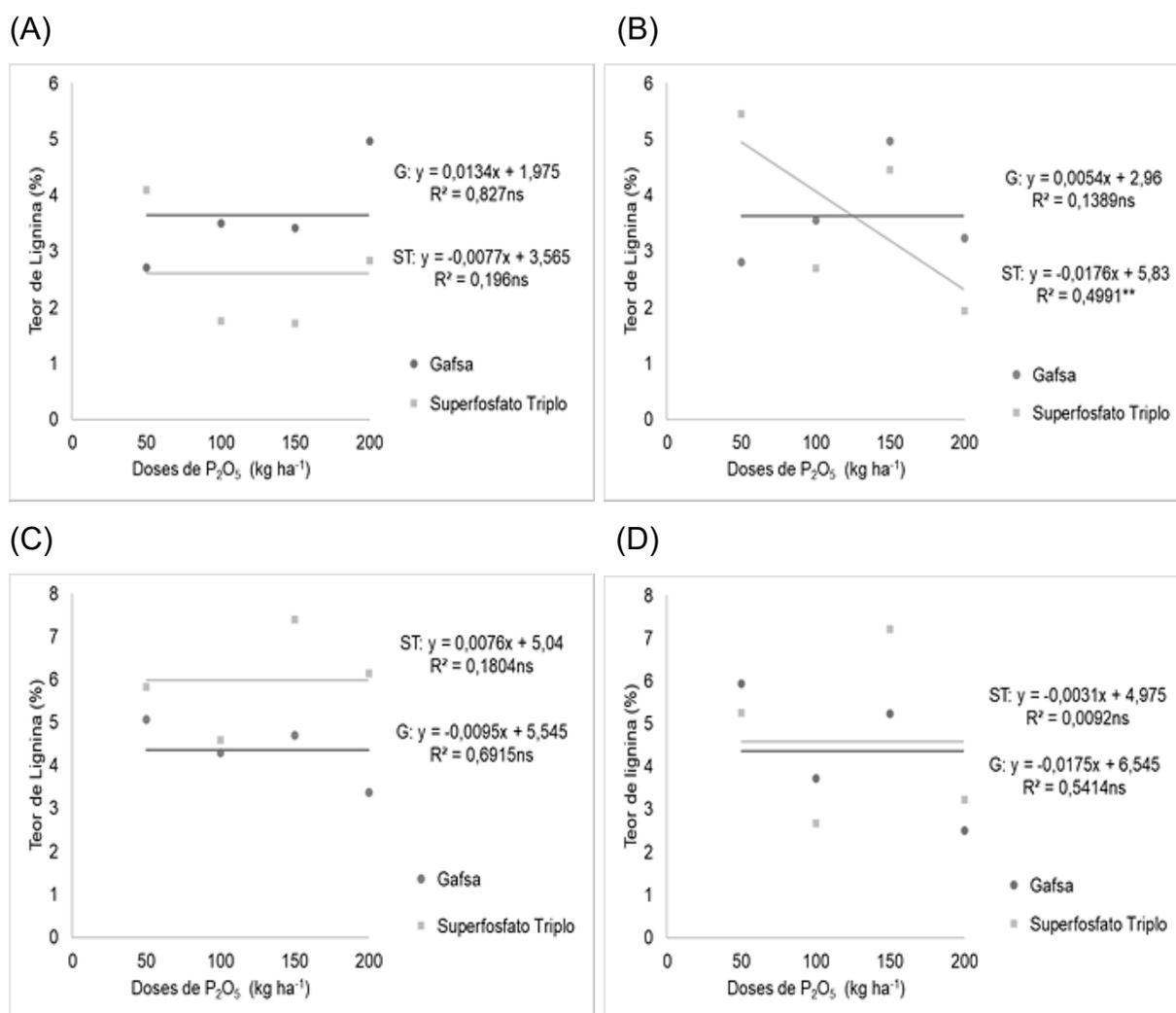


Figura 14– Teor de Lignina em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*\*significativo a 1%;

Comparando o teor de lignina em capim-Piatã adubado com fontes de fósforo de diferentes solubilidades, Duarte *et al.* (2016) também não observaram diferença significativa para esta variável.

Paciullo *et al.* (2001) afirmam que a lignina tem sido reconhecida como principal componente a comprometer a digestibilidade de forrageiras, o que foi constatado analisando a relação entre o aumento do teor de lignina e a digestibilidade *in vitro* em diferentes espécies de gramíneas.

Correlacionando os resultados obtidos nas análises bromatológicas para teores de FDN, FDA, proteína bruta e lignina, não houve diferenciação de forma conclusiva entre as fontes e doses de fósforo utilizadas no presente trabalho.

## 5.9 Teor de açúcares solúveis totais

A Tabela 16 mostra os resultados referentes ao teor de açúcares solúveis totais, analisados estatisticamente através do Teste de Dunnett. Em todos os cortes avaliativos, houve diferença significativa com teores superiores para todos os tratamentos com adubação fosfatada na comparação com o tratamento testemunha.

Tabela 16 - Teor de açúcares solúveis totais em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Açúcares solúveis totais (mg.g <sup>-1</sup> )			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
Testemunha	20,2	19,6	19,5	16,8
Superfosfato triplo 50	23,2**	24,2**	22,6*	23,0**
Superfosfato triplo 100	24,8**	24,0**	23,4**	23,0**
Superfosfato triplo 150	25,0**	24,8**	24,8**	23,7**
Superfosfato triplo 200	25,0**	24,8**	23,9**	24,7**
Gafsa 50	23,8**	24,9**	24,9**	22,7**
Gafsa 100	23,8**	24,7**	24,0**	24,9**
Gafsa 150	24,1**	25,2**	25,0**	24,7**
Gafsa 200	25,2**	25,2**	24,7**	25,5**

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Nos quatro cortes realizados, não houve diferença significativa para os teores de açúcares solúveis totais no Teste Tukey para as fontes de fósforo. No primeiro corte, realizado 120 dias após o plantio (Figura 15-A), não houve alteração significativa entre as doses de Fosfato Natural de Gafsa. Para as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na

fonte Superfosfato triplo, houve aumento significativo no teor de açúcares solúveis totais, com regressão linear para essa fonte. No segundo corte, 180 dias após o plantio (B), houve diferença significativa com regressão linear para as doses de Superfosfato triplo, mas as doses de Fosfato Natural de Gafsa não apresentaram diferença significativa, sendo que o mesmo padrão de resultados aconteceu no terceiro corte (C), aos 230 dias após o plantio. Já no quarto corte, realizado 280 dias após o plantio (D), as doses de  $P_2O_5$  na fonte Fosfato Natural de Gafsa apresentaram aumento significativo nos teores de açúcares solúveis totais, com regressão linear; para as doses de Superfosfato triplo, não houve diferença significativa; o que é importante correlacionar com a maior quantidade de massa seca também observada nos últimos cortes para o Fosfato Natural de Gafsa. O maior número de folhas, com maior taxa fotossintética ocasiona a maior produção de massa seca a longo prazo.

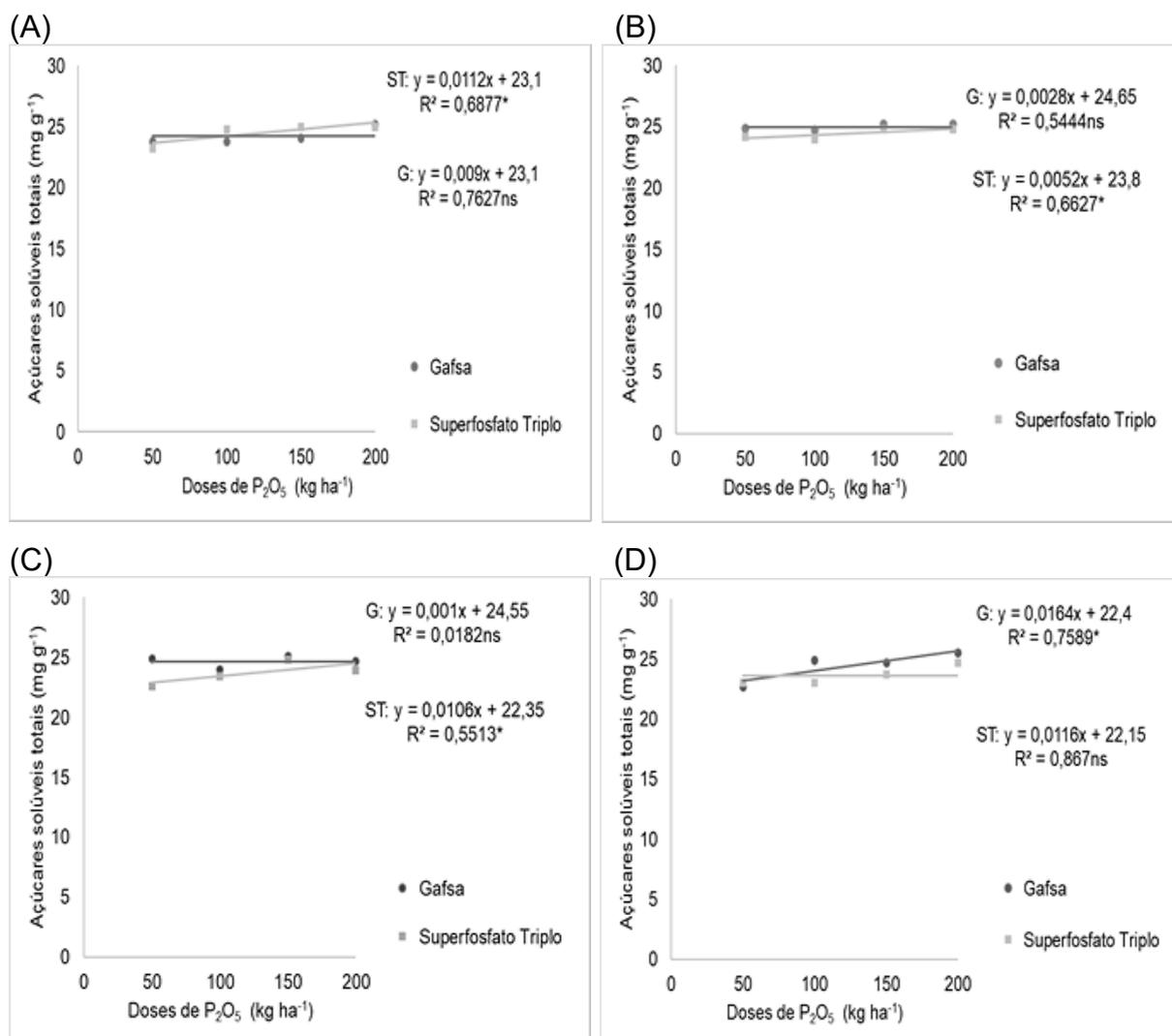


Figura 15– Teor de açúcares solúveis totais em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo, no primeiro (A), segundo (B) terceiro (C) e quarto corte (D). ns não significativo; \*\*significativo a 1%;

De acordo com os resultados obtidos por Duarte *et al.* (2019), o fósforo no solo pode exercer influência na taxa fotossintética; dessa maneira, com a disponibilidade desse nutriente, as folhas produzem maior quantidade de fotoassimilados, aumentando inclusive a duração de vida das folhas na planta, fato esse que é muito positivo quando se trata de plantas forrageiras.

Teores de carboidratos solúveis mais elevados podem indicar maior resiliência da planta a distúrbios como o fogo e o pastejo, pois são substâncias de reserva (Mendes *et al.*, 2010).

## 5.10 Análise de solo

### 5.10.1 pH

Após a realização dos cortes avaliativos para as variáveis analisadas nas plantas, foi realizada uma amostragem de solo para realização da análise química. Na Tabela 17, pode-se observar os valores de pH do solo, comparando cada tratamento com o tratamento testemunha pelo Teste de Dunnett. Nos tratamentos com as maiores doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para ambas as fontes, houve redução significativa no pH.

Tabela 17 - Teor de pH do solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	pH (CaCl <sub>2</sub> ) no solo
Testemunha	4,5
Superfosfato triplo 50	4,4 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 100	4,3 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 150	4,2*
Superfosfato triplo 200	4,1**
Gafsa 50	4,3 <sup>ns</sup>
Gafsa 100	4,1**
Gafsa 150	4,0**
Gafsa 200	4,1**

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Para o teor de pH constatado na análise química do solo, não houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes de fósforo utilizadas, assim como não houve diferença entre as doses de  $P_2O_5$  na fonte Fosfato Natural de Gafsa. Para as doses de Superfosfato triplo, houve uma redução significativa do pH do solo, com regressão linear decrescente (Figura 16).

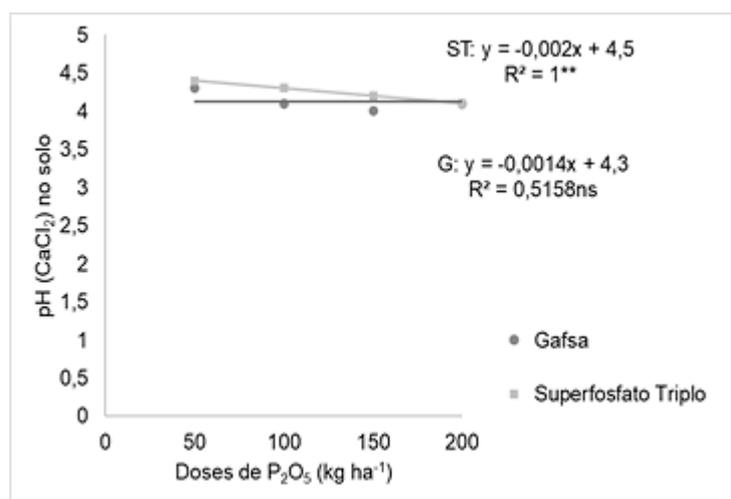


Figura 16 – Teor de pH de solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo. ns não significativo; \*\*significativo a 1%.

O pH indica o grau de acidez do solo, bastante importante pois pode determinar a disponibilidade dos nutrientes contidos no solo ou a ele adicionados através da adubação, bem como à assimilação dos nutrientes pelas plantas (ALCARDE *et al.*, 1998).

No presente trabalho, em relação ao tratamento testemunha, houve redução significativa do pH com os tratamentos utilizando adubação fosfatada. Este resultado difere do encontrado por Sarmento, Corsi e Campos (2002) em que a utilização do fosfato natural de Gafsa proporcionou aumento do pH em comparação ao superfosfato triplo.

Oliveira Filho *et al.* (2018) observaram efeito linear crescente para o pH do solo em função de adubação fosfatada utilizando superfosfato simples, atribuindo esse aumento à presença de cálcio e enxofre na composição desse fertilizante.

A alteração no pH do solo influencia a solubilização do fosfato natural reativo, tendo em vista que esse fertilizante reage com prótons para a liberação do íon fosfato que é absorvido pelas plantas (CABRAL *et al.*, 2016).

### 5.10.2 Fósforo

A Tabela 18 mostra os resultados referentes aos teores de fósforo no solo, comparando as médias de cada tratamento com o tratamento testemunha pelo Teste de Dunnett, sendo possível observar que houve diferença significativa para as maiores doses de  $P_2O_5$  em cada fonte de fósforo utilizada, com significativo aumento desses teores no solo.

Tabela 18 - Teor de fósforo no solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Teor de Fósforo no solo ( $mg.dm^{-3}$ )
Testemunha	4,8
Superfosfato triplo 50	5,7 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 100	7,2 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 150	9,4*
Superfosfato triplo 200	11,2**
Gafsa 50	7,5 <sup>ns</sup>
Gafsa 100	12,1**
Gafsa 150	18,4**
Gafsa 200	19,0**

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \*\* apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Na Figura 17 pode-se observar os resultados para os teores de fósforo considerando as doses de  $P_2O_5$  utilizadas em cada fonte. Houve diferença significativa pelo Teste Tukey entre as fontes utilizadas, com teores superiores de fósforo no solo para a fonte Fosfato Natural de Gafsa. Em relação às doses de  $P_2O_5$  utilizadas, houve aumento do teor de fósforo no solo conforme houve aumento da dose aplicada, para ambas as fontes de  $P_2O_5$ .

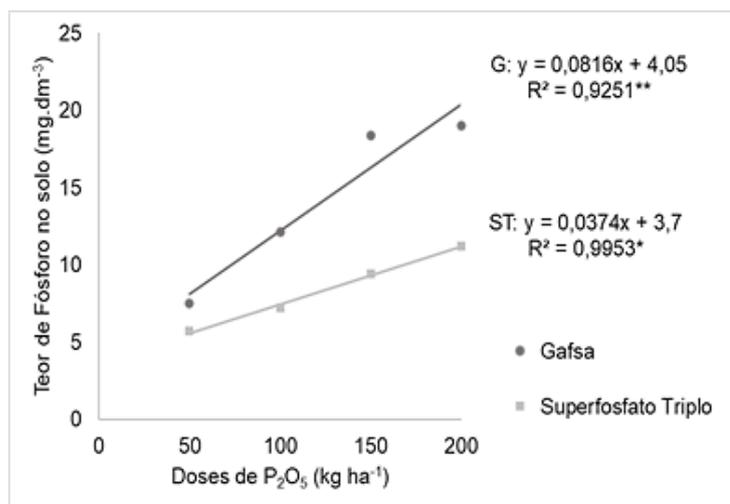


Figura 17 – Teor de fósforo no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo. \*significativo a 5%; \*\*significativo a 1%.

Mesquita *et al.* (2010), utilizando como fonte de fósforo o Superfosfato triplo em pastagens, observaram que a aplicação de doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$  aumentou linearmente os teores de fósforo disponível no solo.

Os teores de fósforo no solo ao final do experimento se mostraram superiores com a utilização do Fosfato Natural de Gafsa. Guedes *et al.* (2009) afirmam que fontes de fósforo menos solúveis apresentam menor eficiência em curto prazo do que os fosfatos mais solúveis. Porém, a longo prazo, podem apresentar um efeito residual maior.

Cecato *et al.* (2007) destacam que fosfatos com dissolução mais lenta no solo podem proporcionar adubações de manutenção em longo prazo. Ieiri *et al.* (2010) observaram semelhantes incrementos nos teores de fósforo no solo utilizando diferentes fontes deste nutriente, como superfosfato triplo, fosfato natural de Gafsa e termofosfato magnésiano.

Sarmento, Corsi e Campos (2002) também observaram maiores teores de fósforo no solo com a utilização de fosfato natural de Gafsa, quando comparado ao superfosfato triplo, atribuindo este efeito à solubilização do fosfato natural. Pois de acordo com Santos, Gatiboni e Gaminski (2008), a aplicação de fertilizantes fosfatados de alta solubilidade tem seu efeito limitado ao longo do tempo, sendo que a energia de ligação do fosfato ao solo aumenta com o tempo e, conseqüentemente, diminui a disponibilidade de fósforo para as plantas.

Ao escolher um fertilizante fosfatado, geralmente avalia-se a solubilidade, pois as fontes de fósforo mais solúveis apresentam boa eficiência, tornando o fósforo

prontamente disponível, favorecendo sua absorção e aproveitamento pelas plantas; porém, essa rápida liberação pode favorecer o processo de adsorção e precipitação das formas solúveis, originando compostos fosfatados de baixa solubilidade, indisponibilizando o fósforo para as plantas, visto que as plantas retiram o fósforo necessário para seu desenvolvimento da solução do solo (MERTEN; PATEL; RICHART, 2019).

Caione *et al.* (2013) afirmam que como as reservas de fósforo são limitadas e há uma grande exigência deste nutriente para a agricultura, se faz necessário o estudo de fontes alternativas desse nutriente. Os autores analisaram o teor de fósforo no solo após ciclos de cultivo com cana-de-açúcar e constataram níveis superiores deste nutriente no solo em comparação ao superfosfato triplo, sendo que este último não diferiu do tratamento controle.

Os resultados do presente trabalho e dos autores citados comprovam as características dos fertilizantes de solubilidade rápida, os quais disponibilizam o fósforo no solo rapidamente, porém o efeito residual dos fosfatos naturais como o de Fosfato Natural de Gafsa foi superior, o que pode ser uma alternativa viável para o manejo da adubação fosfatada na implantação de pastagens, que proporcionará liberação gradual do nutriente a longo prazo para as plantas, inclusive na camada subsuperficial, o que dificilmente é atingido posteriormente à implantação da pastagem, visto que o fósforo apresenta baixa mobilidade no solo.

Este resultado a longo prazo do Fosfato Natural de Gafsa fica evidente quando se correlaciona o efeito observado na análise de solo para o teor de fósforo com o semelhante resultado entre as fontes de fósforo para massa seca da parte aérea nos dois últimos cortes realizados, bem como maiores teores de fósforo foliar. Ono *et al.* (2009) afirmam que os fosfatos mais solúveis proporcionam maior resposta no ano da aplicação, enquanto os fosfatos naturais têm menor eficiência inicial. Com o tempo, as diferenças de eficiência entre fontes tendem a diminuir.

### 5.10.3 Cálcio

Para os teores de cálcio no solo analisado, houve diferença significativa em relação ao tratamento testemunha apenas com a maior dosagem de  $P_2O_5$  na fonte

Fosfato Natural de Gafsa, como é possível visualizar na Tabela 19, que mostra os resultados referentes ao Teste de Dunnett,

Tabela 19 - Teor de cálcio no solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Teor de Cálcio no solo (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )
Testemunha	2,2
Superfosfato triplo 50	1,2 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 100	0,7 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 150	1,5 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 200	0,6 <sup>ns</sup>
Gafsa 50	2,1 <sup>ns</sup>
Gafsa 100	4,7 <sup>ns</sup>
Gafsa 150	6,9 <sup>ns</sup>
Gafsa 200	8,4 <sup>*</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de \* apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

A fonte Fosfato Natural de Gafsa apresentou resultados significativamente superiores pelo Teste Tukey para os teores de cálcio no solo (Figura 18), sendo que para essa fonte também foi observada diferença significativa entre as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizadas, com regressão linear crescente. Para as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na fonte Superfosfato triplo, não houve diferença significativa.

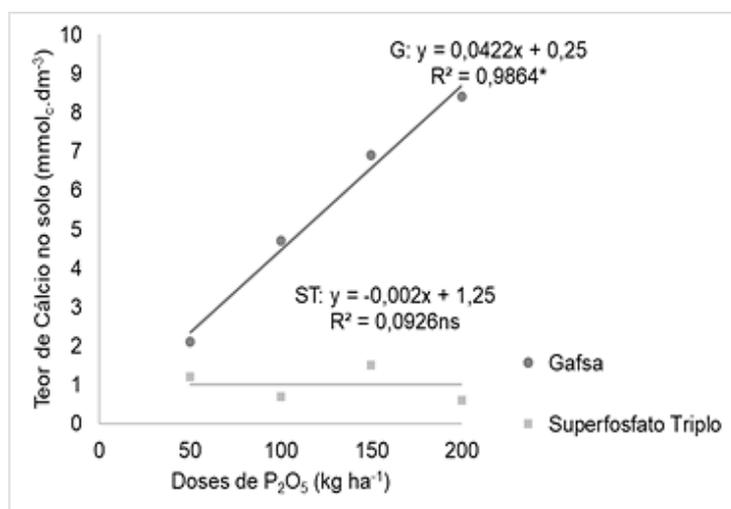


Figura 18 – Teor de cálcio no solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo. ns não significativo; \*significativo a 5%.

Os maiores teores de cálcio observados com a utilização do Fosfato Natural de Gafsa podem estar relacionados à presença deste nutriente em maior quantidade para essa fonte, visto que o Fosfato Natural de Gafsa apresenta 35% de Ca e o Superfosfato Triplo apresenta 14% de Ca em sua composição.

Caione *et al.* (2013) analisando diferentes fontes de fósforo nos atributos químicos do solo também observaram maiores teores de cálcio no solo com a utilização de fosfato natural em comparação ao superfosfato triplo.

A aplicação de termofosfato magnésiano como fonte de fósforo menos solúvel proporcionou aumento no teor de cálcio no solo em experimento conduzido por Dias (2012).

Oliveira Filho *et al.* (2018) não constataram diferença significativa nos teores de cálcio no solo adubado com diferentes doses de superfosfato simples, resultado similar ao que ocorreu com as doses de  $P_2O_5$  na fonte superfosfato triplo no presente trabalho.

As fontes de fosfato natural possuem quantidades significativas de cálcio e segundo Malavolta (2006) ajuda a eliminar os íons de hidrogênio e neutralizar o alumínio, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento radicular favorecendo o crescimento das plantas.

#### 5.10.4 Saturação por bases (V%)

O teor de saturação por bases (V%) apresentou redução significativa nos tratamentos com as maiores doses de Superfosfato triplo em relação ao tratamento testemunha em comparação realizada através do Teste de Dunnett, como pode ser observado na Tabela 20.

Tabela 20 - Teor de saturação por bases (V%) no solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Tratamento	Saturação por bases (V%)
Testemunha	44,4
Superfosfato triplo 50	35,6 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 100	34,3 <sup>ns</sup>
Superfosfato triplo 150	28,2 <sup>**</sup>
Superfosfato triplo 200	23,4 <sup>**</sup>
Gafsa 50	35,6 <sup>ns</sup>
Gafsa 100	35,0 <sup>ns</sup>
Gafsa 150	39,7 <sup>ns</sup>
Gafsa 200	40,6 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de <sup>ns</sup> não apresentam diferença significativa a 5% pelo Teste de Dunnett.

Médias seguidas de <sup>\*\*</sup> apresentam diferença significativa a 1% pelo Teste de Dunnett.

Não houve diferença significativa entre as fontes pelo Teste Tukey para os teores de saturação por bases, assim como não houve diferença na análise de regressão entre as doses de Fosfato Natural de Gafsa. Já para as doses de  $P_2O_5$  na fonte Superfosfato triplo, houve redução significativa no teor de saturação por bases, com regressão linear decrescente (Figura 19).

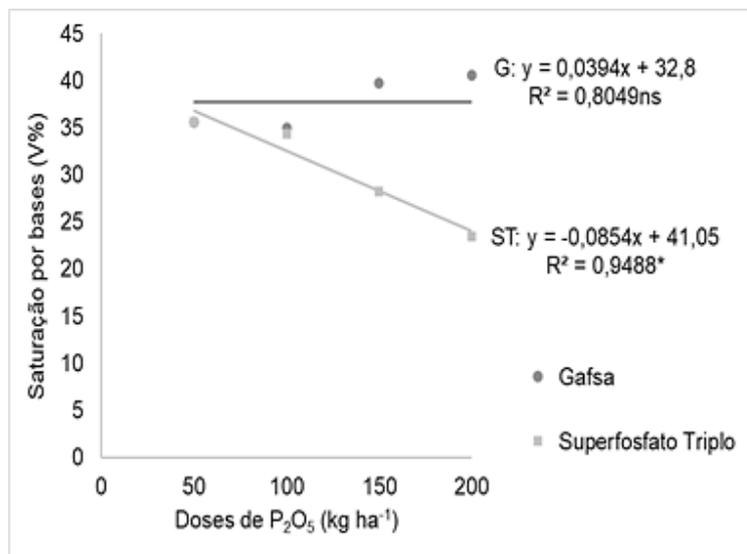


Figura 19 – Teor de saturação por bases (V%) no solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em função de diferentes doses de Fosfato Natural de Gafsa e Superfosfato triplo. ns não significativo. \*significativo a 5%.

Denomina-se saturação por bases (V%) a soma das bases trocáveis expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions e é considerada um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo (RONQUIM, 2010).

Os resultados obtidos em análise de atributos químicos do solo com adubação fosfatada utilizando a fonte superfosfato simples realizada por Oliveira Filho *et al.* (2018) diferem dos resultados obtidos no presente trabalho, visto que os autores não observaram diferença estatística na porcentagem de saturação por bases (V%), semelhança que foi observada apenas para as doses de fosfato natural de Gafsa.

Dias (2012) observou aumento no teor de saturação por bases em função da adubação fosfatada com termofosfato magnésiano, o que não ocorreu com a utilização de superfosfato simples pelo mesmo autor.

Analisando conjuntamente os resultados referentes à análise de solo, pode-se considerar que o Fosfato Natural de Gafsa apresentou os melhores resultados ao final do experimento para os atributos químicos do solo.

As culturas agrícolas são exigentes em relação ao nutriente fósforo e suas respostas são positivas quando da adubação fosfatada. Porém, os altos custos ainda

constituem um obstáculo para os produtores rurais, bem como as grandes perdas por adsorção do fósforo às partículas do solo. As fontes de fósforo parcialmente solúveis possuem custos inferiores quando comparadas às fontes solúveis, bem como suas perdas por adsorção apresentam menores índices.

## 6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés foi limitado pela ausência de adubação fosfatada.

A fonte Superfosfato Triplo apresentou resultados superiores nos primeiros cortes para altura, número de perfilhos, número de folhas e massa seca; porém, no quarto corte, os resultados dessas variáveis para as duas fontes de fósforo foram semelhantes.

A fonte Superfosfato triplo apresentou melhor resultado para razão de peso foliar (RPF), com tendência linear para esta variável.

O Fosfato Natural Reativo de Gafsa apresentou melhores resultados para os atributos químicos do solo, assim como para o teor de fósforo foliar. O efeito residual desta fonte pode ser um bom aliado ao aumento da eficiência das pastagens.

Na análise bromatológica, as fontes de fósforo apresentaram resultados similares.

Considerando as respostas obtidas para ambas as fontes de fósforo em relação às doses de  $P_2O_5$  utilizadas, os melhores resultados foram observados no intervalo de doses entre 150 e 200  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ .

Através dos resultados obtidos para as duas fontes de fósforo no presente trabalho, sugere-se que uma pesquisa envolvendo a mistura de fosfatos solúveis com fosfatos menos solúveis pode ser interessante para o fornecimento gradual deste nutriente.

## REFERÊNCIAS

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Brasília: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Grafico/graficoEstacao.jsp?siglaUF=SP>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- ALCARDE, J. C. *et al.* **Adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1998. (Boletim Técnico, 3). Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/anda\\_boletim\\_03\\_000guvhof3m02wx7ha0g934vg1bv1tu0.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/anda_boletim_03_000guvhof3m02wx7ha0g934vg1bv1tu0.pdf). Acesso em: 13 jun. 2020.
- ALENCAR, C. A. B. *et al.* Produção de capins cultivados sob pastejo em diferentes lâminas de irrigação e estações anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, p. 680-686, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a03.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- ALMEIDA JÚNIOR, A. B. *et al.* Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 217-221, 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/2371/237117625032/>. Acesso em: 24 mar. 2019.
- ARAÚJO, M. M. *et al.* Uso do fósforo em gramíneas e leguminosas cultivadas em Neossolo do semi-árido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 1, p. 40-46, 2010. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/66>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- BATISTA, K. **Respostas do capim-marandu a combinações de doses de nitrogênio e enxofre**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Karina\\_Batista/publication/261553366\\_Response\\_of\\_the\\_marandu\\_grass\\_to\\_combinations\\_of\\_nitrogen\\_and\\_sulphur\\_rates\\_RESPOSTAS\\_DO\\_CAPIM-MARANDU\\_A\\_COMBINACOES\\_DE\\_DOSES\\_DE\\_NITROGENIO\\_E\\_ENXOFRE/links/0f317534d81156830b000000/Response-of-the-marandu-grass-to-combinations-of-nitrogen-and-sulphur-rates-RESPOSTAS-DO-CAPIM-MARANDU-A-COMBINACOES-DE-DOSES-DE-NITROGENIO-E-ENXOFRE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Karina_Batista/publication/261553366_Response_of_the_marandu_grass_to_combinations_of_nitrogen_and_sulphur_rates_RESPOSTAS_DO_CAPIM-MARANDU_A_COMBINACOES_DE_DOSES_DE_NITROGENIO_E_ENXOFRE/links/0f317534d81156830b000000/Response-of-the-marandu-grass-to-combinations-of-nitrogen-and-sulphur-rates-RESPOSTAS-DO-CAPIM-MARANDU-A-COMBINACOES-DE-DOSES-DE-NITROGENIO-E-ENXOFRE.pdf). Acesso em: 18 Jul. 2020.
- BENÍCIO, L. P. F. *et al.* Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v. 5, n. 2, p. 55-60, jun., 2011. Disponível em: [http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-05-2011/volume-5-numero-2-junho-2011/tca10\\_panicum.pdf](http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-05-2011/volume-5-numero-2-junho-2011/tca10_panicum.pdf). Acesso em: 20 abr. 2020.
- CABRAL, C. E. A. *et al.* Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 66-72, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6294746>. Acesso em: 19 jul. 2020.

CAIONE, G.; F., Francisco M.; LANGE, A. Efeito residual de fontes de fósforo nos atributos químicos do solo, nutrição e produtividade de biomassa da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 189-196, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/76028/2-s2.0-84880291426.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 27 mar. 2020.

CARNEIRO, J. F. S. *et al.* Resposta do capim mombaça sob efeito de fontes e doses de fósforo na adubação de formação. **J. Bioen. Food Sci.**, v. 4, n. 1, p. 12-25, 2017. Disponível em: <http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/download/117/157>. Acesso em: 11 abr. 2020.

CECATO, U. *et al.* Características morfogênicas do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1699-1706, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982007000800001&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000800001&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 19 jul. 2020.

CORREA J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1231-1237, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v39n12/22865.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

COSTA, K. A. P. *et al.* Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim-xaraés" xaraés" em função de doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1162-1166, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v38n4/a43v38n4.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2020.

COSTA, N. L. *et al.* T. Efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento de forragem e composição química de *Paspalum Atratum* BRA-009610. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 4, n. 8, p. 1-5, 2005. Disponível em: [http://www.faeF.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/o9vhkNP1hxTZ47Z\\_2013-4-29-16-15-34.pdf](http://www.faeF.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/o9vhkNP1hxTZ47Z_2013-4-29-16-15-34.pdf). Acesso em: 21 mar. 2020.

COSTA, N. L. Acúmulo de forragem e morfogênese de *Trachypogon plumosus* sob níveis de fósforo. **PUBVET: Publicações em medicina veterinária e zootecnia**, v. 10, n. 5, p. 388-393, 2016. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/2833/acuacutemulo-de-forragem-e-morfogecircnese-de-trachypogon-plumosus-sob-niacuteveis-de-foacutesforo>. Acesso: 10 jun. 2020.

CUNHA, F. F. *et al.* Produtividade da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em diferentes manejos e doses de adubação, períodos de descanso e épocas do ano. **Idesia (Arica)**, v. 30, n. 1, p. 75-82, 2012. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v30n1/art09.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2020.

DIAS, D. G. Produção do capim Piatã submetido a diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 330-335, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n4/1415-4366-rbeaa-19-04-0330.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

DIAS, K. G. L. **Fontes e doses de fósforo para o cafeeiro**: produtividade, dinâmica de nutrientes no solo e nutrição mineral das plantas. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/6803>. Acesso em: 19 fev. 2020.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2019.

DUARTE, C.F.D. *et al.* Capim-piatã adubado com diferentes fontes de fósforo. **Revista Investigação – Medicina Veterinária**, v. 15, n. 4, p. 58-63, 2016. Disponível em: <http://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/view/1198>. Acesso em: 28 mar. 2020.

DUARTE, C. F. D. *et al.* Capim tropical manejado sob lotação intermitente, submetido a fontes de fósforo com diferentes solubilidades, associados ou não à adubação com nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. 1-15, 2019. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1809-68912019000100221&script=sci\\_arttext&tlng=pt#B14](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1809-68912019000100221&script=sci_arttext&tlng=pt#B14). Acesso em: 28 mar. 2020.

DUBOIS, M.; GILES, K.; HAMILTON, J. K.; REBES, P. A.; SMITH F. Colorimetric method for determination of sugars and relates substances. **Anal Chem**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

FALQUETO, A. R. *et al.* Crescimento e partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 563-571, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/brag/v68n3/a02v68n3.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2020.

FAQUIN, V. *et al.* Nutrição mineral em fósforo, cálcio e magnésio do Braquiarião em amostra de latossolo dos Campos das Vertentes sob influência de calagem e fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1074-1082, 1997. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=024811>. Acesso em: 23 mai. 2020.

FARIA, A.J.G. *et al.* Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim mombaça cultivados sobre adubação fosfatada. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 2, n. 3, p. 98-106, 2015. Disponível em: <http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/download/24/66>. Acesso em: 23 mai. 2020.

FONSECA, D.M. *et al.* Absorção, utilização e níveis críticos internos de fósforo e perfilhamento em *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1918-1929, 2000. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2648.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2020.

FUKUSHIMA, R. S. *et al.* Extração da lignina e emprego da mesma em curvas de calibração para a mensuração da lignina em produtos vegetais. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1302-1311, 2000. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982000000500007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982000000500007&script=sci_arttext). Acesso em: 23 jul. 2020.

GATIBONI, L. C. *et al.* Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1663-1668, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v35n8/v35n8a20.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2019.

GUEDES, E. M. S. *et al.* Fosfato natural de Arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizanta* em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 52, n. 1, p. 117-129, 2009. Disponível em: <http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/129/24>. Acesso em: 16 abr. 2020.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347 p.

HORTA, M.; TORRENT, J. **Dinâmica do fósforo no solo**: perspectiva agrônômica e ambiental. Portugal: Instituto Politécnico de Castelo Branco, 2010. Disponível em: [https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1871/1/Dinamica\\_do\\_fosfora\\_no\\_solo\\_final.pdf](https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1871/1/Dinamica_do_fosfora_no_solo_final.pdf). Acesso em: 21 fev. 2019.

IEIRI, A. Y. *et al.* Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com brachiaria. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1154-1160, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542010000500011&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000500011&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 01 mar. 2020.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KORNDORFER, G. H. *et al.* Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 2, 1999. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161999000200019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161999000200019). Acesso: 25 jan. 2019.

LAPIG (Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento). **Atlas digital das pastagens brasileiras**. Goiânia: LAPIG, 2018. Disponível em: <https://pastagem.org/atlas/map>. Acesso em: 22 jul. 2020.

LIMA, S. O. *et al.* Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 100-105, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/download/1834/1745/>. Acesso em: 26 nov. 2018.

LOPES, J. *et al.* Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12,

p. 2658-2665, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n12/07.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2020.

MACEDO JÚNIOR, G. L. *et al.* Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n. 7, p. 7-17, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Anderson\\_Zanine/publication/275340868\\_QUALIDADE\\_DA\\_FIBRA\\_PARA\\_A\\_DIETA\\_DE\\_RUMINANTES\\_Fiber\\_quality\\_for\\_ruminant\\_diets/links/5538da590cf226723ab6491f.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Anderson_Zanine/publication/275340868_QUALIDADE_DA_FIBRA_PARA_A_DIETA_DE_RUMINANTES_Fiber_quality_for_ruminant_diets/links/5538da590cf226723ab6491f.pdf). Acesso em: 26 jul. 2020.

MAGALHÃES, A. F. *et al.* Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do capim braquiária adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p. 893-907, 2011. Disponível em: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/2025/1181>. Acesso em: 21 mar. 2020.

MAGALHÃES, J. A. *et al.* Influência da adubação nitrogenada e idade de corte sobre os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de três cultivares de capim-elefante. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinária**, v. 10, n. 4, p. 1-14, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63611961011.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2020.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989.

MALAVOLTA, E. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

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

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. Brasília: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120161/1/Nutricao-Animal-CAPITULO-03.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

MENDES, C. R. *et al.* Influência da queima no teor de pigmentos, proteína solúvel e carboidratos em gramíneas de pastagens naturais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 239-245, 2010. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/8400>. Acesso em: 07 mar. 2020.

MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo nos solos: uma análise crítica**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568171/1/doc85.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

MERTEN, G. M.; PATEL, M.; RICHART, A. Potencial acidificante de diferentes fertilizantes fosfatados aplicados em dois solos do Paraná. **Rev. Cultivando o Saber**, v.12, n. 3, p. 269-279, 2019. Disponível em:

[https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/5dc089abf330a.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5dc089abf330a.pdf). Acesso em: 04 abr. 2020.

MESQUITA, E. E. *et al.* Estabelecimento de pastagem consorciada com aplicação de calcário, fósforo e gesso. **Ciênc. Agrotec**, v. 28, n. 2, p. 428-436, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n2/a25.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2020.

MESQUITA, E. E. *et al.* Teores críticos de fósforo no solo e características morfológicas de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Tanzânia-1 e Brachiaria híbrida Mulato sob aplicação de fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 292-302, 2010. Disponível em: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1526/967>. Acesso em: 10 mai. 2020.

MOREIRA, P. A. *et al.* Desenvolvimento vegetativo e teor foliar de macronutrientes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) adubada com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 1, p. 18-23, 2005. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/9ee4/a7dad31d01f466bf1f97062683ff72e94b49.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2020.

NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

NUNES, R. S. *et al.* Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 877-888, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n3/v35n3a22.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2019.

OLIVEIRA FILHO, J. H. *et al.* Atributos químicos de um neossolo quartzarênico em relação à adubação com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2018. Disponível em: <https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/5570/4763>. Acesso em: 02 mai. 2020.

OLIVEIRA, W. L. *et al.* Características agronômicas, morfológicas e estruturais do capim-Xaraés adubado com diferentes quantidades de fósforo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 45-51, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2808/1291>. Acesso em: 16 nov. 2018.

ONO, F. B. *et al.* Eficiência agronômica de superfosfato triplo e fosfato natural de Arad em cultivos sucessivos de soja e milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 727-734, 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542009000300010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542009000300010&script=sci_arttext). Acesso em: 11 abr. 2020.

PACIULLO, D. S. C. *et al.* Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 964-974, 2001. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982001000400009&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982001000400009&script=sci_arttext). Acesso em: 01 mar. 2020.

PATÊS, N. M. S. *et al.* Produção e valor nutritivo do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1935-1939, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n11/v37n11a05.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

PEREIRA, D. N. *et al.* Diagnóstico e recuperação de áreas de pastagens degradadas. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, Edição Especial n.1, p. 49-53, 2013. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/578/470>. Acesso em: 16 dez. 2018.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

REZENDE, C. G. B. *et al.* Fosfato natural reativo na adubação do capim piatã em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Dourados: Revista Agrarian**, v.9, n. 31, p. 55-62, 2016. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3583>. Acesso em: 29 nov. 2018.

RODRIGUES, R. C. *et al.* Produção e morfofisiologia do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés sob doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 1., p.124-131, 2012. Disponível em: <http://gurupi.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/672/1/CAPIM%20BRACHIARIA%20BRIZANTHA.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2019.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa, 2010. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2020.

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**, v. 38, n. 2, p. 577-586, 2008. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/331/33138249/>. Acesso em: 24 jan. 2019.

SANTOS, H. Q. *et al.* Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. **R. Bras. Ciência do Solo**, v. 26, p. 173-182, 2002. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/1802/180217643019/>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F. P. de. Eficiência do fosfato natural de Gafsa associado à calagem e gesso e sintomas nutricionais da alfafa, *Medicago sativa* L. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, p. 1155-1161, 2002.

Disponível em:

<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2611>. Acesso em: 13 jun. 2020.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009. Disponível em:

<http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5324/3530>.

Acesso em: 08 fev. 2020.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235 p.

SOARES, W. V. *et al.* Avaliação do fosfato natural de gafsa para recuperação de pastagem degradada em latossolo vermelho-escuro. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 819-825, 2000a. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n4/4749.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

SOARES, W. V. *et al.* **Uso de fosfatos naturais reativos em pastagens com gramíneas forrageiras tolerantes à acidez na região do cerrado**. Brasília: Embrapa, 2000. (Comunicado Técnico, 30) p. 1-4. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/554774/1/comtec30.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2020.

SOUZA, G. B. *et al.* **Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. (Boletim de Pesquisa, 4). Disponível em:

<https://core.ac.uk/download/pdf/15434315.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

SOUSA, D. M. G. *et al.* Solubilidade e eficiência agronômica de fosfatos naturais reativos avaliados com a cultura da soja em um Latossolo de Cerrado. *In*: IX SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 9., 2008, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, DF: ParlaMundi, 2008. Disponível em:

[http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio\\_pc210/fichas/00408\\_trab1\\_ficha.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio_pc210/fichas/00408_trab1_ficha.pdf).

Acesso em: 22 mar. 2019.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado**. Piracicaba: Potafos, 2003. (Informações Agronômicas, 102). Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/\\$FILE/ENCARTE102.PDF](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/$FILE/ENCARTE102.PDF).

Acesso em: 16 dez. 2018.

VALLE, C. B. O *et al.* **Capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha* CV. Xaraés) na diversificação das pastagens de Braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104786/1/Capim-xaraes.pdf>.

Acesso em: 26 nov. 2018.

WERNER, J.C. *et al.* (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 263-273. (IAC. Boletim Técnico, 100).