

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**CARACTERÍSTICAS FITOMÉTRICAS E  
PRODUTIVAS DO RABANETE ADUBADO COM  
FOSFATO NATURAL BAYÓVAR**

**MARIA VERÔNICA COSTA DE ARAÚJO CLÁUDIO**

**Rondonópolis, MT – 2018**

# **CARACTERÍSTICAS FITOMÉTRICAS E PRODUTIVAS DO RABANETE ADUBADO COM FOSFATO NATURAL BAYÓVAR**

**por**

**Maria Verônica Costa de Araújo Cláudio**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso como parte dos requisitos do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Edna Maria Bonfim da Silva

Rondonópolis, Mato Grosso – Brasil

2018

**Universidade Federal de Mato Grosso  
Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas  
Engenharia Agrícola e Ambiental**

A comissão examinadora abaixo assinada aprova o trabalho  
de curso

**CARACTERÍSTICAS FITOMÉTRICAS E PRODUTIVAS DO  
RABANETE ADUBADO COM FOSFATO NATURAL BAYÓVAR**

elaborado por

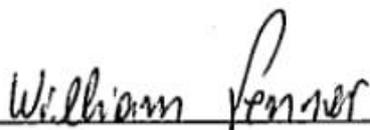
**Maria Verônica Costa de Araújo Cláudio**

como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Agrícola e Ambiental

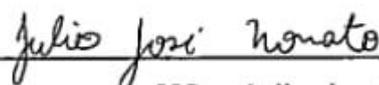
**Comissão Examinadora**



**Profª. Dra. Edna Maria Bonfim-Silva  
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso**



**MSc. William Fenner  
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso**



**MSc. Julio José Nonato  
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso**

Rondonópolis, 20 de setembro de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por toda a força que tem me dado nessa caminhada.

Aos meus pais: Arnaldo Muniz de Araújo e Maria de Lourdes Costa de Araújo pela dedicação e amor com que me criaram e educaram.

Ao pai do meu filho: Aginaldo Antonio Claudio por todo incentivo, compreensão, auxílio e paciência.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Edna Maria Bonfim da Silva pela orientação, generosidade, receptividade e disposição em me atender sempre que era solicitada ao longo desse trabalho.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. José Adolfo Iriam Sturza e MSc. Júlio José Nonato pela contribuição generosa e pelas palavras de incentivo.

Aos meus amigos e colegas de turma da Engenharia Agrícola e da Escola Carimã: Denise César Soares, Patrícia Nogueira Santos, Sálvio Itamar Silva, Silvia Cristina Silva e tantos outros pelo apoio, conselhos, carinho, que sempre demonstraram comigo todos esses anos.

À Deus pela força e a capacidade de me reerguer e continuar.  
Obrigado Senhor pela oportunidade de viver!  
À meu filho Matheus, por dar sentido a minha vida.

Dedico.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
2.1. Rabanete .....	5
2.2. Latossolo .....	6
2.3. Adubação fosfatada.....	6
2.4. Fosfato natural.....	7
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	12
4.1. Índice de clorofila Falker.....	12
4.2. Número de folhas .....	14
4.3. Altura de plantas.....	15
4.3. Diâmetro da raiz .....	16
4.4. Massa fresca e massa seca de raiz .....	17
4.5. Massa fresca e massa seca de parte aérea .....	19
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	21
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	21

# CARACTERÍSTICAS FITOMÉTRICAS E PRODUTIVAS DO RABANETE ADUBADO COM FOSFATO NATURAL BAYÓVAR

Autora: Maria Verônica Costa de Araújo Cláudio  
Orientadora: Profa. Dra. Edna Maria Bonfim da Silva

**RESUMO:** O rabanete é uma hortaliça tuberosa comumente consumida *in natura* e de ciclo rápido. Essa cultura quando cultivada em Latossolo, necessita de adubação fosfatada, visto que estes solos naturalmente possuem baixa fertilidade natural. Com base nisto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a aplicação de doses do fósforo (fosfato natural Bayóvar) na produção de rabanete cultivada em Latossolo Vermelho de Cerrado. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, utilizando como fonte o fosfato natural Bayóvar, para fornecimento das concentrações de 0, 80, 160, 240, 320, 400 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com cinco repetições. As variáveis analisadas foram: índice de clorofila Falker, número de folhas, altura de plantas, diâmetro de raiz, massa fresca e seca de raiz e massa seca e fresca de parte aérea. Os dados foram submetidos a análise de variância com posterior teste de regressão com até 5% de probabilidade. Houve efeito significativo para todas as variáveis analisadas, com ajuste ao modelo quadrático de regressão, com exceção a massa fresca de parte aérea que obteve ajuste linear crescente. Pode-se concluir que a adubação com fosfato natural tem influência direta no crescimento, desenvolvimento e produtividade de rabanete, com faixa de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entre 230 a 330 mg dm<sup>-3</sup>, exceto para a massa fresca de parte aérea que obteve ajuste linear.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus* L.; adubação fosfatada; Latossolo Vermelho; cultivo protegido.

# PHYTOMETRIC AND PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF RADISH FERTILIZED WITH BAYÓVAR NATURAL PHOSPHATE

Author: Maria Verônica Costa de Araújo Cláudio

Adviser: Profa. Dra. Edna Maria Bonfim da Silva

**ABSTRACT:** Radish is a tuberous vegetable commonly consumed *in natura* and with fast cycle. This culture, when cultivated in Oxisol, requires phosphate fertilization, since these soils naturally have low natural fertility. Based on this, the present study has the objective of evaluating the application of doses of phosphorus (Bayóvar natural phosphate) in radish production cultivated in Cerrado Oxisol. The experiment was carried out in a greenhouse in a completely randomized design, using Bayóvar natural phosphate as the source, to supply the concentrations of 0, 80, 160, 240, 320, 400 mg dm<sup>-3</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> with five replicates. The variables analyzed were: Falker chlorophyll index, leaf number, plant height, root diameter, fresh and dry root mass, and fresh and dry shoot mass. Data were submitted to analysis of variance with posterior regression test with up to 5% probability. There was a significant effect for all the analyzed variables, adjusted to the quadratic regression model, except for the fresh shoot mass that obtained an increasing linear adjustment. It can be concluded that fertilization with natural phosphate has a direct influence on the growth, development and productivity of radish, with a range of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses between 230 and 330 mg dm<sup>-3</sup>, except for fresh shoot mass that obtained a linear adjustment.

**Keywords:** *Raphanus sativus* L.; phosphate fertilization; Oxisol; greenhouse.

## 1. INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma das olerícolas mais antigas, havendo registros de que seja cultivado há mais de três mil anos (MINAMI et al., 1998), e originário da região mediterrânea (RODRIGUES et al., 2013). Apresenta sua raiz de coloração avermelhada, a mais consumida, ou branca, sendo do tipo globular ou cilíndrico (MINAMI et al., 1998). É uma boa fonte de vitamina A, complexo B, cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na) e ferro (Fe) (CARDOSO & HIRAKI, 2001).

A cultura do rabanete apresenta ciclo relativamente curto, cerca de 30 dias. Devido ao seu rápido desenvolvimento, o rabanete requer altos níveis de fertilidade do solo, demandando grandes quantidades de nutrientes em um curto período. Em função disso, problemas nutricionais são difíceis de serem corrigidos dentro do ciclo de cultivo (COUTINHO NETO et al., 2010).

O fósforo é um dos elementos essenciais para o metabolismo vegetal, apresentando papel fundamental desenvolvimento e estabelecimento das plantas, propiciando efeitos benéficos tanto no sistema radicular quanto na parte aérea.

As fontes solúveis de fósforo, como os superfosfatos, propiciam uma disponibilidade imediata desse nutriente no solo, no entanto, estas fontes apresentam maior custo devido ao seu processo de industrialização, além de que grande parte do fósforo estará sujeita à fixação no solo, reduzindo a sua disponibilidade às plantas (LIMA et al., 2007).

Uma alternativa para reduzir custos com fertilizantes fosfatados na implantação e manutenção das pastagens tem sido a utilização de fontes fosfatadas menos solúveis, tais como os fosfatos naturais reativos.

Os fosfatos naturais reativos reagem gradualmente no solo e apresentam um efeito residual compensatório, e o somatório da sua eficiência, quando estimada por períodos longos, pode se igualar aos fosfatos solúveis.

Devido as características físicas e químicas, os Latossolos podem apresentar baixos teores de fósforo disponível, dessa forma a adubação fosfatada é importante para garantir o pleno desenvolvimento e a produtividade das culturas.

Com as considerações apresentadas, este estudo tem por objetivo avaliar a aplicação de fosfato natural reativo Bayóvar como fonte de fósforo sobre a produção

do rabanete cultivado em Latossolo Vermelho de Cerrado, e com o intuito de estabelecer uma recomendação para a cultura cultivada nas mesmas condições.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) foi uma das primeiras olerícolas a ser domesticada, e há registros de que ele tenha sido cultivado há mais de três mil anos. Quanto ao seu local de proveniência, há uma diversidade de teorias, autores o consideram proveniente da China, enquanto outros, originário do oeste asiático ou sul da Europa, mas o que parece certo, e que já era cultivado no antigo Egito, onde, até suas folhas eram consumidas (MINAMI & TESSARIOLI NETTO, 1997).

É um vegetal pertencente à família *Brassicaceae*, com a melhor época para o plantio corresponde a outono-inverno, tolerando bem o frio e as geadas leves, por isso, a formação de raiz é ótima quando as temperaturas são baixas, os dias são curtos e o pH do solo está entre 5,5 a 6,8 (FILGUEIRA, 2003).

As plantas, de maneira geral, apresentam em sua composição elevado teor de vitaminas e sais minerais que são de importância fundamental para a saúde humana. O rabanete atua como diurético, antiescorbútico, estimulante da função das glândulas digestivas e estimulante do fígado (MINAMI & TESSARIOLI NETTO, 1997).

Na fase vegetativa ocorre a emissão de folhas e a formação de uma raiz tuberosa. Na fase reprodutiva ocorre o pendoamento, florescimento e frutificação (MINAMI & TESSARIOLI NETTO, 1997).

Do ponto de vista econômico, é uma cultura com pequena área plantada, mas apresenta relevância em grande número de pequenas propriedades dos cinturões verdes, com grande diversidade de cultivo de hortaliças, favorecido pela sua característica de poder ser usada entre outras de ciclo mais longo, com épocas definidas de plantio, pois, além de ser relativamente rústica, apresenta ciclo muito curto (cerca de 25 a 30 dias), com retorno rápido (MINAMI et al., 1998).

Experimentos variando elementos, fontes e doses de nutrientes foram realizados com o intuito de obter melhorias na produtividade, e essas estão na média de 1,28 t ha<sup>-1</sup> (COSTA et al., 2006) e 3,99 g planta<sup>-1</sup> (BONELA et al., 2017).

## **2.2. Latossolo**

No Brasil, os Latossolos estão presentes na maior parcela geográfica em relação aos demais tipos de solos, cerca de 300 milhões de hectares (CAMPOS, 2006; RESENDE et al., 2007; CORRÊA et al., 2008). Essa classe de solo ocorre praticamente em todas as regiões do país sob diferentes condições climáticas, relevo e material de origem (RODRIGUES, 1996).

Os Latossolos apresentam os horizontes minerais A, B e C, caracterizados pelo horizonte B latossólico (Bw) de cores vermelhas a vermelho amareladas, constituído por uma fração argila de baixa atividade (EMBRAPA, 2013), com transição entre horizontes acontecendo de forma gradual ou difusa e a única diferença notável no perfil é o escurecimento do horizonte A, ocasionado pelo acúmulo de húmus proveniente de uma intensa decomposição de restos vegetais (EMBRAPA, 2013).

São solos profundos, o relevo de onde ocorrem é predominantemente suave ondulado ou plano, apresenta vegetação de Cerrado e/ou Floresta possuindo características físicas que se refletem em boa drenagem interna, boa aeração e ausência de impedimentos físicos à mecanização e penetração de raízes, condições que são favoráveis ao aproveitamento agrícola, entretanto as características químicas são as principais limitações deste tipo de solo, forçando práticas com adubação e calagem, dentro do manejo, para correção da acidez, da saturação por alumínio e da baixa fertilidade (EMBRAPA, 2013).

## **2.3. Adubação fosfatada**

O fósforo, se comparado ao potássio e ao nitrogênio, é o macronutriente com menor quantidade requerida pelas plantas, entretanto, devido a carência e a forte interação com a fração argila do solo (RAIJ, 1991) nos solos brasileiros, é o de maior quantidade recomendada por área (t ha<sup>-1</sup>) para aplicação no Brasil.

No metabolismo vegetal, o fósforo se faz necessário na fotossíntese, transferência e transporte de energia, respiração, funções celulares diversas, transferência de genes e reprodução (STAUFFER & SULEWSKI, 2004).

Para o elemento fósforo, Grant et al. (2001) explicam que é essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta, desempenha papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese, é também componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos.

As limitações na disponibilidade desse nutriente no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não conseguiria recuperar-se posteriormente, mesmo adequando o suprimento de fósforo, por isso, torna-se fundamental para o desenvolvimento das plantas. Mesmo sendo pequenas, essas quantidades devem estar presentes na solução do solo para um desenvolvimento satisfatório, e não pode ser substituído por nenhum outro elemento (MALAVOLTA et al., 1997).

Como nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes em quantidades suficientes para um adequado crescimento das plantas, faz-se necessário a prática de adubação, com o tipo e quantidade de adubos variando de acordo com as necessidades nutricionais de cada espécie, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 1995).

Além da dose e do tipo de adubo, um dos principais fatores a considerar na adubação fosfatada é o fenômeno da fixação, no qual o fósforo se complexa com outros elementos presentes no solo ou mesmo por adsorção na superfície das partículas da fração argila tornando-se menos disponível na solução do solo podendo ser lentamente liberado e por difusão encontrar a raiz (MALAVOLTA, 1980). A eficiência da adubação fosfatada é influenciada por vários fatores, dentre os quais, o tipo de solo, a fonte utilizada e a cultura.

## **2.4. Fosfato natural**

Fosfatos naturais são concentrados apatíticos obtidos a partir de minérios fosfáticos, os quais podem ou não, passar por processos físicos de concentração para separá-los dos outros minerais com os quais estão misturados na jazida. A

denominação fosfato natural ou rocha fosfática representa uma ampla variação nesses tipos de minérios, que diferem entre si em composição, em textura e em origem geológica, mas apresentam pelo menos uma característica em comum, pois são constituídos por minerais do grupo das apatitas (McCLELLAM & GREMILLION, 1980; KAMINSKI, 1983).

Os fosfatos naturais formaram-se por diferentes processos geológicos, podem ser de origem ígnea, metamórfica, ou sedimentar, também podem ter sofrido transformações por intemperismo, lixiviação, reprecipitação e variadas contaminações, quando as condições de formação da jazida e os fatores climáticos contribuíram para isso. Os depósitos de fosfatos de origem ígnea, ou magmática, costumam ser pobres em sílica, apresentam textura simples. Os fosfatos de origem sedimentar possuem história geológica complexa e variada, podendo ser detríticos, precipitados químicos ou conter quantidades significativas de apatita fóssil (orgânica).

São oferecidos no mercado de fertilizantes como fosfatos naturais reativos que permitem sua utilização diretamente na agricultura. Os fosfatos de origem metamórfica representam uma categoria intermediária entre as rochas sedimentares e ígneas, mas são rochas duras e apresentam outros minerais misturados mais intimamente entre si, conservando a estrutura básica dos sedimentos. Esses regimes de formação genética determinam as associações de minerais e as concentrações de fósforo na jazida, influenciando diretamente na dificuldade ou facilidade de exploração das minas e na possibilidade de concentração industrial dos fosfatos ocorrentes, ou mesmo para seu uso direto na agricultura. Os fosfatos de origem ígnea e metamórfica são considerados de modo geral, como de baixa reatividade no solo, os de origem sedimentar são considerados como sendo reativos no solo, mas não é somente a origem que determinará a sua reatividade no solo, a eficiência agronômica dos fosfatos em geral está diretamente correlacionada com a sua solubilidade (GOEDERT & LOBATO, 1980).

Os fosfatos naturais que reagem no solo mais lentamente podem apresentar um efeito residual compensatório, a longo prazo, e sua eficiência pode se equiparar aos fosfatos solúveis, quando analisado num período maior (NAKAYAMA et al., 1998).

O fosfato natural reativo de Bayóvar apresenta solubilidade intermediária entre as fontes de fósforo solúveis e os fosfatos naturais, pois é um fosfato de origem sedimentar e caracteriza-se por apresentar alto grau de substituição isomórfica do íon

fosfato por carbonato, o que lhe confere maior velocidade de reação no solo, quando comparado a outros fosfatos naturais (NOVAIS et al., 2007).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no mês de dezembro de 2017, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com doses de fósforo (0, 80, 160, 240, 320, 400 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cinco repetições. De acordo com a classificação proposta pela Embrapa (2013) o solo utilizado é caracterizado como Latossolo Vermelho, proveniente de uma área de cerrado, coletado na camada de 0,0-0,2 m, cujas características químicas e granulométricas foram analisadas de acordo com Embrapa (1997) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química e granulométrica de Latossolo Vermelho de Cerrado coletado na camada de 0,0 a 0,20m de profundidade no município de Rondonópolis-MT, para a realização do experimento.

<b>pH</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>S</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
CaCl <sub>2</sub>	mg/dm <sup>3</sup>			cmolc/dm <sup>3</sup>				%			
4,0	1,1	43,0	8,0	0,5	0,3	1,2	7,4	0,91	8,31	11,0	56,9
<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>B</b>				<b>M.O.</b>	<b>Argila</b>	<b>Silte</b>	<b>Areia</b>
mg/dm <sup>3</sup>					g/kg						
0,3	7,4	1,2	152,0	0,2				28,9	475,0	100,0	425,0

Após a coleta, o solo foi peneirado em malha de 4 mm e acondicionado em sacos plásticos (Figura 1) onde ficou incubado por 30 dias após a calagem que foi realizada com o intuito de elevar a saturação por bases a 80%, utilizando-se calcário dolomítico (PRNT 80,2%). Após esse período, o solo foi transferido para vaso com capacidade para 1,5 dm<sup>3</sup> (Figura 2).



**Figura 1.** Latosso Vermelho do Cerrado após a coleta, calagem e incubação.



**Figura 2.** Vasos com capacidade para  $1,5 \text{ dm}^3$  preenchidos com o solo após a incubação (B).

Foram incorporadas ao solo, por ocasião da semeadura, as doses de fósforo (0, 80, 160, 240, 320, 400  $\text{mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) juntamente com a dose de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) de 100  $\text{mg dm}^{-3}$  e micronutrientes, utilizando-se como fonte fosfato natural Bayóvar (29% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), cloreto de potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) e FTE BR 12 (3,9% de enxofre, 1,8% de boro, 0,85% de cobre, 2,0% de manganês e 9,0% de zinco) respectivamente.

O plantio foi realizado por meio de semeadura direta, utilizando sementes de rabanete cultivar Crimson Giant. Foram semeadas 5 sementes por vaso, a uma profundidade de 2 cm. No sétimo dia após a semeadura, realizou-se o desbaste, para que restassem duas plantas por vaso.

A adubação nitrogenada foi realizada em aplicação de cobertura, aos 14 dias após a emergência (DAE), com 100  $\text{mg dm}^{-3}$  de nitrogênio, utilizando como fonte ureia (45% de N). Durante toda condução do experimento, a umidade das unidades

experimentais foi mantida a 80% da capacidade máxima de retenção de água, pelo método gravimétrico (BONFIM-SILVA et al., 2011).

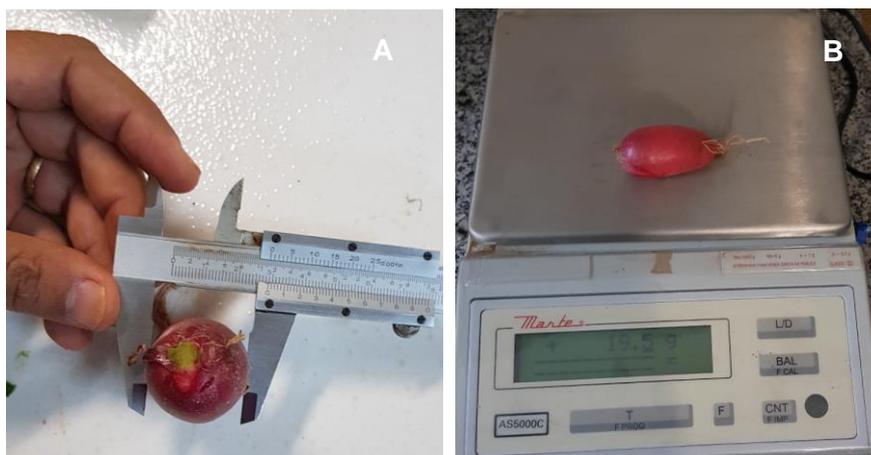
Os parâmetros altura das plantas e número de folhas foram avaliados aos 30 DAE. A altura das plantas foi avaliada utilizando-se régua graduada (Figura 3B), considerando a distância entre o colo da planta até o ápice da folha mais alta, e a determinação do índice de clorofila Falker foi realizada aos 20 DAE (Figura 3A), com auxílio de clorofilômetro portátil ClorofiLOG® modelo CFL 1030.



**Figura 3.** Avaliação do índice de clorofila Falker (A) e altura de plantas (B) em rabanete cultivado em Latossolo Vermelho do Cerrado submetido a adubação com fosfato natural.

Na ocasião da colheita (30 DAE), foi realizada a separação das plantas em parte aérea e raízes. Logo após, foi realizada a determinação do diâmetro das raízes com auxílio de paquímetro (Figura 4A).

As raízes foram pesadas em balança semianalítica para determinação da massa fresca de raízes (Figura 4B). Para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65 °C, até atingir massa constante.



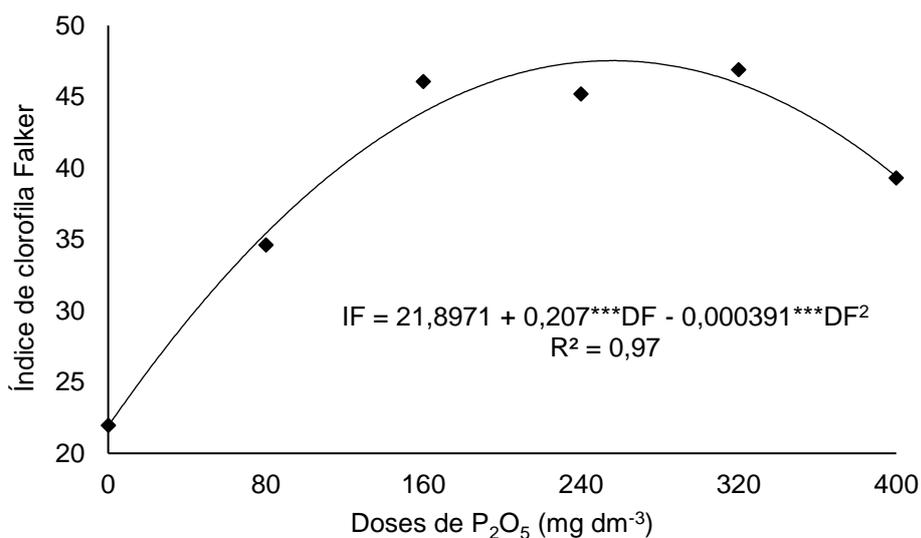
**Figura 4.** Mensuração do diâmetro (A) e massa fresca de raízes (B) de rabanete cultivado em Latossolo Vermelho do Cerrado submetido a adubação com fosfato natural.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância e ao teste de regressão, ambos até 5% de probabilidade, por meio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Índice de clorofila Falker

O índice de clorofila Falker realizado aos 20 dias após a emergência apresentou ajuste ao modelo quadrático de regressão para as doses de fosfato natural, cuja maior índice (49,29) foi obtida com a dose de  $P_2O_5$  de  $264,71 \text{ mg dm}^{-3}$  (Figura 5), com incremento de 53,16%.



**Figura 5.** Índice Falker em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. IF – Índice de clorofila Falker; DF - Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar). \*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade.

Plantas bem nutridas com fósforo apresentam um bom crescimento e, por consequência, uma boa absorção de outros elementos essenciais presentes no solo. Uma forma rápida de estimar a presença do macronutriente nitrogênio, é a utilização do medidor portátil conhecido como clorofilômetro.

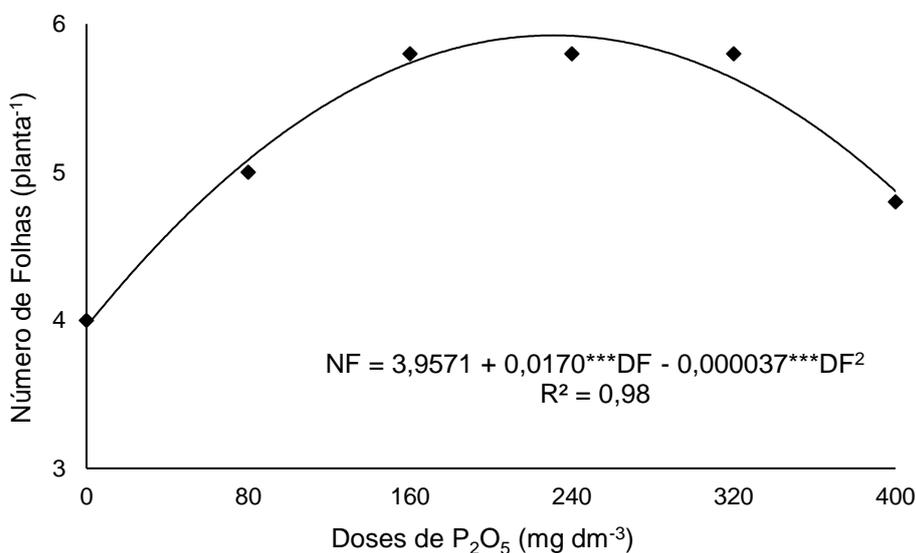
Segundo Pôrto et al. (2011) a leitura do índice de clorofila está diretamente relacionada com os teores de nitrogênio nas folhas e são indicadores da presença desse nutriente na cultura.

É importante relacionar a medida do clorofilômetro com a disponibilidade de outros nutrientes, além do nitrogênio, pois a deficiência de fósforo afeta o crescimento da planta e provoca menor emissão de folhas, com menor área foliar, o que limita a captação da radiação solar e, conseqüentemente, menor produção de fotoassimilados (BONFIM-SILVA et al., 2011).

O fósforo desempenha papel importante na nutrição das plantas, a sua atuação ocorre por meio da participação do trifosfato de adenosina (ATP), beneficiando o processo ativo de absorção do nitrogênio, com reflexos no índice de clorofila (MALAVOLTA et al., 1989).

## 4.2. Número de folhas

Com relação ao número de folhas, verificou-se um ajuste ao modelo quadrático de regressão, com o valor máximo (6 folhas) observado na dose de fósforo de 229,73 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 6), com incremento de 31,03%.



**Figura 6.** Número de folhas (planta<sup>-1</sup>) em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. NF – Número de folhas; DF - Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar). \*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade.

Visando melhorias na produção comercial do rabanete, a avaliação do número de folhas é de demasiada importância, pois de acordo com El-Desuki et al. (2005) um maior número de folhas pode resultar em uma maior produção de raízes, podendo ser atribuído a uma maior intercepção de luz.

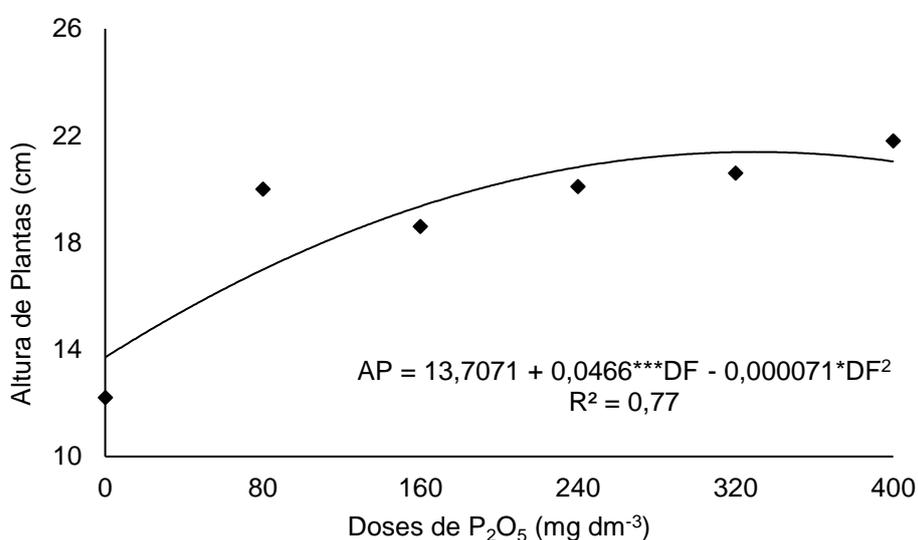
As folhas são órgãos importante para o pleno desenvolvimento das plantas, pois de acordo com Chapman & Lemaire (1993) elas são órgãos fotossintetizantes que capturam e utilizam a energia luminosa para as reações químicas vitais ao vegetal.

Estudando cultivares de rabanete submetidas a adubação orgânica residual, Bonela et al. (2017) encontraram uma média de 2,12 folhas por planta, e explicam que a quantidade de folhas está diretamente relacionado com os teores de nutrientes do solo, podendo variar com a época de semeadura e a cultivar utilizada.

Cecconello & Centeno (2016) não identificou aumento no número de folhas do rabanete ao submeter a cultura a doses de vermicomposto, entretanto, Linhares et al. (2010) identificou aumento médio de uma folha por planta, variando doses e tempo de decomposição de jitrana (*Merremia aegyptia* (L.) Urb.) incorporados ao solo.

### 4.3. Altura de plantas

A altura de plantas apresentou ajuste ao modelo quadrático de regressão, com ponto de inflexão em 21,35 cm na dose de fósforo de 328,17 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 7), com incremento de 44,04%.

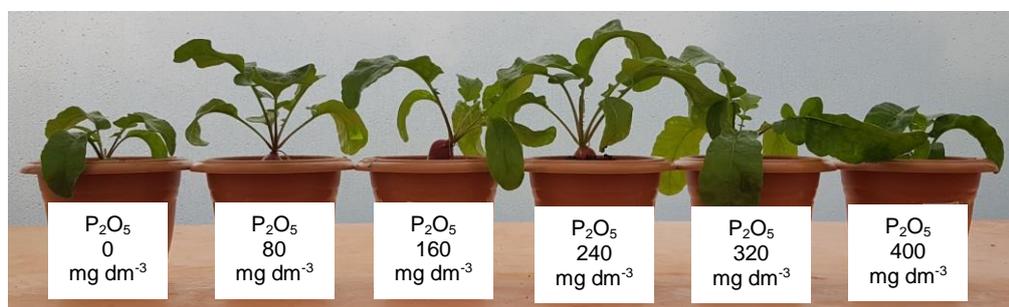


**Figura 7.** Altura de plantas (cm) em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. AP – Altura de plantas; DF - Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar). \*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade.

Essa resposta a adubação fosfatada para a altura de plantas está diretamente ligado ao número de folhas, visto que nas mesmas é onde ocorrem as reações de produção de carboidratos. Bonfim-Silva et al. (2011) explicam que resultados como estes demonstram a importância do fósforo no metabolismo das plantas desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese.

O aumento das doses de fósforo, até determinado ponto, há um maior crescimento das plantas e também das folhas (Figura 8). Desse modo, (Grant et al.,

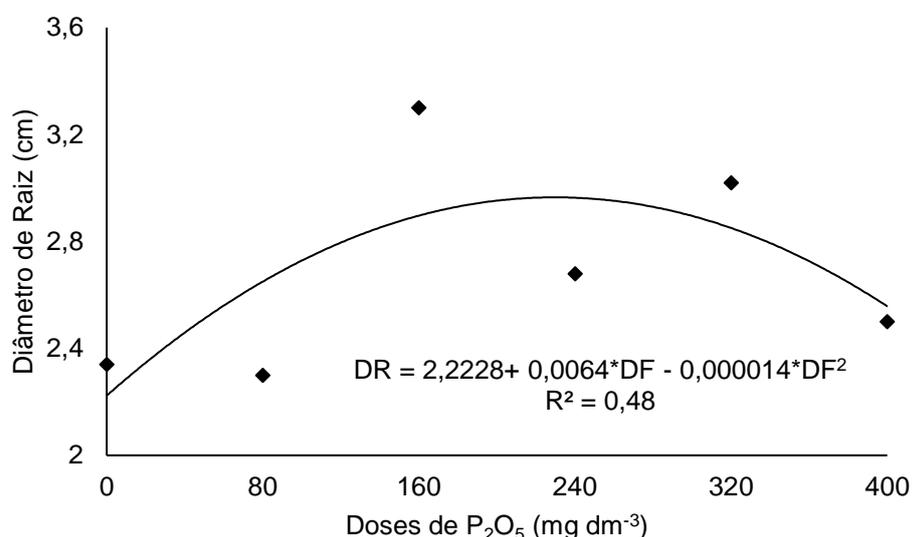
2001), pode-se afirmar que limitações na disponibilidade desse nutriente resultariam em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo elevando o suprimento de fósforo a níveis adequado.



**Figura 8.** Unidades experimentais do ensaio de rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses crescentes (0 a 400 mg dm<sup>-3</sup>) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) cultivado em Latossolo Vermelho do Cerrado.

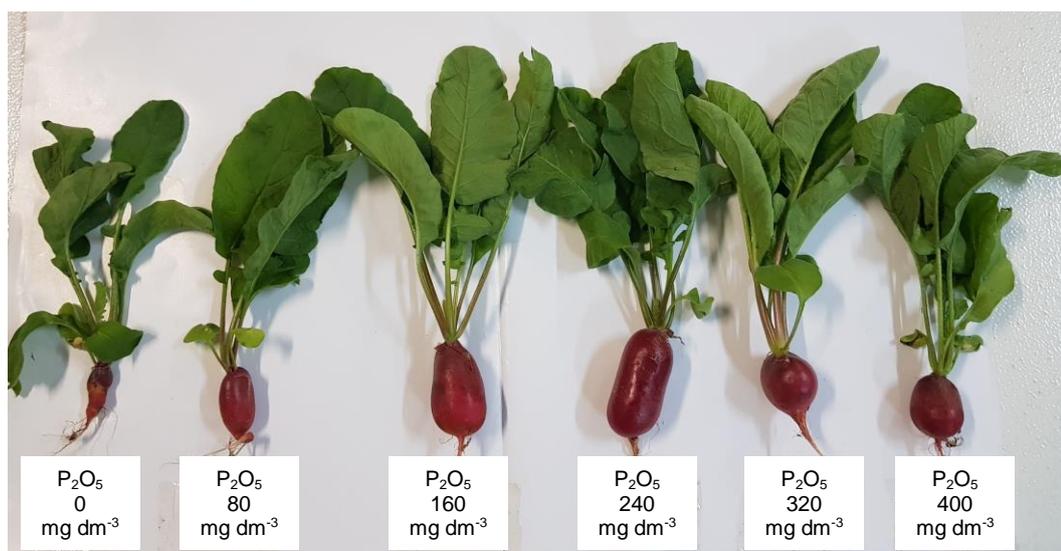
### 4.3. Diâmetro da raiz

Para o diâmetro da raiz do rabanete ocorreu ajuste a modelo quadrático de regressão com máximo diâmetro de 2,95 cm na dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 228,57 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 9), com incremento de 29,09%.



**Figura 9.** Diâmetro de raiz (cm) em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. DR – Diâmetro de raiz; DF - Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar). \* significativo a 5% de probabilidade.

Há visível diferença no diâmetro dos tubérculos (Figura 10), quando comparado com o tamanho da testemunha demonstra que o fósforo é um nutriente importante para a formação e desenvolvimento do tubérculo, visto que para Stauffer & Sulewski (2004), ele é necessário na produção de carboidratos, transferência e transporte de energia e na respiração.

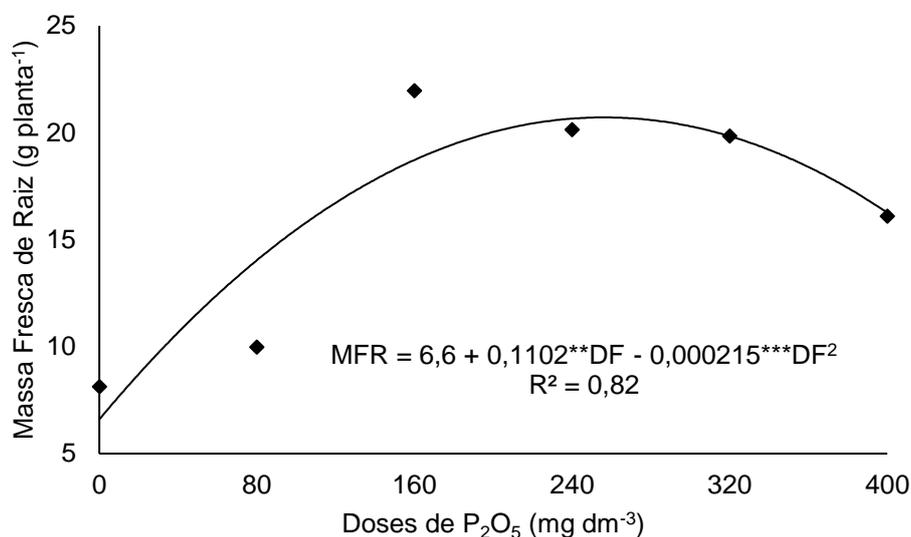


**Figura 10.** Plantas de rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses crescentes (0 a 400 mg dm<sup>-3</sup>) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) cultivado em Latossolo Vermelho do Cerrado.

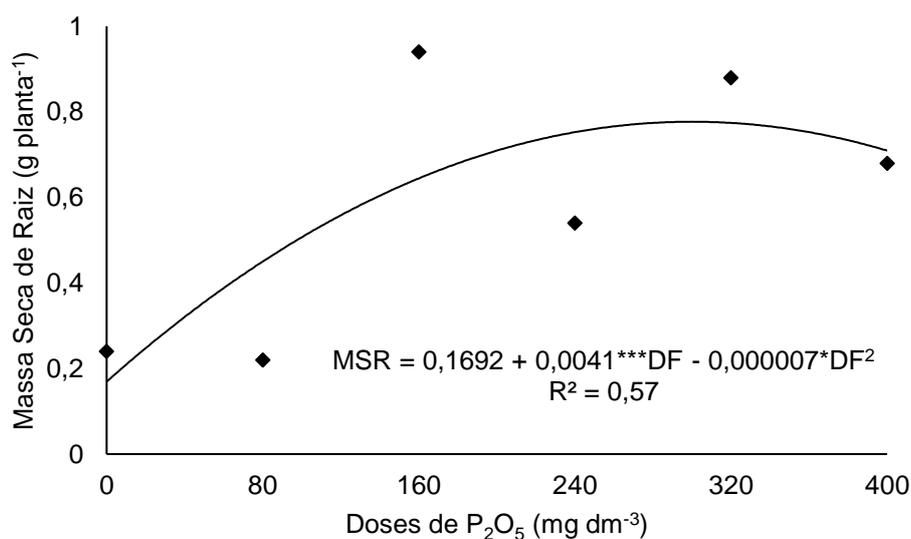
Avalhaes et al. (2009), em experimento com a cultura de beterraba aplicando doses de fósforo variando de 0 a 400 mg dm<sup>-3</sup>, puderam constatar que a ausência da adubação fosfatada comprometeu o desenvolvimento das raízes e da parte aérea, evidenciando sintomas de deficiência nas folhas os resultados observados por esses autores, na cultura da beterraba, se aproximam com os resultados apresentado nesse experimento com a cultura do rabanete, sendo verificados sintomas visuais de deficiência nutricional de fósforo.

#### 4.4. Massa fresca e massa seca de raiz

A produção de massa fresca e seca de raiz foi influenciada pelas doses de fósforo aplicadas, atingindo a máxima produção com 256,28 (Figura 11) e 292,86 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 12) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com incrementos de 63,02% e 74,47%, respectivamente.



**Figura 11.** Massa fresca de raiz (g planta<sup>-1</sup>) em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. MFR – Massa fresca de raiz; DF - Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar). \*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade; \*\*significativo a 1% de probabilidade.



**Figura 12.** Massa seca de raiz (g planta<sup>-1</sup>) em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. MSR –

Massa seca de raiz; DF - Doses de  $P_2O_5$  (Fosfato natural Bayóvar). \*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade; \*significativo a 5% de probabilidade.

Nas menores doses foi observado as menores massas de raízes, fato este que pode ser explicado por Brito et al. (2005), pois citam que a velocidade na decomposição e mineralização de resíduos orgânicos afetam de forma direta a disponibilidade de nutrientes para as plantas, e por consequência podendo ter um efeito negativo naquelas de ciclo rápido, como o rabanete.

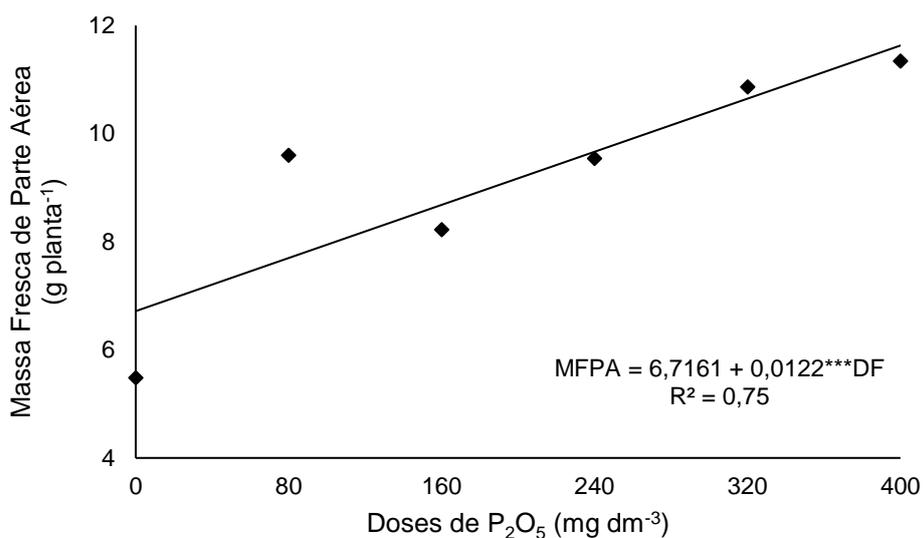
Por conta de sua suma importância nas atividades metabólicas, é esperado que o baixo teor de fósforo no solo afete o desenvolvimento dos vegetais, principalmente do sistema radicular (KOETZ et al., 2012). Com o intuito de suprir a baixa disponibilidade deste nutriente, as modificações no metabolismo dos vegetais se faz para aumentar a captação do fósforo e manter o crescimento e o desenvolvimento das plantas em níveis adequados (SILVA & DELATORRE, 2009).

Em um estudo com três cultivares de rabanete submetidas a adubação orgânica residual, Bonela et al. (2017) encontraram produção média de 3,99 g planta<sup>-1</sup>, valor que não corrobora com este estudo, pois na dose de 256,28 mg dm<sup>-3</sup> a produção foi de 34,79 g planta<sup>-1</sup>.

Variando fontes de adubo para fornecimento de nitrogênio associado a doses de potássio na cultura do rabanete, Castro et al. (2016) obtiveram incrementos na massa seca de raiz de 71% dados que corroboram com este estudo, visto o incremento observado foi de 74,47%. Estes resultados podem ser explicados devido a raiz tuberosa ser local com uma quantidade considerável de tecidos de armazenamento.

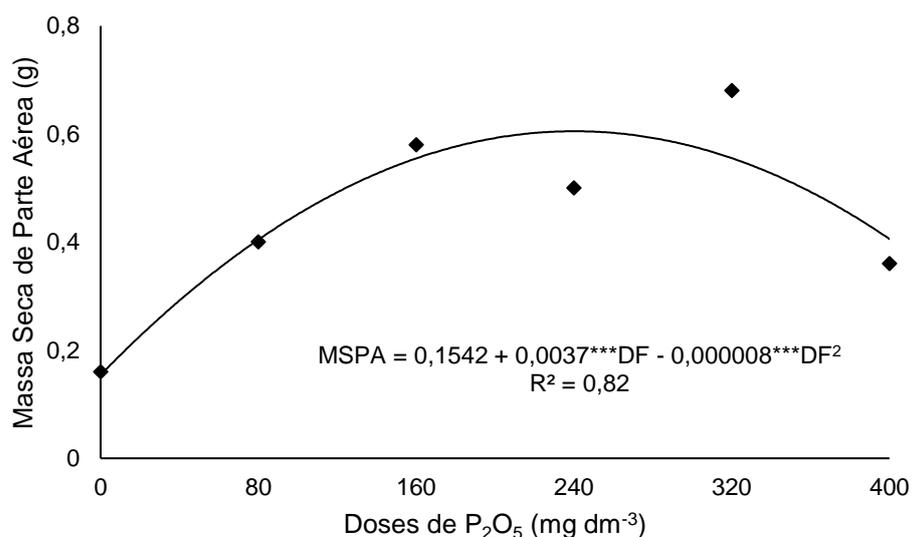
#### **4.5. Massa fresca e massa seca de parte aérea**

A produção de massa fresca apresentou maior produção (11,59 g) na dose de fósforo de 400 mg dm<sup>-3</sup>, seguindo um modelo linear de regressão (Figura 13), com incremento de 51,68%.



**Figura 13.** Massa fresca de parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. MFPA – Massa fresca de parte aérea; DF - Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar). \*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade.

A massa seca da parte aérea apresentou resultado similar aos discutidos anteriormente nos demais parâmetros, em que a máxima produção obtida foi de com a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 231,25 mg dm<sup>-3</sup>, resultando em um incremento de 76,47% em relação à ausência da adubação fosfatada (Figura 14).



**Figura 14.** Massa seca de parte aérea (g) em rabanete da cultivar Crimson Giant sob doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosfato natural Bayóvar) em Latossolo Vermelho do Cerrado. MSPA

– Massa seca de parte aérea; DF - Doses de  $P_2O_5$  (Fosfato natural Bayóvar).  
\*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade.

Incrementos das massas seca e fresca da parte aérea é importante, pois Filgueira (2003) constatou correlação direta e positiva entre essas variáveis e a produtividade para hortaliças tuberosas.

Bonela et al. (2017) em estudo que visava avaliar cultivares de rabanete variando a adubação orgânica residual, não observaram diferenças significativas para a massa fresca e seca de parte aérea, no entanto, Souza et al. (2012) testando diferentes fontes de adubação orgânica em um Argissolo Vermelho de textura arenosa, identificaram aumento significativo nesses parâmetros, ainda Bonela et al. (2015) também observaram incrementos no acúmulo de matéria seca e fresca de alface adubado com cama de frango e cama de suíno.

O acúmulo de massa seca e fresca de parte aérea, bem como para os demais parâmetros avaliados que obtiveram ajuste polinomial de segundo grau, nas doses mais altas observou-se uma queda nestas variáveis. Este fato, provavelmente, pode estar relacionado ao antagonismo nutricional que ocorre quando os níveis de fósforo disponíveis para as plantas ficam em excesso (MOTA et al., 2003).

## 5. CONCLUSÃO

A adubação com fosfato natural influencia positivamente nas características fitométricas, produtivas e índice de clorofila do rabanete cultivado em Latossolo Vermelho de Cerrado, com intervalo nas doses de  $P_2O_5$  de 230 a 330  $mg\ dm^{-3}$ , exceto para a massa fresca de parte aérea, que obteve ajuste linear.

## 6. REFERÊNCIAS

AVALHAES, C. C.; PRADO, R. M.; GONDI, A. R. O.; ALVES, A. U.; CORREIA, M. A. R. Rendimento e crescimento da beterraba em função da adubação com fósforo. *Scientia Agrária*, v.10, n.1, p.75-80, 2009.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.

BONELA, G. D.; SANTOS, W. P.; SOBRINHO, E. A.; GOMES, E. J. C. Produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes residuais de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 66-74, 2017.

BONELA, G. D.; SOUZA, H. O.; GUIMARÃES, R. R.; GOMES, E. J. C. Resposta de cultivares de alface a diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 89-95, 2015.

BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Semina Ciências Agrárias**, v. 26, n. 1, p.33-40, 2005.

CAMPOS, P. M. **Caracterização morfológica, física, química e mineralógica de Latossolos no Distrito Federal**. 2006. 66f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UNB, Brasília, 2006.

CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.196-199, 2001.

CASTRO, B. F.; SANTOS, L. G.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; BEBÉ F. V. Produção de rabanete em função da adubação potássica e com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 341-348, 2016.

CECCONELLO, S. T.; CENTENO, L. N. Avaliação de diferentes dosagens de vermicomposto produzido a partir de frutas, legumes e verduras na produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Thema**, v.13, n.1, p.93-102, 2016.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.) **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p. 55-64.

COSTA, C. C.; OLIVEIRA, C. D.; SILVA, C. J.; TIMOSSI, P. C.; LEITE, I. C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob

diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 118-122, 2006.

CORRÊA, M. M.; ANDRADE, F. V.; MENDOÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E. G. R.; PEREIRA, T. T. C.; AMEIDA, C. C. Ácidos orgânicos de baixo peso molecular e ácidos húmicos e alterações em algumas propriedades físicas e químicas de Latossolos, Plintossolo e Neossolo quartzarênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 121-131, 2008.

COUTINHO NETO, A. M.; ORIOLI JÚNIOR, V.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. M. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. **Revista Núcleos**, v. 7, n. 2, p. 105-114, 2010.

EL-DE SUKI, M.; SALMAN, S. R.; EL-NEMR, M. A.; ABDEL-MAWGOUD, A. M. R. Effect of plant density and nitrogen application on the growth, yield and quality of radish (*Raphanus sativus* L.). **Journal of Agronomy**, v. 4, n. 3, p. 225-229, 2005.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. Eficiência agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Agropecuária Brasileira**, v.15, n.3, p.311-318, 1980.

GONÇALVES, J. L. M. Características do sistema radicular de *Eucalyptus grandis* sob diferentes condições edáficas (I Distribuição de raízes nas camadas de solo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 21., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 876-878.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**: folheto. n. 95. Piracicaba: Informações agrônômicas – POTAFOS, 2001. 5 p.

KOETZ, M.; CARVALHO, K. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; REZENDE, C. G.; SILVA, J. C. Rúcula submetida a doses de fósforo em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1554-1562, 2012.

KAMINSKI, J. **Efeito de cinco fosfatos pré-, co- e pós-aplicados ao calcário no suprimento de fósforo ao sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench-CV. Conti-Brasil), em três Solos Ácidos**. 1983. 126p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 1983.

LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul de Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 32, n. 2, p. 100-105, 2007.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; OLIVEIRA, B. S.; HENRIQUES, G. P. S. A.; MARACAJA, P. B. Produtividade de rabanete em sistema orgânico de produção. **Revista Verde**, v. 5, n. 5, p. 94-101, 2010.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

McCLELLAN, G. H.; GREMILLION, L. R. Evaluation of Phosphatic Raw Materials. In.: KHASAWNEH, F. E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E.J. (Ed.) **The role of Phosphorus in Agriculture**. Wisconsin: Soil Science Society, 1980, p. 43-80.

MINAMI, K.; CARDOSO, A. I. I.; COSTA, F.; DUARTE, F. R. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, v. 57, n. 1, 1998.

MINAMI, K.; NETTO, J. T. **Rabanete: cultura rápida, para temperaturas amenas e solos areno-argilosos**. Piracicaba: ESALQ, série produtor rural, 1997, n. 4. 27 p.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Production of crisphead lettuce using doses and sources of phosphorus. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 320-622, 2003.

NAKAYAMA, L. H. I.; CACERES, N. T.; ALCARDE, J. C.; MALAVOLTA, E. Eficiência relativa de fontes de fósforo de diferentes solubilidades na cultura do arroz. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 2, 1998.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, v.29, n. 3, p. 311-315, 2011.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5 ed., Lavras: Editora UFLA, 2007, 322 p.

RODRIGUES, J. F.; REIS, J. M. R.; REIS, M. A. A utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.7, n. 2, p. 160-168, 2013.

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBCS/UFV, 1996. p. 16-60.

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

SOUZA, M. D. B.; NASCIMENTO, A. D.; RAMOS, A. B. Produção orgânica de rabanete sob diferentes fontes de adubos orgânicos. In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 4., 2012, Glória de Dourados, **Anais...** Glória de Dourados: Cadernos de Agroecologia, 2012. p. 1-4.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo essencial para a vida. In: YAMADA, T.; ABADALLA, S. R. SIMPÓSIO FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 2004, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Potatos, 2004, p. 1-11.