

Calagem e adubação fosfatada no cultivo rabanete em Latossolo Vermelho

Liming and phosphate fertilization for rabanette cultivated in Red Oxisol

DOI:10.34117/bjdv7n8-219

Recebimento dos originais: 07/07/2021

Aceitação para publicação: 10/08/2021

Edna Maria Bonfim-Silva

Professor doutor, Universidade Federal de Rondonópolis, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Cidade Universitária, CEP: 78736-900, Rondonópolis-MT

E-mail: embonfim@hotmail.com

Ivan David Ferreira Silva

Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Rondonópolis, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas

E-mail: ivandask@live.com

Jucielly Marques Ribeiro

Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Rondonópolis, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas

E-mail: juciellymarques27@gmail.com

Werlen de Souza Fernandes

Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Rondonópolis, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas

E-mail: werlenfernandez@gmail.com

Julio José Nonato

Doutorando em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, CEP: 78060-900, Cuiabá, MT

E-mail: nonatojj@gmail.com

RESUMO

A calagem é uma técnica de manejo do solo que corrige o pH e disponibiliza parte dos nutrientes para as plantas. Dentre esses nutrientes encontra-se o fósforo, que é essencial para o desenvolvimento e crescimento vegetal, pois é componente fundamental de estruturas energéticas. Em virtude dessa relação, objetivou-se avaliar os efeitos de doses de fósforo em associação com métodos de aplicação de calagem (incubado e não incubado) visando a construção de material para uso com fins didáticos. O experimento foi realizado em casa de vegetação com delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x5, sendo calagem com período de incubação de 30 dias do calcário e aplicação na semeadura, e cinco doses de fósforo (0, 100, 200, 300 e 400 mg dm⁻³). As variáveis analisadas foram pH, número de folhas, massa seca de parte aérea, diâmetro e massa fresca de tubérculos e teor de açúcares. A incubação do calcário aumenta desenvolvimento do rabanete. O intervalo de doses de fósforo (P₂O₅) para o maior desempenho agrônômico do rabanete é de 218 a 348 mg dm⁻³.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, calcário, correção da acidez, fertilidade do solo.

ABSTRACT

Liming is a soil management technique that corrects pH and makes part of nutrients available to plants. Among these nutrients is phosphorus which is essential for plant development and growth as it is a fundamental component of energy structures. Due to this relationship, the objective was to evaluate the effects of phosphorus doses in association with liming application methods (incubated and non-incubated) aiming the construction of a material for educational purposes uses. The experiment was carried out in a greenhouse with a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement, liming with lime incubation period of 30 days and application at sowing, and five phosphorus doses (0, 100, 200, 300 and 400 mg dm⁻³). The analyzed variables were pH, number of leaves, shoot dry mass, tuber diameter and fresh mass and sugar content. Lime incubation increases radish development. The phosphorus doses range (P₂O₅) for radish highest agronomic performance is from 218 to 348 mg dm⁻³.

Keywords: *Raphanus sativus*, limestone, acidity correction, soil fertility.

1 INTRODUÇÃO

Na extensão do território brasileiro é comum a ocorrência de solos ácidos, havendo predomínio de solos com elevadas saturações por alumínio, baixos teores de cálcio, magnésio e fósforo. Dessa forma, o desenvolvimento radicular de muitas culturas fica comprometido e as plantas mais vulneráveis, podendo limitar a produção (Raij, 2008). Tornando necessário o manejo da calagem, para evitar esta limitação (Speratti et al., 2018).

O processo de calagem consiste na aplicação de calcário ao solo, com o intuito de correção da acidez e ainda fornecer cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Devido ao período necessário para que as reações químicas ocorram, eficiência no uso desse corretivo está associada a aplicação antecedendo a semeadura, no caso de cultivos em campo, de 2 a 3 meses (Embrapa, 2013), no entanto, em casa de vegetação sob controle de umidade do solo, costuma ser utilizado 30 dias para a garantia das reações químicas para a correção da acidez.

Considerando que os Latossolos Vermelhos ocupam quase a metade das áreas de Cerrado no Brasil e, que em suas características químicas apresentam altas quantidades de óxidos de ferro, reduzida capacidade de troca de cátions e baixa fertilidade natural (Embrapa, 2018) o manejo da calagem e fertilizantes se tornou uma prática comum nas atividades agrícolas (Bernardi et al., 2003; Marris, 2005).

Por apresentar teores de óxidos de ferro mais elevados, a baixa disponibilidade de fósforo é atenuada no Latossolo Vermelho, pois os minerais da fração argila adsorvem

fortemente este nutriente (Embrapa, 2013), podendo ocasionar a deficiência de P nas plantas (Sanz-Saez et al., 2017). Na diagnose visual, essa deficiência pode ser observada quando há formação de plantas pequenas, torção das folhas e em casos severos, ocorre aparição de partes mortas em folhas, frutos e caule, ainda, a coloração nas folhas pode ser avermelhada a arroxeadas (Novais, 2007).

Isso torna o fósforo um nutriente muito importante e bastante exigido pelas culturas, principalmente em solos da região do Cerrado brasileiro (Vilela et al., 1998). Dentre essas culturas está o rabanete (*Raphanus sativus* L.), que é um tubérculo vermelho, pertencente à família Brassicaceae (Oliveira et. al, 2010) e de ciclo rápido (Filgueira, 2000). Na culinária é, popularmente, apreciado no consumo *in natura*, com percepção ao paladar de um sabor adocicado, refrescante e picante (Embrapa, 2016).

Na faixa de pH do solo entre 5,5 e 6,8 o rabanete apresenta maior desenvolvimento (Vidigal e Pedrosa, 2007), o que torna a calagem e a adubação fosfatada ferramentas indispensáveis (Raij, 2008) para a produção deste tubérculo.

Visto a importância da correção da acidez do solo e da adubação fosfatada para Latossolo Vermelho, o presente trabalho visa analisar as doses de fósforo associados a dois métodos de calagem (incubado e não incubado) na produção de rabanete e seu uso para elaboração de material para fins didáticos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Rondonópolis, em casa de vegetação localizada na região sul do estado de Mato Grosso. As coordenadas geográficas são 16°46'39" Latitude Sul, 54°58'03" Longitude Oeste e altitude 285 m. A pesquisa foi desenvolvida junto aos discentes da disciplina de Fertilidade do Solo do para elaboração de material para fins didáticos.

Durante o período de realização do experimento, as condições de temperatura e umidade do ar na casa de vegetação foram controladas, sendo a temperatura máxima (média de 32 °C), temperatura mínima (média de 20 °C) e umidade relativa do ar (média de 51 %).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, sendo a aplicação de cinco doses de fósforo (P_2O_5): 0, 100, 200, 300 e 400 mg dm^{-3} e duas formas de manejo da calagem, com incubação de trinta dias e sem incubação com aplicação na ocasião da semeadura, para ambos foi realizada a incorporação e homogeneização do calcário ao solo.

O solo utilizado foi coletado na camada de 0,0 – 0,20 m de profundidade em uma área de Cerrado e peneirado na malha de 4 mm e, de acordo com o Sistema brasileiro de classificação de solos (Embrapa, 2018), se enquadra como Latossolo Vermelho distrófico. Após a coleta, uma análise química e granulométrica foi realizada no solo, com os resultados: pH (CaCl_2) = 4,0; P = 1,1 mg dm^{-3} (Mehlich⁻¹); K = 33 mg dm^{-3} ; S = 2,0 mg dm^{-3} ; Ca = 0,4 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg = 0,2 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; SB = 0,7 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; CTC = 8,3 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V = 10,7 %; M.O. = 21,2 g dm^{-3} ; areia, silte e argila equivalentes a 445, 100 e 455 g kg^{-1} , respectivamente.

Com base nesta análise do solo, foi determinada a recomendação da adubação e correção da acidez do solo. A calagem foi realizada pelo método da saturação por bases utilizando calcário dolomítico (Poder Real de Neutralização Total = 99%) para elevar a saturação por bases a 80%. Para os tratamentos com a incubação, o calcário foi aplicado, o solo umedecido, homogeneizado, alocados em sacos plásticos transparentes e vedados por um período de trinta dias, no tratamento sem incubação, o calcário foi aplicado ao solo e homogeneizado na ocasião de plantio.

A adubação com fósforo (P_2O_5) foi realizada por ocasião da semeadura utilizando superfosfato simples como fonte e os tratamentos receberam 0, 100, 200, 300 e 400 mg dm^{-3} . A adubação com potássio (K_2O) também foi realizada na semeadura com dose de 100 mg dm^{-3} , utilizando como fonte o cloreto de potássio. Para a adubação nitrogenada foi utilizada a dose de nitrogênio de 100 mg dm^{-3} e foi parcelada em duas aplicações (50% em cada), a primeira aos 7 dias e a segunda aos 15 dias após a emergência das plantas e utilizou-se ureia como fonte. A adubação com micronutrientes foi realizada na semeadura utilizando 20 mg dm^{-3} de FTE BR-12 (enxofre 3,29%; boro 1,8%; cobre 0,85%; manganês 2,0% e zinco 9,0%).

As unidades experimentais foram constituídas de vasos plástico com volume de 1,5 dm^3 preenchidos com o solo após a aplicação dos tratamentos e adubações. O plantio foi realizado por meio de semeadura direta, na qual foram semeadas 5 sementes de rabanete cv. Crimson Gigante por vaso a uma profundidade de aproximadamente 0,02 m. Após a emergência realizou-se o desbaste deixando apenas 2 plantas por vaso.

A irrigação foi realizada diariamente pelo método gravimétrico (Bonfim-Silva et al., 2011) para que o solo atingisse 80% de sua capacidade máxima de retenção de água.

As análises realizadas foram: pH do solo; número de folhas; massa seca da parte aérea; diâmetro e massa fresca dos tubérculos; teor de açúcares no tubérculo.

Para o pH do solo, uma amostra única, composta das repetições, de 10 dm³ foi retirada de cada tratamento para a leitura em CaCl₂ em ocasião da semeadura e colheita, seguindo o protocolo de Donagema et al. (2011).

A avaliação do número de folhas foi realizada aos 30 dias após a emergência das plantas por meio da contagem manual. Para a massa seca da parte aérea, as folhas foram destacadas do tubérculo e acondicionadas em sacos de papel, levados a estufa com circulação forçada de ar a temperatura de, aproximadamente, 65 °C até atingir massa constante e pesadas em balança de precisão semi-analítica. O diâmetro dos tubérculos foi realizado com paquímetro digital, padronizando-se a região de maior diâmetro de cada tubérculo. A massa fresca dos tubérculos foi realizada com a pesagem dos mesmos em balança de precisão semi-analítica. A determinação do grau Brix foi realizada com o uso de um refratômetro manual analógico calibrado a temperatura ambiente com água deionizada, marca Lorben modelo GT427, escala: Brix 0-32°, precisão: +-0,2.

Os resultados das variáveis foram submetidos a análise de variância com posterior análise de regressão para verificar o ajuste em função dos níveis de P₂O₅ e, quando em fator isolado para a calagem, teste de F para averiguar a diferença entre as médias. Considerou-se nível de 5% de probabilidade estatística e todas as análises foram realizadas com o auxílio do *software* SISVAR ver. 5.6 (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre o manejo da calagem e a adubação fosfatada para a massa fresca de tubérculos do rabanete. Para as demais variáveis, houve efeito isolado para as doses de fósforo, com ajuste a modelo de regressão. Para a calagem o efeito isolado ocorreu nas variáveis número de folhas, massa seca de parte aérea e diâmetro do tubérculo.

Para o pH do solo nos períodos de semeadura e colheita do rabanete (Tabela 1) foram considerados apenas valor unitário de caracterização para cada tratamento em função de amostragem composta.

Tabela 1. pH do solo em função do manejo de calagem e doses de fosforo (P_2O_5) nos períodos da semeadura e colheita do rabanete.

P_2O_5 (mg dm^{-3})	pH do solo*			
	Semeadura		Colheita	
	Incubado	Não Incubado	Incubado	Não Incubado
0	5,75	4,98	5,99	6,42
100	5,74	4,72	6,29	5,98
200	5,80	4,63	6,06	6,24
300	6,03	4,43	5,92	6,27
400	6,19	4,98	6,20	6,28
Média	5,90	4,75	6,09	6,24

* Realizado com pHmetro digital em solução o Cloreto de Cálcio ($CaCl_2$ a 0,01M).

3.1 NÚMERO DE FOLHAS

As formas de manejo da calagem influenciaram significativamente o número de folhas do rabanete, com o maior ao número de folhas no tratamento em que o calcário passou por período de incubação (Tabela 2).

Tabela 2. Número de folhas de rabanete submetido ao manejo de calagem (incubada e não incubado) em Latossolo Vermelho.

Calagem	Número de Folhas (un.)
Incubado	7,85 a
Não Incubado	6,85 b

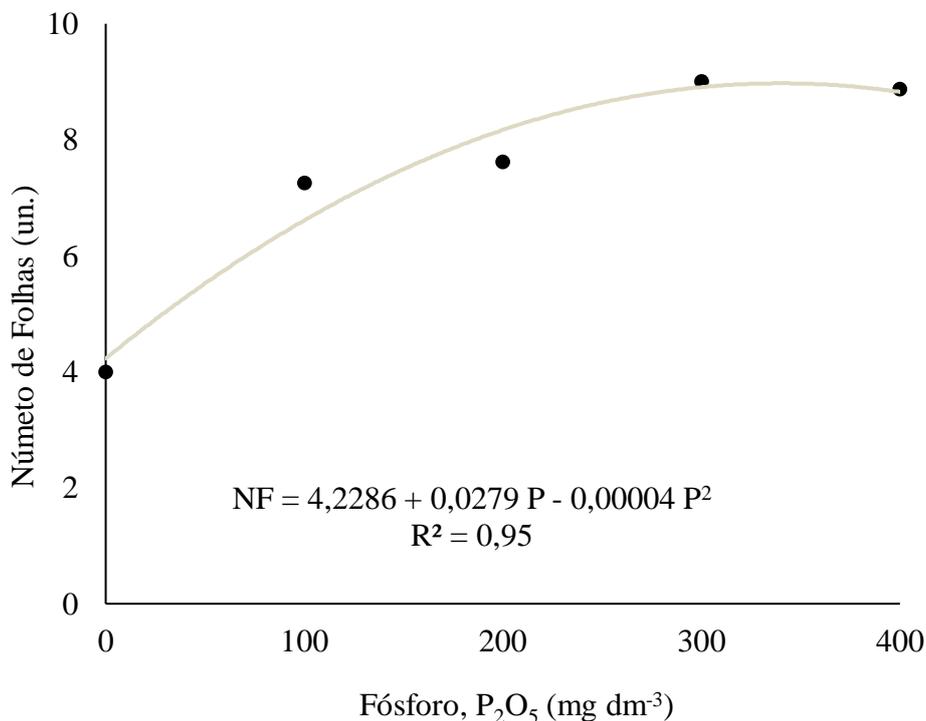
Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade estatística.

O processo de calagem resulta em neutralização da acidez do solo e da toxidez por Al^{3+} ainda, aumenta a disponibilidade de nutrientes como o potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (Malavolta et al., 1997; Embrapa, 2013).

Em experimento comparando calcário com cinza vegetal na correção do pH de Latossolo Vermelho distrófico, foi relatado que para o calcário a partir dos 20 dias de incubação com a saturação por bases de 80%, o pH já está por volta de 6,21 (Bonfim-Silva et al., 2019). Valor dentro da faixa de maior desenvolvimento para a cultura do rabanete (5,5-6,8) (Vidigal e Pedrosa, 2007).

Para o número de folhas ocorreu ajuste ao modelo de regressão quadrática em função das doses de fósforo (P_2O_5). A dose de fosforo de 348,75 mg dm^{-3} correspondeu ao maior número de folhas de rabanete (Figura 1).

Figura 1. Número de folhas de rabanete submetido a doses de fósforo (P_2O_5) e cultivado em Latossolo Vermelho. NF = Número de Folhas; P = Dose de P_2O_5 .



O aumento no número de folhas pode ser relacionado ao fato de o P estar presente na composição da adenosina trifosfato (ATP), que é uma das fontes de energia para os processos metabólicos vegetais (Taiz et al., 2017).

Aumento similar também foi relatado por Nunes et al. (2014), em experimento que avaliou o crescimento de plantas de rabanete submetido doses de fósforo e encontraram máxima produção de folhas em dose de P_2O_5 de $309,80\ mg\ dm^{-3}$. Corroborando com o presente estudo, Koetz et. al (2013) em experimento que verificou os efeitos das doses de fósforo na produção de rúcula (*Eruca sativa* L.) cultivado em Latossolo Vermelho, também observaram ajuste ao modelo quadrático de regressão para o número de folhas, com a dose de fósforo de $316,35\ mg\ dm^{-3}$ obtendo a maior eficiência.

Em experimento com doses de fósforo em rabanete cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo, Oliveira et al. (2010) identificaram ajuste de regressão ao modelo quadrático para o número de folhas, com a dose de fósforo de $471,33\ mg\ dm^{-3}$ a de maior eficiência.

3.2 MASSA SECA DA PARTE AÉREA

Para a massa seca de parte aérea, houve diferenças quando comparado a calagem com o período de incubação com o calcário para a aplicação na semeadura, sendo que o tratamento com a incubação do calcário que apresentou maior acúmulo de massa seca na parte aérea (Tabela 3).

Tabela 3. Massa seca de parte aérea de rabanete submetido ao manejo de calagem (incubada e não incubado) em Latossolo Vermelho.

Calagem	Massa Seca de Parte Aérea (g)
Incubado	2,17 a
Não Incubado	1,57 b

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade estatística.

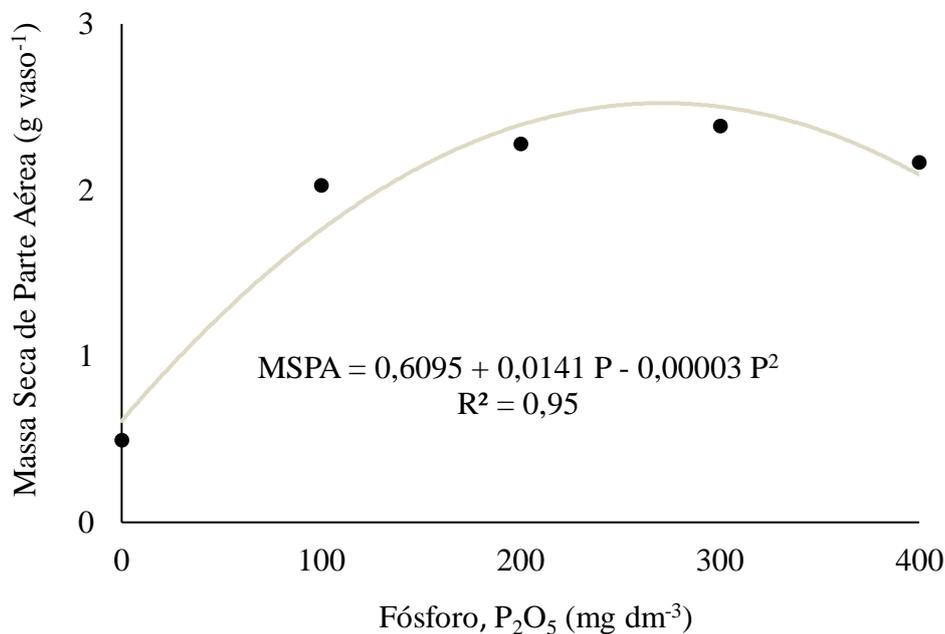
Esse incremento de, aproximadamente, 38,22% na massa seca de parte ao comparar a calagem com incubação a não incubada, pode estar relacionado a maior disponibilidade de nutrientes desde o início do desenvolvimento das plantas de rabanete, pois no momento da semeadura o pH do solo encontrava-se em 5,90 (Tabela 1), valor dentro da faixa de aumento na disponibilidade dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento dos vegetais (Malavolta et al., 1997; Embrapa, 2013).

Dentre estes nutrientes disponibilizados com o aumento do pH está o fósforo, que em condições de acidez de solos tropicais intemperizados, apresentam-se retidos nos coloides do solo (Novais e Smyth, 1999) e, com o aumento do pH há uma alteração nas cargas do solo (Cornell e Schwertmann, 2000) liberando assim mais fósforo na solução.

Em teste com a associação de níveis de calagem e adubação fosfatada, Freitas et al. (2017) observaram que para a espécie *Cassia grandis* L., a saturação por base de 25% em conjunto com a dose de 490 mg dm⁻³ de P₂O₅ apresentaram a maior produção de massa seca de parte aérea.

As doses de fósforo foram significativas para o acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas de rabanete, com ajuste polinomial de segunda ordem em que na dose de fósforo de 235 mg dm⁻³ ocorreu a maior massa seca, 2,27 g vaso⁻¹ (Figura 2).

Figura 2. Massa seca de parte aérea de rabanete submetido a doses de fósforo (P_2O_5) e cultivado em Latossolo Vermelho. MSPA = Massa Seca de Parte Aérea; P = Dose de P_2O_5 .



Nunes et al. (2014), avaliando os efeitos da adubação fosfatada na cultura do rabanete observaram um incremento de 84% no acúmulo de massa seca de parte aérea ao comparar a ausência de adubação com o a dose de fósforo de máxima eficiência 284,6 $mg\ dm^{-3}$.

No presente estudo, observou-se sintomas visuais de deficiência de fósforo ao longo da realização do experimento, plantas que não receberam adubação fosfatada não se desenvolveram completamente. Associando a diagnose visual com os resultados encontrados, foi possível observar que o fósforo é um elemento importante para o desenvolvimento do rabanete, o que reforça a relação deste nutriente com a maximização dos processos metabólicos das plantas (Luz et al., 2013).

O número de folhas redziu na ausência de adubação com fósforo, e isso está relacionada a baixa disponibilidade desse nutriente em condições naturais do solo (1,1 $mg\ dm^{-3}$). Cecílio Filho et al. (2017) não encontraram diferenças para o número de folhas por plantas de rabanete ao aplicar doses de fósforo e, justificaram ser pelo Latossolo Vermelho eutrófico utilizado já possuir 60 $mg\ dm^{-3}$ de fósforo, considerado alto para a cultura (Trani et al., 1997).

3.3 DIÂMETRO DO TUBÉRCULO

Quanto ao diâmetro de tubérculos, houve diferença significativa entre os tratamentos para os métodos de calagem, sendo que o incubado apresentou maior valor para o diâmetro quando comparado ao não incubado (Tabela 4).

Tabela 4. Diâmetro de tubérculo de rabanete submetido ao manejo de calagem (incubada e não incubado) em Latossolo Vermelho.

Calagem	Diâmetro do Tubérculo (mm)
Incubado	39,20 a
Não Incubado	30,95 b

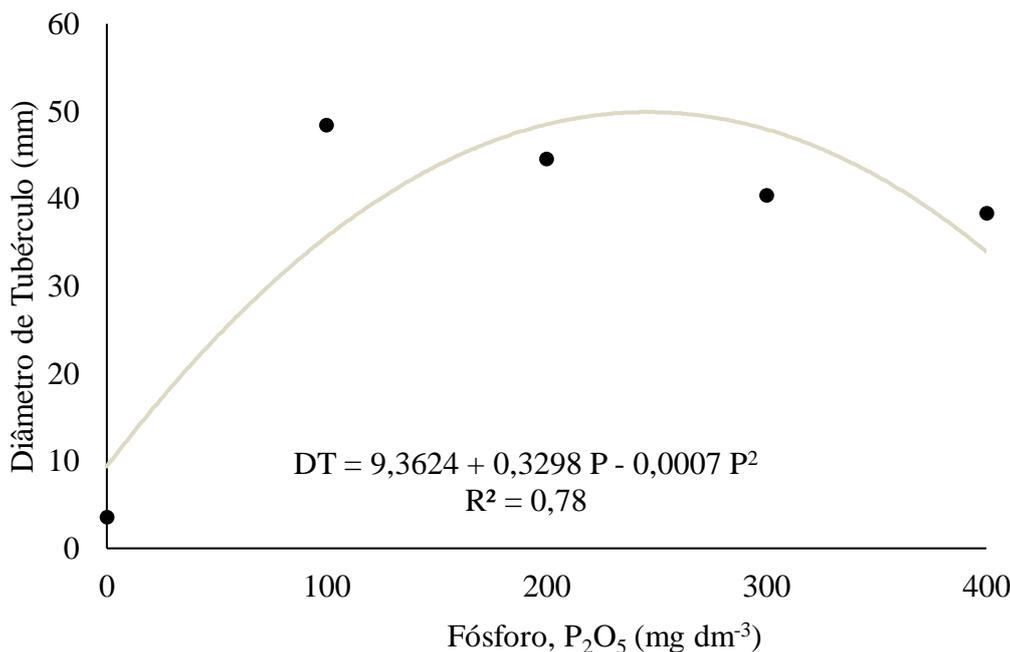
Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade estatística.

O resultado superior no diâmetro dos tubérculos pode estar relacionado ao pH do solo que se manteve entre 5,9 (semeadura) a 6,09 (colheita) (Tabela 1), dentro da faixa adequada ao crescimento do rabanete (5,5-6,8) (Vidigal e Pedrosa, 2007).

Quando a faixa de pH esta adequada há uma maior disponibilidade de nutrientes, inclusive o fósforo e nitrogênio (Malavolta et al., 1997; Embrapa, 2013), nutrientes importantes para o crescimento e para a divisão celular das plantas (Taiz et al., 2017), podendo assim, justificar o maior diâmetro do tubérculo de rabanete com a calagem que passou pela incubação em comparação ao não incubado. Em experimento com aplicação de adubação nitrogenada em rabanete, Santos et al. (2018) observaram que a aplicação da dose de N em 60 mg dm⁻³ proporcionou um aumento no acúmulo de matéria vegetal tanto de parte aérea quanto raiz.

As doses de fósforo influenciaram de forma isolada o diâmetro dos tubérculos de rabanete, com a dose fósforo de 235,57 mg dm⁻³ correspondendo ao maior diâmetro, de 48,21 mm (Figura 3). Abd-El-Hamied et al. (2018), relatam que a maior disponibilidade de P no solo surtiram efeitos no aumento do diâmetro de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Figura 3. Diâmetro de tubérculo de rabanete submetido a doses de fósforo e cultivado em Latossolo Vermelho. DT = Diâmetro de Tubérculo; P = Dose de P_2O_5 .



Esses resultados corroboram aos encontrados em experimento com fontes de fósforo na produção de rabanete e observaram que para o superfosfato simples, o maior diâmetro, 41,56 mm foi encontrado na dose de fósforo de $284,48\ mg\ dm^{-3}$ (Sousa et al., 2017).

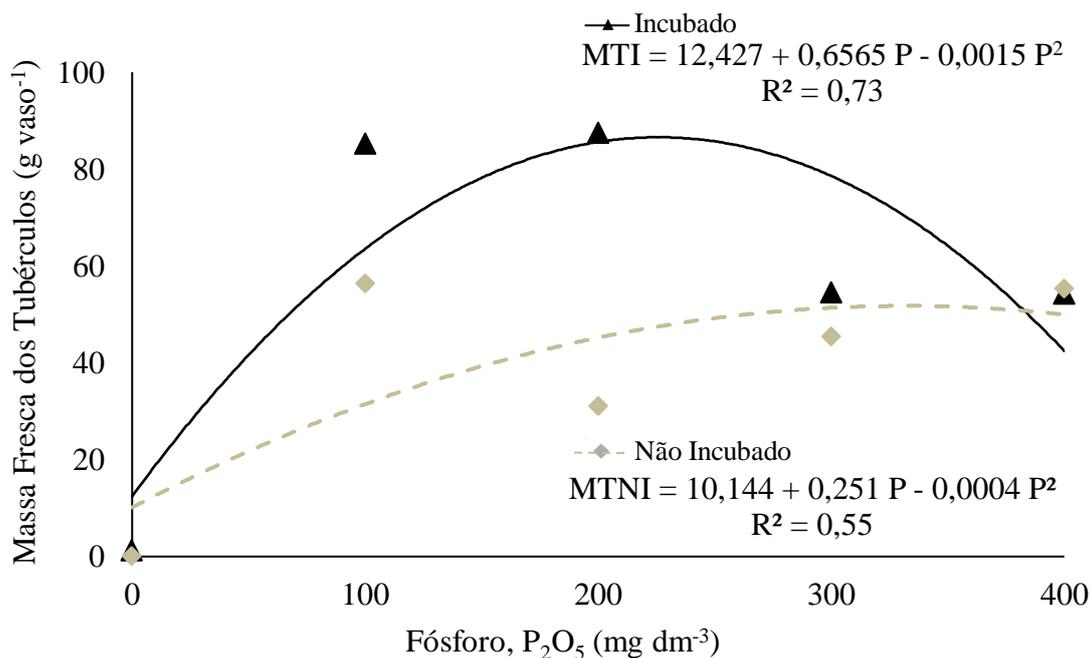
A partir da dose de fósforo (P_2O_5) de $235,57\ mg\ dm^{-3}$ os valores de diâmetro do tubérculo começaram a decrescer. Desse modo, doses superiores a esta para o Latossolo Vermelho não resultaram em ganhos expressivos, além disso, foi observado o surgimento de fissuras nos tubérculos nas doses de 300 e $400\ mg\ dm^{-3}$, o que não é interessante do ponto de vista comercial. Em experimento para verificar a produção de rabanete com a associação de doses fósforo e potássica, Cecílio Filho et al. (2017) não encontram interação entre os fertilizantes, mas verificaram um percentual de tubérculos rachados em 37,26% para a cv. Sakata 19.

3.4 MASSA FRESCA DOS TUBÉRCULOS

Houve interação significativa no manejo de calagem e as doses de fósforo para a massa fresca de tubérculos. Para o calcário incubado a dose de fósforo de $218,83\ mg\ dm^{-3}$ correspondeu ao maior acúmulo de massa fresca de tubérculo, de 84,26 g e, para o calcário não incubado, a dose de $313,75\ mg\ dm^{-3}$ de P_2O_5 foi equivalente a 49,52 g (Figura

4). Resultados que corroboram aos descritos por Nunes et al. (2014), em experimento com a aplicação de doses de P_2O_5 em Latossolo Vermelho com calagem em período de incubação de 30 dias na produção rabanete e, observaram que a dose de fósforo de 256 mg dm^{-3} obteve $75,68 \text{ g vaso}^{-1}$ de massa fresca de tubérculos.

Figura 4. Massa fresca de tubérculos de rabanete submetido a doses de fósforo (P_2O_5) associado a calagem com incubação e sem incubação do calcário e, cultivado em Latossolo Vermelho. MTI = Massa Fresca de Tubérculo com calcário Incubado; MTNI = Massa Fresca de Tubérculo com calcário Não Incubado; P = Dose de P_2O_5 .



Em análise comparando a massa fresca dos tubérculos incubado com o não incubado, tem-se uma diferença de 70,15% no acúmulo de massa fresca perante as doses que proporcionaram maiores ganhos de massa. Incremento que pode ser explicado pelo baixo pH na semeadura do calcário não incubado (Tabela 1), o que ocasionou menores quantidades de P disponíveis para o rabanete no início da fase de desenvolvimento e, esse macronutriente está ligado ao desenvolvimento radicular, sendo primordial para sua formação (Malavolta et al., 2002) e desenvolvimento do rizoma, com capacidade de aumentar a densidade específica do tubérculo (Rosen et al., 2014).

Utilizando fosfato monoamônico convencional e revestido com polímero como fontes de P, Pelá et al. (2018) averiguaram um aumento na produtividade de cenouras (*Daucus carota* L.) com efeito residual em doses fósforo de até $395,85$ e $334,9 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente. Oliveira et al. (2016) também observaram aumento na massa fresca de

raiz de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em um Cambissolo Háptico com a aplicação da dose de 235 mg dm⁻³ de fósforo (P₂O₅).

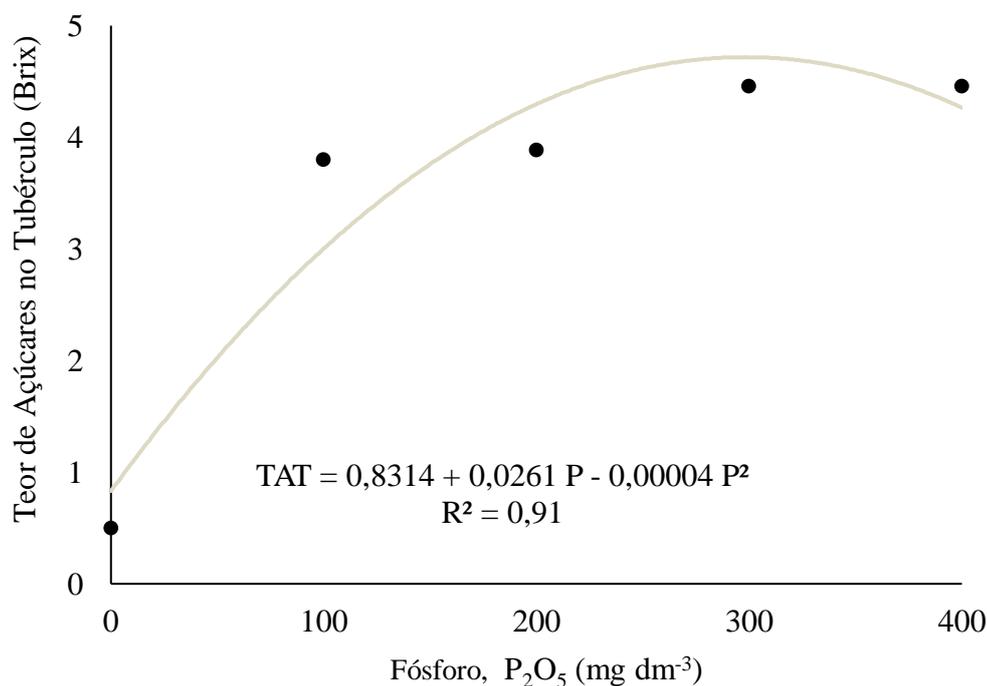
O fósforo é considerado um macronutriente que atua no ciclo para a síntese de proteínas e, por consequência, na divisão celular (Taiz et al., 2017), favorecendo o crescimento de raízes e a absorção de água e nutrientes (Malavolta et al., 2006), o que proporcionará aumentos na massa de tubérculos.

As menores massas dos tubérculos observados no tratamento não incubado podem estar relacionados a baixa disponibilidade de P no solo, pois Malavolta et al. (1997) e Embrapa (2013) explicam que em solos ácidos o fósforo encontra-se retido nos colóides e, como não houve tempo suficiente para que as reações químicas de neutralização ocorressem, mesmo com a aplicação do fertilizante fosfatado ainda não houve disponibilidade suficiente para o desenvolvimento do rabanete. Deficiências de fósforo na fase inicial de crescimento dos vegetais podem causar restrições irreversíveis, mesmo que o fornecimento seja restabelecido para quantidades adequadas (Grant et al., 2001).

3.5 TEOR DE AÇÚCARES NO TUBÉRCULO

O teor de açúcares no tubérculo de rabanete foi influenciado de forma isolada para a adubação fosfatada com ajuste para a regressão polinomial de segunda ordem. Observou-se que a dose de fósforo de 326,25 mg dm⁻³ apresentou o maior teor de açúcar, 4,26° Brix no tubérculo de rabanete (Figura 5).

Figura 5. Teor de açúcares no tubérculo de rabanete submetido a doses de fósforo e cultivado em Latossolo Vermelho. TAT = Teor de Açúcares no Tubérculo; P = Dose de P_2O_5 .



O grau Brix é uma escala numérica utilizada para determinar o teor de açúcar em determinada solução, portanto pode-se associar esse aumento no teor de açúcares nos tubérculos de rabanete ao aumento no número de folhas (Figura 1) e na massa seca de parte aérea (Figura 2), pois a maior concentração das atividades fotossintéticas está na parte aérea das plantas (Taiz et al., 2017).

Em estudo com fontes de fósforo em morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), Farnezi et al. (2020) observaram que a ausência de adubação fosfatada não apresentou frutos e com a fonte de superfosfato simples os frutos apresentaram em média 6,0° Brix, demonstrando assim a importância do fósforo para essa variável.

4 CONCLUSÕES

O manejo com incubação do calcário incubado em Latossolo Vermelho por 30 dias é essencial para o aumento da produção de rabanete cv. Crimson Gigante;

O rabanete responde a adubação com (P_2O_5) sendo mais eficiente na presença de calagem respeitando o período de incubação;

Para o cultivo do rabanete em Latossolo Vermelho a faixa de doses de fósforo (P_2O_5) de 218 a 348 $mg\ dm^{-3}$ é a mais adequada.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-HAMIED, A. S.; ABD EL-HADY, M. A. Response of tomato plant to foliar application of calcium and potassium nitrate integrated with different phosphorus rates under sandy soil conditions. *Egyptian Journal of Soil Science*, v. 58, n. 1, p. 45-55, 2018.

BERNARDI, A. C.; MACHADO, P. L. O.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados. *Embrapa Solos*, Rio de Janeiro, 2003.

BONFIM-SILVA, E. M.; COSTA, A. S.; JOSÉ, J. V.; FERRAZ, A. P. F.; DAMASCENO, A. P. A. B.; SILVA, T. J. A. Correction of Acidity of a Brazilian Cerrado Oxisol with Limestone and Wood Ash on the Initial Growth of Cowpea. *Agricultural Sciences*, v. 10, p. 841-851, 2019.

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.

CECÍLIO FILHO, A. B.; DUTRA, A. F.; SILVA, G. S. Phosphate and potassium fertilization for radish grown in a Latosol with a high content of these nutrients. *Revista Caatinga*, v. 30, n. 2, p. 412 – 419, 2017.

CORNELL, R. M.; SCHWERTMANN, U. The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and uses. 2.ed. New York: Wiley, 2000. 664p.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J. Manual de métodos de análise de solo. *Embrapa Solos*, Rio de Janeiro, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: 2013. 434p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rabanete. 2016. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355126/31107372/RABANETE_CCCC_2017.pdf/76ca15ad-9424-7c6e-c4c5-23507543239f> Acesso em: 10 de julho de 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5 Ed., *Embrapa*, Brasília, 2018.

FARNEZI, P. K. B.; OLIVEIRA, L. L.; SARDINHA, L. T.; FRANÇA, A. C.; MACHADO, C. M. M.; MACEDO, L. A. Produção e caracterização físico-química de morango (*Fragaria X Ananassa* Duch) sob diferentes fontes de adubação fosfatada. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 65051-65066, 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Editora da UFV, 2000. 402 p.

FREITAS, E. C. S.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; NETO, S. N. O. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. Ciência Florestal, v. 27, n. 2, p. 509-519, 2017.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Informações Agronômicas, Potafós, n. 95, p. 1-5, 2001.

KOETZ, M.; SANTOS, C.; BEZERRA, M. D.; MENEZES, P.; BONFIM-SILVA, E. M. Influência do volume de reposição de água no desenvolvimento e produtividade da cultura do rabanete. Enciclopédia Biosfera, v. 9, p. 1732–1743, 2013.

LUZ, J. M. Q.; QUEIROZ, A. A.; BORGES, M.; OLIVEIRA, R. C.; LEITE, S. S.; CARDOSO, R. R. Influence of phosphate fertilization on phosphorus levels in foliage and tuber yield of the potato cv. Ágata. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 2, p. 649-656, 2013.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006: 638.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos & adubações. São Paulo. Nobel, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.

MARRIS, E. Conservation in Brazil: The Forgotten Ecosystem. Nature, v. 437, p. 944-945, 2005.

NOVAIS, R. F. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira do Solo, 2007.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solos e plantas em condições tropicais. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399p.

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; MOREIRA, J. C. F. Produção de rabanete submetido à adubação fosfatada. Cerrado Agrociências, v. 5, p. 33-43, 2014.

OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F. L.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

OLIVEIRA, R. J. P.; GATIBONI, L. C.; VALICHESKI, R. R.; MIQUELLUTI, D. J.; BRUNETTO, G. Calibração da adubação fosfatada e potássica para beterraba na região do Vale do Itajaí. Horticultura Brasileira, Vitoria da Conquista, v. 34, n. 2, p. 210-215, 2016.

PELÁ, A.; RIBEIRO, M. A.; BENTO, R. U.; CIRINO, L. H. B.; REIS JÚNIOR, R. A. Enhanced-efficiency phosphorus fertilizer: promising technology for carrot crop. *Horticultura Brasileira*, v. 36, n. 4, p. 492-497, 2018.

RAIJ, B. V. Gesso na agricultura. Campinas: Instituto Agronômico, 2008.

ROSEN, C. J.; KELLING, K. A.; STARK, J. C.; PORTER, G. A. optimizing phosphorus fertilizer management in potato production. *American Journal of Potato Research*, v. 91, n. 2, p. 145-160, 2014.

SANTOS, W. P.; FERREIRA, A. G.; MARTINS, J. K. D.; LIMA, G. S.; MONTEIRO, O. L.; RODRIGUES, D. O. Efeito de doses e épocas de aplicação da adubação nitrogenada no desempenho agrônômico do rabanete na Amazônia ocidental. *Revista Cultivando o Saber*, v. 9, n. 3, p. 81-90, 2018.

SANZ-SAEZ, A.; MORALES, F.; ARRESE-IGOR, C.; ARANJUELO, I. P deficiency: A major limiting factor for rhizobial symbiosis. In: SULIEMAN, S.; PHAN-TRAN, L. S. (Ed.). *Legume Nitrogen Fixation in Soils with Low Phosphorus Availability*. Springer, 2017. p. 21–39.

SOUSA, L. M.; CUNHA, A. S. S.; PEREIRA, L. D.; MOTA, J. H. Efeito de fontes e doses de fósforo na produção de rabanete. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 11, n. 4, p.1-6, 2017.

SPERATTI, A. B.; JOHNSON, M. S.; SOUSA, H. M.; DALMAGRO, H. J.; COUTO, E. G. Biochars from local agricultural waste residues contribute do soil quality and plant growth in a Cerrado region (Brazil) Arenosol. *CGB Bioenergy*, v. 10, p. 272-786, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 2017.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TAVARES, M.; AZEVEDO FILHO, J. A. Beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa. In: RAIJ, B. VAN et al. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. p.168 (Boletim Técnico, 100).

VIDIGAL, S. M; PEDROSA, M. W. *Rabanete em 101 culturas de tecnologias agrícolas*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007.

VILELA, L; SOARES, W. V; DE SOUSA, D. M. G; MACEDO, M. C. M; *Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado*. Planatina: EMBRAPA – CPAC, 1998. 16p.