

Resposta morfológica e produtiva do rabanete submetido à adubação fosfatada

Morphological and productive response of rabano submitted to phofatic fertilization

Felipe Queiroz de Jesus

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

Marcelo Barcelo Gomes

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

Corresponding author

Valéria Lima da Silva

Universidade Federal de Goiás

valeriagro2009@gmail.com

Resumo. O objetivo com este experimento foi avaliar a resposta morfológica e produtiva de rabanete submetido à fertilização fosfatada. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul *Campus Naviraí* em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 5x5. Foram utilizadas cinco doses de P₂O₅ (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) e cinco épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 dias após o plantio). Os tratamentos foram dispostos em canteiros de 1 m² cada, com quatro linhas de semeadura espaçadas de 0,25 m. As variáveis avaliadas foram: massa seca do cotilédone (g), comprimento da raiz (mm), volume da raiz (cm³), diâmetro da raiz tuberosa (mm), massa seca da raiz tuberosa (g), massa seca da folha (g) e produtividade (kg ha⁻¹). A produtividade máxima (8.679,07 kg ha⁻¹) de rabanete foi determinada com a dose de 98,94 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Palavras-chave: Fósforo; Nutrição de planta; *Raphanus sativus*.

Abstract. The objective of this experiment was to evaluate the morphological and productive response of radish submitted to phosphate fertilization. The experiment was carried out at Instituto Federal de Mato Grosso do Sul *Campus Naviraí* in a randomized block design with four replications in a 5x5 factorial scheme. Five doses of P₂O₅ were used (0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹) and five evaluation times (7, 14, 21, 28 and 35 days after planting). The treatments were arranged in beds of 1 m² each, with four sowing lines spaced 0.25 m apart. The variables evaluated were: cotyledon dry mass (g), root length (mm), root volume (cm³), tuberous root diameter (mm), tuberous root dry mass (g), leaf dry mass (g) and productivity (kg ha⁻¹). The maximum productivity (8,679.07 kg ha⁻¹) of radish was determined with a dose of 98.94 kg of P₂O₅ ha⁻¹.

Keywords: Phosphor; Plant nutrition; *Raphanus sativus*.

Introdução

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é originário da região mediterrânea (RODRIGUES et al., 2013), sua raiz consiste de um bulbo comestível de cor vermelha e sabor picante, com propriedades medicinais, expectorante natural e estimulante do sistema digestivo, contendo vitaminas A, B1, B2, potássio, cálcio, fósforo e enxofre (OLIVEIRA et al., 2010). Essa cultura vem ganhando destaque entre os olericultores, principalmente por apresentar

características atraentes, como ciclo curto e rusticidade, sendo a colheita realizada de 25 a 35 dias após a semeadura (FILGUEIRA, 2013).

Neste sentido, o rabanete representa uma ótima alternativa de cultivo para os agricultores familiares, pois pode ser cultivado o ano todo, e sua cultura pode ser intercalada com outras plantas de ciclo longo, possibilitando um retorno financeiro rápido, com obtenção de renda durante este período (MATOS et al., 2015; BONELA et al., 2017).

Por apresentar ciclo rápido de desenvolvimento requer altos níveis de fertilidade do solo, demandando grandes quantidades de nutrientes em um curto período de tempo, e em função disso, problemas nutricionais dificilmente podem ser corrigidos dentro do ciclo de cultivo (COUTINHO NETO *et al.*, 2010). No cultivo de hortaliças, o emprego do fósforo favorece o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes, culminando em aumento no rendimento dos produtos colhidos (AVALHÃES *et al.*, 2009).

Objetivou-se, com este experimento, avaliar as resposta morfológica e produtiva do rabanete submetido à adubação fosfatada e dias após o plantio.

Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, *Campus Naviraí*. Foi avaliado um ciclo de produção da cultura do rabanete realizado nos meses de março e abril. A área precisou ser alocada para outra

cultura, desta forma, não houve a avaliação do segundo ciclo de produção.

Os tratamentos foram alocados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As doses de P_2O_5 (0, 40, 80, 120 e 160 $kg\ ha^{-1}$) foram convertidas em fertilizante superfosfato simples (20% de P_2O_5) correspondendo a: 0, 200, 400, 600 e 800 kg de superfosfato simples ha^{-1} , respectivamente. Juntamente com as doses de fósforo foi aplicado conforme análise de solo, para todas as parcelas as doses de 30 $kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio (66,67 kg de Ureia ha^{-1}) e 60 kg de potássio ha^{-1} (100 kg de Cloreto de Potássio ha^{-1}). Antes do preparo dos canteiros foi retirada amostra de solo na profundidade de 0 a 20 cm e realizada análise para determinação das características químicas e físicas da área (Tabela 1). Após a emissão do laudo foi feita calagem para elevar a saturação por bases a 80%. Foi aplicado 1,4 kg de calcário calcítico na área total, com poder relativo de neutralização de 88%. Os canteiros foram previamente preparados, totalizando 20 parcelas experimentais com quatro linhas de semeadura espaçadas em 0,25 m.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental.

| pH (CaCl ₂) | Ca | Mg | Al | H+Al | K | K | P | S | B |
|----------------------------|---|-------|------|--------------------|--------------------------------|-------|-------|------|------|
| | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | -----mg dm ⁻³ ----- | | | | |
| 5,90 | 2,59 | 0,53 | 0,00 | 1,50 | 0,17 | 68,00 | 6,10 | 2,90 | 0,11 |
| Micronutrientes | | | | MO | Textura | | | | |
| Cu | Fe | Mn | Zn | | Argila | Silte | Areia | | |
| | mg dm ⁻³ | | | g dm ⁻³ | g dm ⁻³ | | | | |
| 1,00 | 62,00 | 16,40 | 1,80 | 22,00 | 200 | 25 | 775 | | |

Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Antes da semeadura, nas duas linhas centrais de cada parcela, foram colocados cinco copos plásticos perfurados de forma casualizada (Figura 3), para o controle das épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 dias após o plantio - DAP). A cada avaliação foram retirados 20 copos (5 tratamentos x 4 repetições), totalizando 100 plantas avaliadas. Os copos eram retirados de forma aleatória e submetidos a jato de água para retirada do solo e coleta da planta de forma indeformada.

Após a lavagem do solo dos copos, estes, juntamente com as plantas foram levados para o laboratório de biologia para serem realizadas as mensurações.

O comprimento de raiz foi determinado colocando-se a planta sobre uma folha branca, na bancada, e com uma régua graduada feita a medida em centímetros.

As raízes foram pesadas em balança, para a determinação do peso fresco, e em seguida colocadas em sacos de papel, previamente identificados com os tratamentos, e levadas à estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas. Após este período foram pesadas novamente para a determinação da massa seca em gramas.

O volume de raiz foi determinado colocando-

a em uma proveta graduada, com um volume de água conhecido, e com sua imersão houve alteração do volume e por meio da diferença do volume final menos o volume inicial determinou-se esta medida em cm³.

O diâmetro da raiz tuberosa foi avaliado com um paquímetro manual, medindo no centro da raiz para determinar o desenvolvimento do início ao final do ciclo, definindo seu valor a cada avaliação em milímetros.

As raízes tuberosas foram pesadas em balança, para a determinação do peso fresco, e em seguida colocadas em sacos de papel, previamente identificados com os tratamentos, e levadas à estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas. Após este período foram pesadas novamente para a determinação da massa seca em gramas.

Os cotilédones foram pesados em balança, para a determinação do peso fresco, e em seguida colocadas em sacos de papel, previamente identificados com os tratamentos, e levadas à estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas. Após este período foram pesados novamente para a determinação da massa seca em gramas.

As folhas foram pesadas em balança, para a

determinação do peso fresco, e em seguida colocadas em sacos de papel, previamente identificados com os tratamentos, e levadas à estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas. Após este período foram pesadas novamente para a determinação da massa seca em gramas.

No final do ciclo, aos 35 dias após o plantio foi determinada a área útil de cada parcela. Foram consideradas as duas linhas centrais, descartando 20 cm em cada extremidade da parcela, obtendo área útil de 0,3 m² (0,5 x 0,6 m). As plantas coletadas nesta área foram levadas ao laboratório e separadas em folhas e raízes tuberosas. As raízes foram pesadas em balança, para a determinação do peso fresco, e em seguida colocadas em sacos de papel, previamente identificados com os tratamentos, e levadas à estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas e após esse período foram pesadas até atingirem peso constante em quilogramas.

Os resultados foram submetidos à análise estatística, com o auxílio do programa Sisvar 4.0 (Ferreira, 2000), adotando-se o nível de 5% de significância. Inicialmente, foi realizada a análise de variância e, nas variáveis em que houve diferença significativa apontada pelo teste F, foi realizado estudo de regressão com modelos de primeiro e segundo grau.

Resultados e discussão

Comprimento de raiz

Houve resposta do comprimento de raiz para os dias após o plantio ($P < 0,0009$) (Figura 1). Já para as doses de fósforo e interação dose de fósforo e dias após o plantio não houve resposta significativa.

Aos 21 dias após o plantio a maior massa

seca de raiz foi de 0,36 g vaso⁻¹, a qual foi observada na dose de 81 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Já aos 35 dias após o plantio a maior massa seca de raiz foi de 0,59 g vaso⁻¹, observada na dose de 90,33 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

No intervalo entre 21 DAP e 35 DAP houve aumento de 63,89% da massa seca de raiz.

O maior comprimento de raiz foi de 3,82 cm, aos 26,38 dias após o plantio. Após esse período o comprimento de raiz apresentou tendência de diminuição. Nascimento et al., (2017) avaliaram a adubação fosfatada sobre a produção de rabanete, e observaram comprimento de raiz de rabanete de 4,42 cm com o uso de superfosfato simples.

A massa seca de raiz respondeu significativamente à interação de doses de fósforo e dias após o plantio ($P < 0,0141$). Para o desdobramento de doses de fósforo dentro de dias após plantio houve resposta significativa aos 21 e 35 DAP (Figura 2).

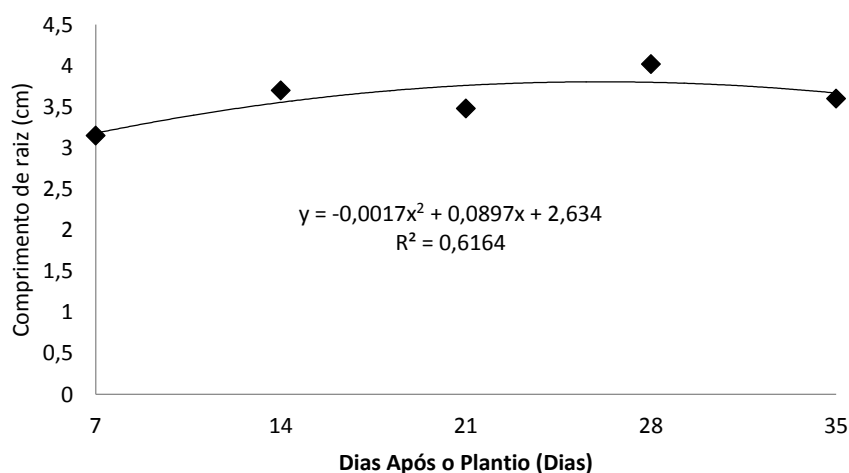
Já para o desdobramento de dias após o plantio dentro de doses de fósforo houve diferença estatística para todas as doses de fósforo (Figura 3).

Os melhores modelos matemáticos que explicaram o aumento de massa seca de raiz em função das doses de fósforo foram funções lineares positivas de primeiro grau. Assim, com o aumento das doses houve aumento da massa seca de raiz com o decorrer dos dias após o plantio.

Não houve resposta significativa do volume de raiz para as doses de fósforo ($P > 0,5557$), dias após o plantio ($P > 0,2008$) e para a interação de doses de fósforo e dias após o plantio ($P > 0,1042$).

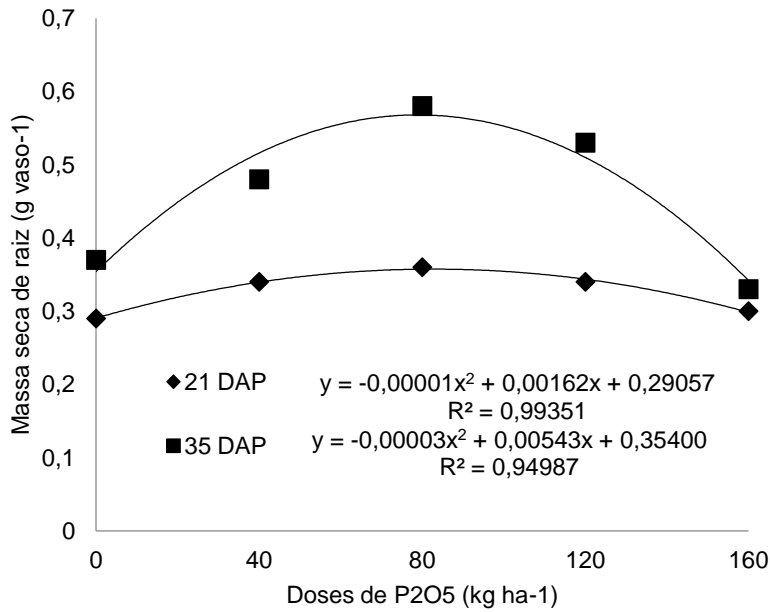
Houve resposta significativa para a interação entre doses de fósforo e dias após o plantio ($P < 0,0103$). Houve significância no desdobramento de dose de P dentro de 35DAP (Figura 4).

Figura 1. Comprimento de raízes de plantas de rabanete submetidas a diferentes épocas de avaliação após o plantio.



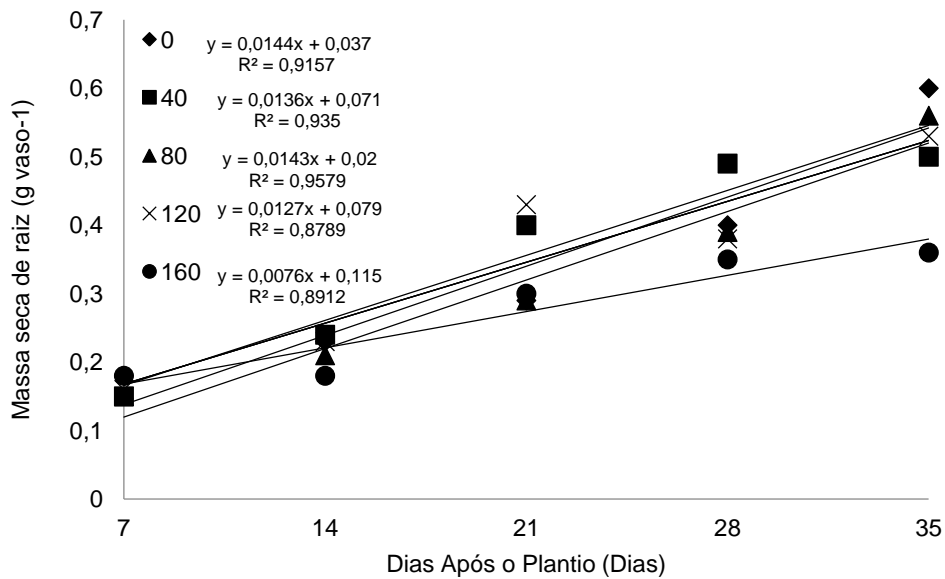
Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Figura 2. Massa seca de raízes de plantas de rabanete em função de doses de fósforo e dias após o plantio.



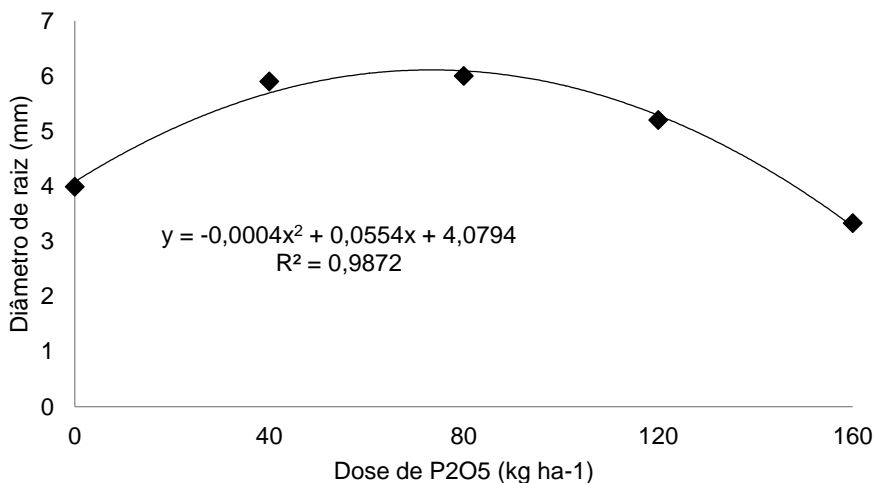
Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Figura 3. Massa seca de raízes de plantas de rabanete determinadas em diferentes dias após o plantio e em função de diferentes doses de fósforo.



Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Figura 4. Diâmetro de raízes de plantas de rabanete submetidas a doses de fósforo e em função de 35 dias após o plantio.



Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Aos 35 DAP o maior diâmetro de raiz foi de 5,99 mm na dose de 69,25 kg P_2O_5 ha^{-1} . Houve um aumento de 46,83% no diâmetro de raiz ao comparar a dose que proporcionou o máximo diâmetro com o tratamento que não utilizou adubação fosfatada.

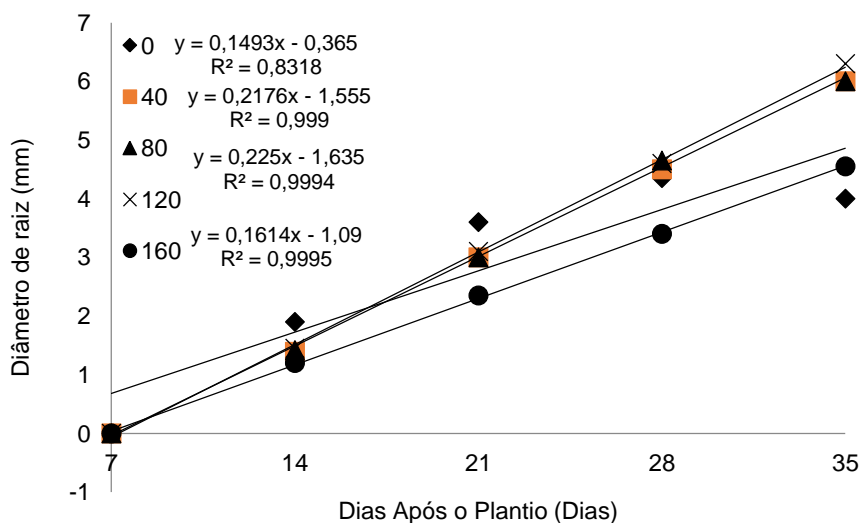
Já para o desdobramento de dias após o plantio dentro de doses de fósforo houve resposta significativa do diâmetro de raiz para todas as doses (Figura 5). Houve resposta linear positiva para as dose de fósforo. O maior diâmetro de raiz foi de 6,24 mm na dose de 120 kg P_2O_5 ha^{-1} . Nunes et al., (2014) observaram o maior diâmetro de raiz de 37,69 mm na dose de 490 kg P_2O_5 ha^{-1} .

Houve efeito da interação ($P < 0,0018$) entre dose de fósforo e dias após o plantio sobre a massa seca de raiz tuberosa. Para o desdobramento de doses de fósforo dentro de dias após o plantio houve resposta significativa aos 7 e 35 DAP (Figura 6).

Aos 35 DAP a maior massa seca de raiz tuberosa foi de 2,96 g vaso⁻¹ na dose de 72,5 kg P_2O_5 ha^{-1} . Nascimento et al., (2017) observaram massa seca de raiz tuberosa de 7,73 g vaso⁻¹ com o uso de adubação fosfatada na produção de rabanete. Nunes et al., (2014) avaliaram a produção de rabanete submetido à adubação fosfatada e observaram que a maior massa seca de raiz foi de 6,96 g vaso⁻¹ na dose de 523,88 kg de P_2O_5 ha^{-1} .

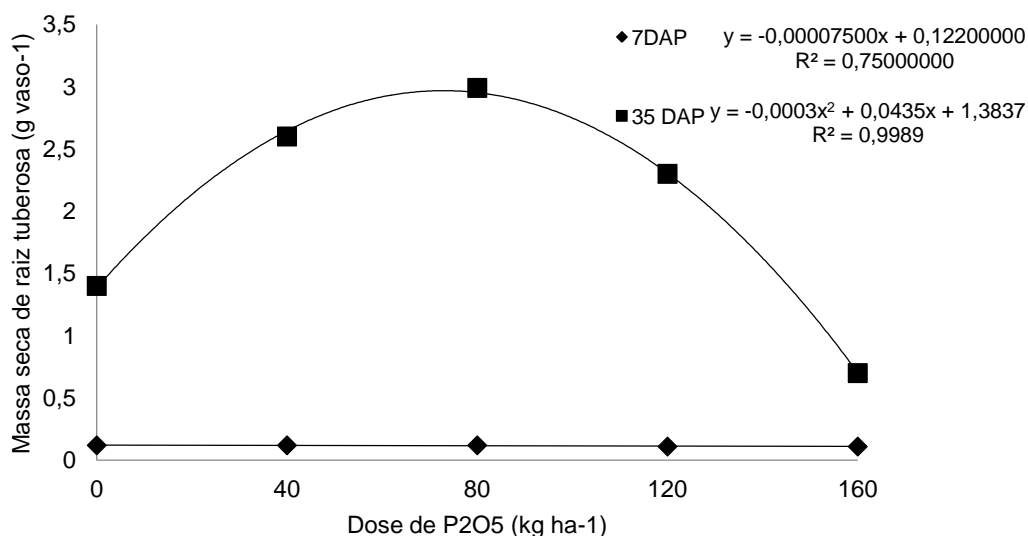
Para a análise do desdobramento de dias após o plantio dentro dos níveis de adubação fosfatada houve resposta à todas a doses de fósforo (Figura 7).

Figura 5. Diâmetro de raízes de plantas de rabanete avaliado em diferentes dias após o plantio e em função de doses de fósforo.



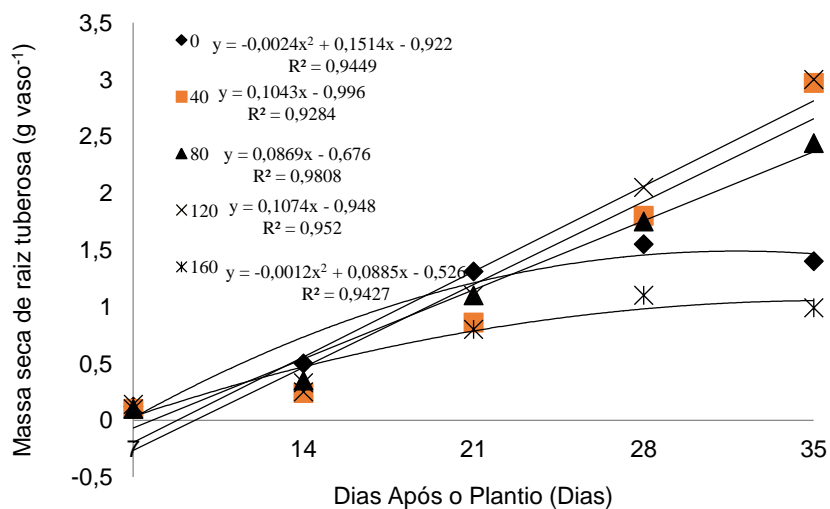
Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Figura 6. Massa seca de raízes tuberosas de plantas de rabanete submetidas a doses de fósforo e em função de 7 e 35 dias após o plantio.



Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Figura 7. Massa seca de raízes tuberosas de plantas de rabanete em função de dias após o plantio e doses de fósforo.



Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

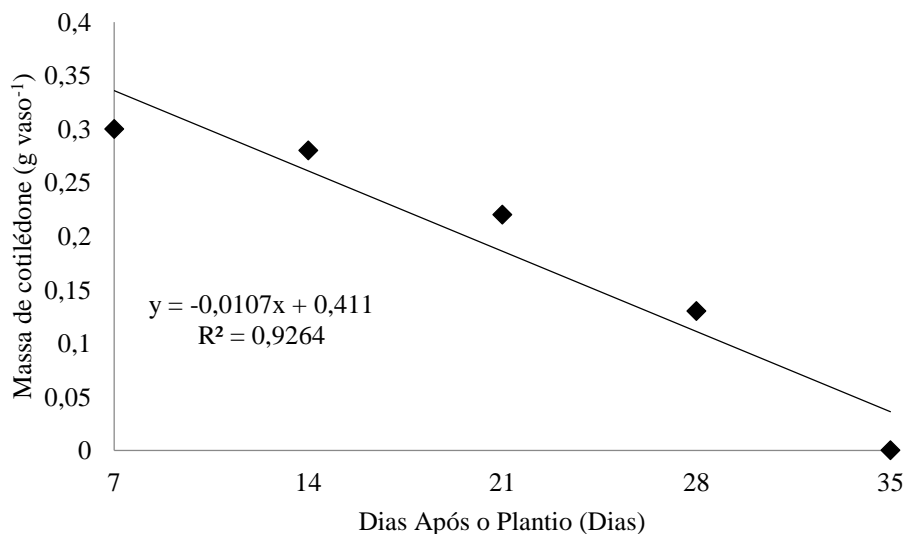
Para as doses de 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ houve resposta linear positiva à medida que aumentaram os dias após o plantio. Já para a ausência de fósforo e a dose de 160 kg de P₂O₅ ha⁻¹ as maiores massas secas de raízes tuberosas foram de 1,43 g vaso⁻¹ e 1,10 g vaso⁻¹ aos 35,54 DAP e 36,87 DAP, respectivamente. A maior massa seca de raiz tuberosa foi aos 35 DAP na dose de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Para a variável massa seca de cotilédones houve efeito significativo em dias após o plantio (P<0,0000). Não houve resposta significativa para

doses de fósforo (P>0,8348) e para a interação entre doses de P e dias após o plantio (P>0,4116).

Houve resposta linear negativa para os cotilédones em função dos dias após o plantio (Figura 8). A massa seca de cotilédones diminuiu 91,11% entre o intervalo de 7 DAP e 35 DAP. O consumo das reservas energéticas dos cotilédones é fortemente correlacionado com a redução no peso de massa seca e, inversamente correlacionado com o aumento na produção de biomassa nas plântulas (CORTE et al., 2006).

Figura 8. Massa seca de cotilédones de plantas de rabanete em função dos dias após o plantio.



Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Houve resposta significativa da massa seca de folhas de rabanete para a interação doses de fósforo e dias após o plantio ($P < 0,0001$). No desdobramento de doses de fósforo dentro dos dias após o plantio houve resposta quadrática negativa quando as plantas atingiram 35 DAP (Figura 9).

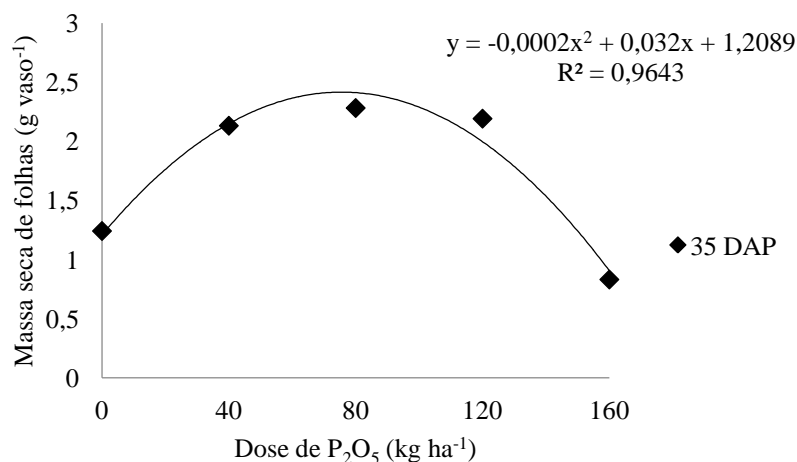
Aos 35 DAP a maior massa seca de folhas foi de $2,48 \text{ g vaso}^{-1}$ na dose de $80 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. Nunes et al., (2014) observaram massa seca da parte aérea de plantas de rabanete em função de doses de fósforo aos 30 dias após a emergência de $5,1 \text{ g vaso}^{-1}$ na dose de $569 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. Avalhaes et al. (2009) também encontraram reflexos da adubação fosfatada na produção de massa seca da parte aérea na cultura da beterraba.

Já para o desdobramento de dias após o plantio dentro de doses de fósforo houve resposta para todos os níveis de adubação (Figura 10).

À medida que as plantas desenvolveram a ausência de fósforo e a dose de $160 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ determinaram as maiores massas de secas de folhas de $1,43 \text{ g vaso}^{-1}$ e $1,21 \text{ g vaso}^{-1}$ aos 29,03 DAP e 25,19 DAP, respectivamente. A maior massa seca de folha foi de $2,40 \text{ g vaso}^{-1}$, a qual foi observada aos 35 DAP com a dose de $120 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$.

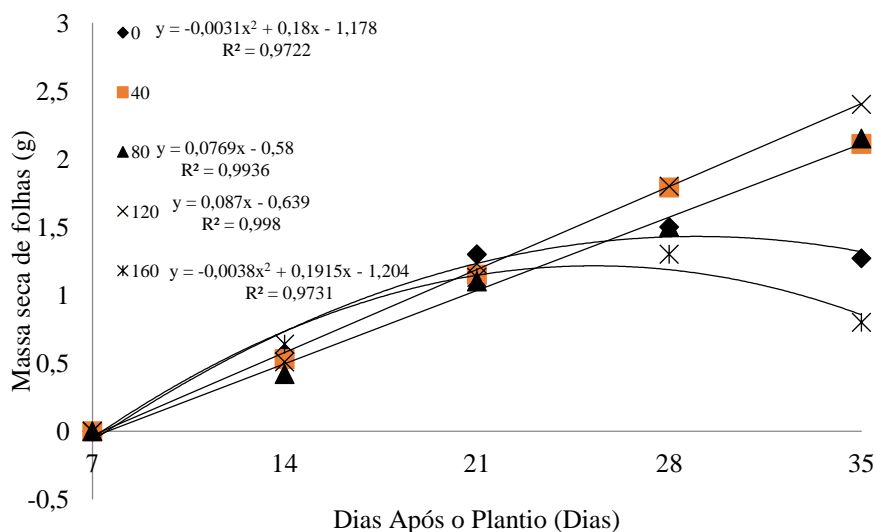
Houve diferença significativa na produtividade de rabanete em função das doses de fósforo ($P < 0,0007$). Houve resposta quadrática negativa da produtividade (Figura 11).

Figura 9. Massa seca de folhas de plantas de rabanete submetidas a doses de fósforo e em função de 35 DAP.



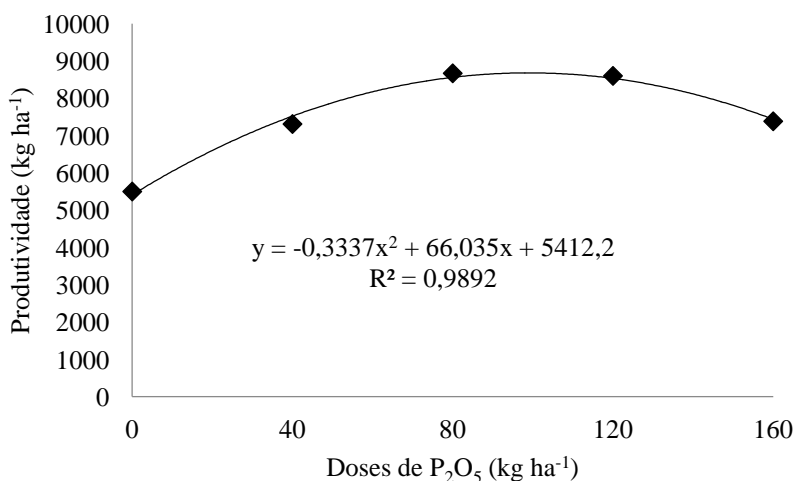
Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Figura 10. Massa seca de raízes de plantas de rabanete avaliadas em diferentes dias após o plantio e em função da adubação com doses de fósforo.



Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

Figura 11. Produtividade de rabanete em função de doses de fósforo.



Fonte: (JESUS; GOMES, 2020).

A maior produção de rabanete, estimada em kg ha^{-1} , foi de $8.679,07 \text{ kg ha}^{-1}$ na dose de $98,94 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. Esta dose de fósforo equivale a $494,7 \text{ kg de superfosfato simples ha}^{-1}$. Galvão et al., (2005), avaliando o efeito do superfosfato simples em rabanete, concluiu que com a dose $1317,37 \text{ kg ha}^{-1}$ ou seja $200 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$, há um ganho em rendimento na produção, o que corrobora à recomendação de Filgueira (2013) para a cultura que é de $100 \text{ à } 120 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. Nunes et al., (2014) observaram que as maiores produções para a cultura do rabanete foram proporcionadas pelas doses de P_2O_5 entre $490 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e $569,2 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$.

Conclusões

As doses de fósforo e as avaliações em diferentes dias após o plantio causaram efeitos na composição morfológica e produtiva do rabanete. A maior produtividade de rabanete de $8.679,07 \text{ kg ha}^{-1}$ foi determinada na dose de $98,94 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$.

Referências

AVALHÃES, C.C.; DE MELLO, P.R.; DE OLIVEIRA, G.A.R.; ALVES, A.U.; CORREIA, M.A.R. Rendimento e crescimento da beterraba em função da adubação com fósforo. Scientia Agrária, Curitiba, PR, v.10, n.1, p. 75-80, 2009.

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 (RBAS)*, v.7, n.2, p.66-74, 2017.
- CORTE, V. B.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I.T. A.; VENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth.(Leguminosae-Caesalpinoideae). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.941-949, 2006.
- 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, n2, p. 105-114, 2010.
- FERREIRA, D. S. Análise estatística por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In: Reunião Brasileira da sociedade internacional de biometria, 45. 2000, UFSCa, São Carlos. Anais... São Paulo, julho de 2000. p. 255-258.
- FILGUEIRA, F. A. R. Brassicaceas: Couves e plantas relacionadas: Rabanete. In: FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Lavras: UFV, 2013. Cap. 19. p. 294-295.
- GALVÃO, E. L. Efeitos da aplicação de superfosfato simples no desenvolvimento do rabanete, no município de Três Corações - MG. Três Corações: Unicor, 2005.
- MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; LIMA, S.C. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. *Journal of Agronomic Sciences*, v.4, n.1, p.151-164, 2015.
- NASCIMENTO, M. V.; FERNANDES, L. R. S. G.; XAVIER, R. C.; BENETT, K. S. S.; SILVA, L. M. Adubação fosfatada no cultivo de hortaliças produtoras de raízes. *Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS*, v. 4, Suplemento 1, p. 8-16, dez. 2017.
- NUNES, J.A.S; BONFIM-SILVA, E.M.; MOREIRA, J.C.F. Produção de rabanete submetido à adubação fosfatada. *Cerrado Agrociências, Patos de Minas, UNIPAM (5)*: 33-43, 2014.
- OLIVEIRA, F. R. A., OLIVEIRA, F. D. A. D., MEDEIROS, J. F. D.; SOUSA, V. D. F. L. D.; FREIRE, A.G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, n.4, p.519-526, 2010.
- RODRIGUES, R. R., PIZETTA, S.; TEIXEIRA, A.; REIS, E.; HOTT, M. Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo. *Enciclopédia Biosfera*, v.9, n.17, p. 2121-2130. 2013.