



Crescimento de plantas de espinafre submetidas a doses de fósforo⁽¹⁾

Vanuze Costa de Oliveira⁽²⁾; Adelcio de Paula Jorge⁽³⁾; Lorena Gabriela Almeida⁽³⁾; Maria Ligia de Souza Silva⁽⁴⁾; Valdemar Faquin⁽⁵⁾; Cleber Lázaro Rodas⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo e do Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras.

⁽²⁾ Estudante do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG, vanuze.costa@gmail.com;

⁽³⁾ Estudante do Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG, adelciojorge@creajr.pr.org.br; lorenagabrielalg@hotmail.com

⁽⁴⁾ Professora Adjunta do Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG, marialigia.silva@dcs.ufla.br;

⁽⁵⁾ Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG, vafaquin@dcs.ufla.br;

⁽⁶⁾ Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG, cleberrodas@yahoo.com.br

RESUMO: O espinafre é uma folhosa de grande importância para o Brasil, isso porque o consumo por parte da população brasileira ter aumentado, o que se deve em especial, às propriedades benéficas do espinafre. Para suprir este aumento no consumo, é necessário, também, aumentar a produção e, para isso, é fundamental se ter o conhecimento em relação à nutrição da planta. Dentre os nutrientes está o fósforo, que é requerido por todos os vegetais, pois, dentre outras funções, é responsável por fornecer energia para o metabolismo das plantas. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de fósforo (0; 7,75; 15,5; 23,25 e 31 mg L⁻¹) no comportamento vegetativo de plantas de espinafre. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas, número de brotações, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total, teor de umidade das folhas. O fósforo contribui com o aumento da massa seca em plantas de espinafre; com o aumento na massa seca de plantas de espinafre diminui o teor de umidade destas; o maior número de folhas foi detectado na dose de 28,82 mg L⁻¹ de fósforo.

Termos de indexação: *Tetragonia tetragonoides* L., massa seca de plantas, hortaliça folhosa.

INTRODUÇÃO

O espinafre (*Tetragonia tetragonoides* L.) é uma hortaliça de alto consumo no Brasil o que se deve, em especial, aos altos valores nutritivos e vitamínicos. Além disso, é uma cultura de fácil aquisição, devido ao seu preço acessível (Biscaro et al., 2011).

Para que se obtenham altas produção e produtividade das culturas agrícolas, é necessário, dentre outros quesitos, fornecer quantidades e nutrientes suficientes para que as plantas

completem o seu ciclo vegetativo e produtivo. É necessário considerar que não são doses elevadas de determinado nutriente que irão proporcionar a maior produção e produtividade das culturas agrícolas.

Dentre os elementos considerados essenciais às plantas, tem-se o fósforo, que é responsável por diversas funções fisiológicas nas plantas, em especial, ser o principal fornecedor de energias aos vegetais.

Além disso, pesquisas apontam que o fósforo é um dos nutrientes que mais limita a produtividade, especialmente na região do cerrado, devido o alto índice de adsorção deste elemento pelos minerais de argila e óxido de ferro e alumínio (Barroso & Nahas, 2008).

O uso de fertilizantes contribui com o aumento no crescimento de plantas de espinafre, conforme constataram Biscaro et al. (2011).

Na literatura não foram detectadas pesquisa com doses de fósforo em plantas de espinafre, o que mostra a necessidade de apresentar uma dose ideal para o aumento e melhoria da produção desta hortaliça, já que possui importância econômica, além de ser uma rica fonte de nutrientes de fácil acesso para a população brasileira.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o comportamento vegetativo de plantas de espinafre submetidas a doses de fósforos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do departamento de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. Utilizando plantas de espinafre (*Tetragonia tetragonoides* L. cv Nova Zelândia). Foram utilizados vasos com capacidade para 1,7 L. Como substrato, utilizou-se areia lavada, autoclavada e



desprovida de matéria orgânica, minerais e contaminantes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco doses de fósforo (0; 7,75; 15,5; 23,25 e 31 mg L⁻¹) em solução nutritiva segundo Sarruge (1975) com 6 repetições, totalizando 30 unidades experimentais, conforme se observa na **tabela 1**.

Tabela 1 – Composição da solução nutritiva utilizada para cada tratamento.

Fontes nutricionais	Tratamentos (mL L ⁻¹ de solução nutritiva)				
	T1	T2	T3	T4	T5
NH ₄ PO ₄	0,0	0,25	0,5	0,75	1,0
Ca(NO ₃) ₂	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
KNO ₃	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
MgSO ₄	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
NH ₄ NO ₃	0,5	0,38	0,25	0,13	0,0
Fe EDTA ^a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Micronutrientes ^b	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

T1: 0; T2: 7,75; T3: 15,5; T4: 23,25 e T5: 31 mg L⁻¹ de P. ^a Solução de Fe EDTA: 24,9 g FeSO₄.7H₂O L⁻¹; ^b Solução de micronutrientes: 2,86 g H₃BO₃; 181 g MnCl₂.4H₂O; 0,22 g ZnSO₄.7H₂O; 0,08 g CuSO₄.5H₂O; 0,02 g H₂MoO₄.H₂O.

As plantas permaneceram sob os tratamentos durante 40 dias, recebendo diariamente 100 mL das soluções, com pH estabilizado entre 6,0 e 7,0.

Após o período em que as plantas permaneceram sob os tratamentos, foram avaliadas as seguintes variáveis de crescimento: número de folhas, comprimento da haste, massa seca da parte aérea, massa fresca da parte aérea, teor de umidade das folhas e massa seca, massa fresca total e número de brotações.

A determinação do teor de umidade da parte aérea se deu por meio da fórmula, segundo Rocha et al. (2009):

$$U (\%) = [(MF-MS)/MF] \times 100$$

Em que:

MF = Massa fresca

Ms = Massa seca

Os resultados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectou-se efeito positivo das doses de fósforo para aumento de massa seca nas plantas de

espinafre e para o número de folhas. Porém, em relação ao teor de umidade das folhas e o número de brotações, à medida que houve o aumento das doses do fósforo, foram diminuindo.

As variáveis analisadas se ajustaram ao modelo linear; para o número de brotações. Derivando-se a equação, a não aplicação do fósforo (0 mg L⁻¹), proporcionou o maior valor (estimado em 8,5 brotações), com se observa na **figura 1**.

O uso do fósforo em doses adequadas é fundamental para o aumento da produção vegetal, como puderam constatar Santos et al. (2014), quando trabalharam com a cultura de pepino, mostraram que doses de fósforo acima de 160 kg por hectare ocasionam redução na produção desta hortaliça.

Utilizando doses de fósforo em plantas de soja, Soares et al. (2014) mostraram que menores doses deste nutriente proporcionaram maior nodulação da soja. O que mostra que nem sempre o fato de se fornecer maiores doses de determinado nutriente proporcionará resposta positiva por parte do vegetal.

Para o teor de umidade de plantas de espinafre (**figura 2**), as maiores doses proporcionaram o menor teor de água nestas plantas.

A diminuição no teor de umidade de folhas pode ser justificada pelo aumento na massa seca das plantas (**figura 3**). Se as plantas obtiveram maior massa seca, acredita-se que o conteúdo de água nestas, será menor, o que pode ser visto nesta pesquisa.

O aumento na massa seca das plantas de espinafre era esperado, uma vez que este elemento é essencial para o crescimento e reprodução das plantas e, estas irão alcançar seu máximo potencial produtivo quando forem fornecidas doses adequadas dos nutrientes (Marschner, 1995).

Em plantas de trevo persa (*Trifolium resupinatum* L.), Krolow et al. (2004) constataram aumento na produção da massa seca conforme se aumentou as doses de fósforo.

Para a massa seca das raízes, observa-se na **figura 4** que a maior dose de fósforo proporcionou o maior incremento de massa de raiz, estimada em 2,8 g. Esses dados mostra a importância do fósforo no desenvolvimento radicular do espinafre. De acordo com Raij (1991), o fósforo exerce grande influência no desenvolvimento radicular e contribui com o aumento na produção das culturas.

O fósforo possui grande importância no crescimento de plantas, já que, além de promover a formação e o crescimento de raízes, melhora a eficiência no uso da água (Lopes, 1989).

Em relação ao comprimento da haste, observa-se na **figura 5** que houve efeito quadrático das



doses de fósforo e, derivando-se a equação, pôde-se estimar que a dose de $26,38 \text{ mg L}^{-1}$ proporcionou o comprimento de 21,82 cm.

Diferentes espécies de plantas respondem de distintas formas às aplicações de nutrientes, como em plantas de pinhão, Firmino et al. (2015) constataram que as doses de fósforo tiveram efeito significativo sobre a altura das plantas. Neste caso, maiores doses, melhores resultados. No entanto, recomenda-se que altura de plantas, ou comprimento de hastes deve ser estudada quando associadas a outras variáveis de crescimento e produção, como número de folhas e produção de massa seca.

Em relação ao número de folhas, na **figura 6**, verificou-se ajuste quadrático de regressão, com o valor máximo (183 folhas) na dose de fósforo de $28,82 \text{ mg L}^{-1}$.

O aumento na produção de folhas para hortaliças folhosas é importante, como no caso do espinafre, isso porque são as folhas a parte de interesse comercial. Além disso, esta parte do vegetal é o órgão fotossintetizante que captura e utiliza a energia luminosa (Bonfim-Silva et al., 2014).

Ao utilizar doses de fósforo em feijão guandu, Costa et al. (1989) constataram efeito positivos nas características agrônômicas quando utilizada a adubação com fósforo.

O uso do fósforo em plantas de espinafre deve ser estudada mais detalhadamente, pois para algumas variáveis, pode-se perceber que a dose mais alta (31 mg L^{-1}) resultou maiores valores para a massa seca total, o que pode indicar que, em doses superiores a 31 mg pode ocorrer o aumento desta variável.

Por outro lado, em relação ao comprimento da haste e o número de folhas, por haver efeito quadrático, o aumento das doses de fósforo pode ocasionar redução na produção do espinafre. Isso devido ao efeito da zona de consumo de luxo, que corresponde a uma faixa em que a planta absorve o nutriente aplicado, porém, não responde em crescimento (Faquin, 2002).

Essa zona de consumo de luxo explica o porquê de em muitos casos as plantas receberem doses elevadas de determinados nutrientes, porém não respondem com aumento na produção.

CONCLUSÕES

Doses de fósforo contribuem com o aumento da massa seca de plantas de espinafre. A massa seca das raízes em plantas de espinafre aumenta conforme se aumenta a dosagem de fósforo.

O maior número de folhas e o maior comprimento de haste foram detectados nas doses

de $28,82 \text{ mg}$ de fósforo L^{-1} de solução e $26,38 \text{ mg}$ de fósforo L^{-1} de solução, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, Capes e FAPEMIG pelo apoio financeiro e bolsas de estudos.

REFERÊNCIAS

- BARROSO, C. B.; NAHAS, E. Solubilização do fosfato de ferro em meio de cultura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, n. 4, p. 529-535, 2008.
- BISCARO, G. A.; MARQUES, R. J. R.; BATISTA, C. M.; MONACO, K. A.; ENSINAS, S. C.; REZENDE, R. K. S. Efeito de diferentes níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de espinafre. Acta Scientiarum. Agronomy. v. 33, n. 3, p. 487-493, 2011.
- BONFIM-SILVA, E. M.; GUIMARÃES, S. L.; FARIAS, L. N.; OLIVEIRA, J. R.; BOSA, C. K.; FONTENELLI, J. V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1380-1388, 2014.
- COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; SCHAMMAS, E. A. Produção de forragem, composição mineral e nodulação do guandu afetadas pela calagem e adubação fosfatada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 13, n. 1, p. 51-58, 1989.
- FAQUIN, V. Diagnose do estado nutricional das plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 77p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- FIRMINO, M. C.; FARIAS, M. S. S.; MEDEIROS, S. S.; GUERRA, H. O. C.; GUIMARÃES, J. P. Altura e diâmetro do pinhão manso sob adubação fosfatada e uso de água residual. ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 11, n. 2, p. 22-31, 2015.
- KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. Efeito do fósforo e do potássio sobre o desenvolvimento e a nodulação de três leguminosas Anuais de estação fria. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2224-2230, 2004.
- LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. Piracicaba: Fundação Cargill, 1989. 177p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. Academic. London. 1995. 889 pp
- RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991, 343 p.



ROCHA, E. M. S.; LOPES, A.; POGGERE, P. A. Determinação do teor de umidade em grãos de feijão preto e branco. Anais do I ENDICT – Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Toledo – PR, 2009.

SANTOS, E. R.; SALGADO, F. H. M.; CERQUEIRA, A. P.; PEREIRA, P. R.; NASCIMENTO, I. R. Produção de pepino tipo conserva em função de doses de fósforo. Revista Nucleos, v.11, n.2, p. 403-408, 2014.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975.

SOARES, M. M.; ARAÚJO, E. F.; OLIVEIRA, G. L.; SILVA, L. J.; SORIANO, P. E. Nodulation and growth of soybean plants as a function of coating the seeds with phosphorous. Biosci. J., Uberlandia, v. 30, n. 5, p. 1438-1446, 2014.

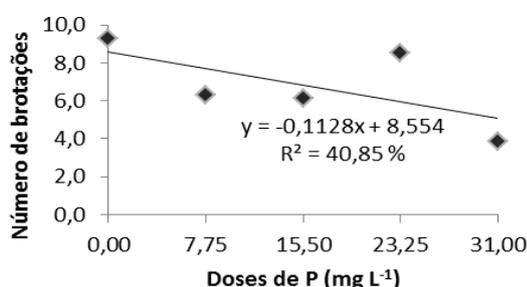


Figura 1 – Número de brotações em plantas de espinafre submetidas a doses de fósforo. Média de 6 repetições.

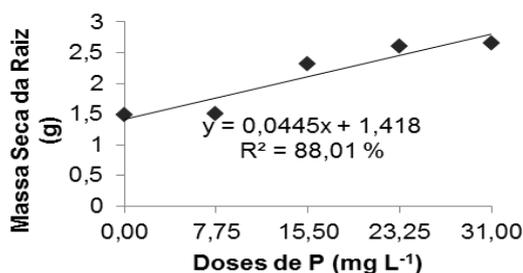


Figura 4 – Massa seca total da parte aérea em plantas de espinafre submetidas a doses de fósforo. Média de 6 repetições.

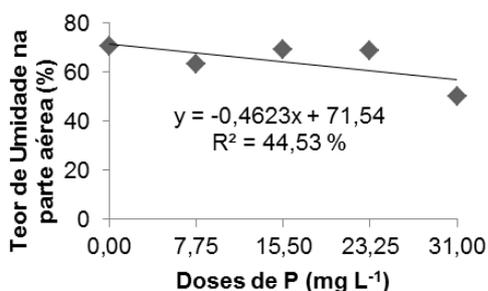


Figura 2 – Teor de umidade da parte aérea em plantas de espinafre submetidas a doses de fósforo. Média de 6 repetições.

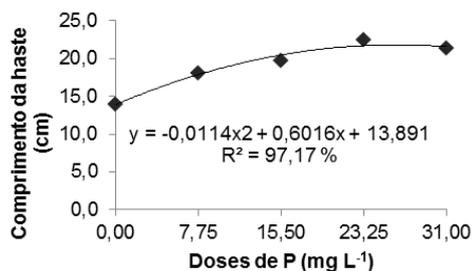


Figura 5 – Comprimento da haste principal de plantas de espinafre submetidas a doses de fósforo. Média de 6 repetições.

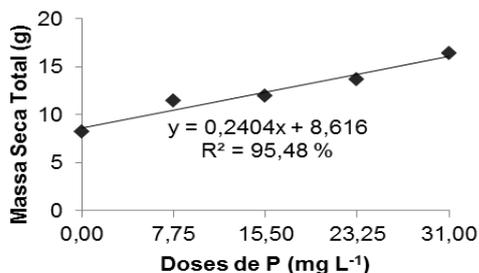


Figura 3 – Massa seca total da parte aérea em plantas de espinafre submetidas a doses de fósforo. Média de 6 repetições.

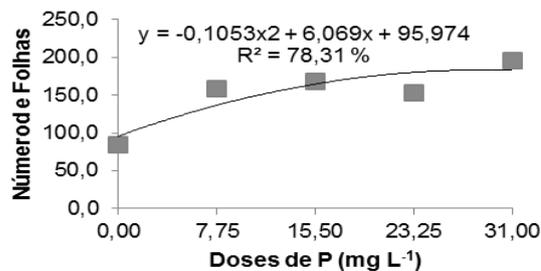


Figura 6 – Número de folhas de plantas de espinafre submetidas a doses de fósforo. Média de 6 repetições.