
GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO-VAGEM TRATADAS COM MICRONUTRIENTES

GERMINATION AND VIGOR OF SEEDS OF BEAN POD TREATED WITH MICRONUTRIENTS

**Silvana OHSE¹; Luana Barzotto GODOI²; Bráulio Luciano Alves REZENDE³;
Rosana Fernandes OTTO⁴; Amanda Regina GODOY⁵**

1- Professora de Fisiologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR. Email: sohse@uepg.br

2- Acadêmica do Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR

3- Engenheiro Agrônomo, Professor e Coordenador da Área de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Química - IFES/Campus de Vila Velha/ES

4- Professora de Olericultura do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR

5- Professora de Olericultura do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR

RESUMO:

Existem no mercado vários produtos contendo micronutrientes, os quais podem ser recomendados para aplicação via tratamento de sementes, visando melhorar o enraizamento e o desenvolvimento inicial de plântulas. No entanto, esses produtos não foram testados até então para olerícolas, dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de produtos comerciais contendo micronutrientes sobre a germinação e o vigor de sementes de feijão-vagem 'Líder'. O trabalho foi executado no Laboratório de Análise de Sementes da UEPG. No experimento 1 testou-se o produto contendo N, K, Cu, Fe, Mn e Zn (Always®=P1) e no experimento 2 o produto contendo N, Co e Zn (Ever®=P2). Os tratamentos constaram de sete doses para cada produto (0; 2; 4; 8; 10; 12 e 16 mL.kg⁻¹ sementes), conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Com a aplicação das doses 9,9 e 12,4 mL.kg⁻¹ sementes de P1 e P2, a germinação foi 38 e 40% maior em relação à testemunha, respectivamente. A aplicação tanto de Always® quanto de Ever® via tratamento de sementes influenciou positivamente a germinação e o vigor de sementes de feijão-vagem 'Líder', porém, sobre o vigor o efeito do produto Always® foi mais pronunciado.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., tratamento de sementes, fitoestimuladores.

ABSTRACT :

There are several products on the market containing micronutrients, which can be recommended for use as seed treatment, to improve rooting and early development of seedlings. However, these products have not been tested so far for vegetable crops, thus the aim of the study was to evaluate the effect of doses of commercial products containing micronutrients on germination and vigor of snap beans 'Lider'. The work was

performed at the Laboratory of Seed Analysis UEPG. In experiment 1 we tested a product containing N, K, Cu, Fe, Mn and Zn (Always[®] = P1) and the second experiment a product containing N, Co and Zn (Ever[®] = P2). The treatments consisted of seven doses for each product (0; 2; 4; 8; 10; 12 and 16 mL.kg⁻¹ seeds), developed in a completely randomized design. With the application of doses 9,9 and 12,4 mL.kg⁻¹ seed P1 and P2, germination was 38 and 40% higher compared to the control, respectively. The application of both of Always[®] and Ever[®] by seed treatment positively affected the germination and vigor of snap beans 'Lider', however, about the effect the effect of Always[®] product was higher.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., seed treatment, phytostimulating.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-vagem foi domesticado há mais de 7.000 anos e apresenta dois centros primários de origem. O mais importante, está localizado na América Central nos altiplanos do México e da Guatemala e o outro se localiza na Ásia Tropical (EMBRAPA, 2010a). O que diferencia o feijão-vagem dos outros feijões é o fato de ser colhido ainda verde e ser consumido juntamente com a vagem. É rico em fibras, tem apreciável quantidade de vitaminas B1 e B2, além de quantidades menores de fósforo, flúor, potássio, cálcio, ferro e vitaminas A e C (Matos, 2010).

O feijão-vagem é uma forma melhorada do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), que apresenta características de vagens sem fibras e textura carnosa, com coloração verde-clara e forma plana com 15 a 18 cm de comprimento (Krause et al., 2012). A exploração comercial visa ao aproveitamento direto das vagens ainda tenras que são consumidas “in natura” ou industrializadas (Oliveira et al., 2003). Face à alta perecibilidade do produto “in natura”, o congelamento da vagem está se tornando mais popular (EMBRAPA, 2010b).

O desequilíbrio nutricional decorrente da deficiência ou do excesso de qualquer um dos micronutrientes em hortaliças pode ocasionar deformações que, além de reduzir a produtividade, prejudicam a qualidade do produto colhido (Mesquita Filho et al., 2001). Tendo em vista o crescente consumo de hortaliças, torna-se importante a busca por maximizações de produtividades dessas culturas. A aplicação de micronutrientes via sementes visando aumentar a produtividade tem apresentado resultados significativos, principalmente em regiões que adotam elevados níveis de tecnologia e manejo nas culturas (Ávila et al., 2006).

A semente é um insumo de grande importância no processo produtivo e sua qualidade é considerada um fator indispensável no sucesso de uma cultura. Sementes de boa qualidade, associadas ao tratamento pré-germinativo, ajudam no estabelecimento das plantas em campo, sendo o tratamento de sementes com micronutrientes, também chamados de fitoestimuladores ou enraizadores, um dos que mais vem se destacando. Apesar de exigidos em pequenas quantidades, a deficiência

de qualquer micronutriente pode ser tão prejudicial quanto à deficiência de um macronutriente (Bays et al., 2007).

A grande vantagem da aplicação de micronutrientes via tratamento de sementes é a uniformidade de distribuição de pequenas doses, as quais podem ser aplicadas com precisão (Lopes et al., 2001), apresentando bom aproveitamento pela planta e, principalmente, pelo fato de reduzir os custos de aplicação (Luchese, 2004). A maioria dos micronutrientes constitui-se em ativadores de enzimas e componentes estruturais, podendo com isso, favorecer a germinação e o vigor das sementes e, conseqüentemente, o estabelecimento da cultura.

Várias indústrias de fertilizantes têm formulado produtos contendo mistura de micronutrientes para aplicação via tratamento de sementes, visando melhorar o enraizamento, o crescimento e desenvolvimento inicial de grandes culturas, baseados em respostas de pesquisas realizadas. No entanto, esses produtos não foram testados, até então, em olerícolas. Por essa razão, desenvolveu-se um experimento no Laboratório de Análise de Sementes com objetivo de avaliar doses de produtos comerciais contendo mistura de micronutrientes sobre a germinação e vigor de sementes de feijão-vagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, localizada no município de Ponta Grossa-PR, Brasil.

Utilizou-se a cultivar Líder de feijão-vagem, da marca comercial TopSeed Premium – Agristar do Brasil. O ciclo vegetativo varia de 55 a 60 dias a partir da emergência, apresentando porte indeterminado. As vagens são bem formadas, grandes, com coloração verde-clara e tamanho entre 16 e 18 cm. As sementes de feijão-vagem, provenientes de Palmeira-PR, passaram por tratamento fitossanitário posterior à colheita, sendo este, a aplicação do fungicida Thiran (dissulfeto tetrametil-tiuram), na dose de 1,5 mL.kg⁻¹ de semente. No início do experimento, o lote de sementes apresentou massa de 26,154 g.100 sementes⁻¹ e 90% de germinação.

Foram realizados dois experimentos, sendo que no experimento 1 foi utilizado o produto da marca comercial Produquímica: Always® (P1), cuja densidade é 1,20 g.cm⁻³, contendo 12% de N, 3% de K₂O, 0,15% de Cu, 0,1% de Fe, 0,1% de Mn e 3,5% de Zn e no experimento 2 o produto foi o Ever® (P2), cuja densidade é 1,19 g.cm⁻³, contendo 5% de N, 0,02% de Co e 8,5% de Zn. Cada produto foi aplicado via tratamento de sementes em sete doses (0; 1; 4; 8; 10; 12 e 16 mL.kg⁻¹ de sementes), instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições para o teste de germinação e cinco para o de vigor.

Foram utilizadas 250 g de sementes por tratamento, sendo estas tratadas com as sete doses de cada produto e acondicionadas em sacos de polietileno. As doses foram dissolvidas em 5 mL de água destilada, colocadas sobre as sementes e agitadas manualmente até completa homogeneização, deixando os sacos abertos para arejamento e secagem à sombra pelo período de 48 h. Para a testemunha (dose 0), procedeu-se da mesma maneira, utilizando-se 5 mL de água destilada.

Foram avaliadas a germinação e o vigor das sementes de feijão-vagem. O teste padrão de germinação foi realizado de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 50 sementes por rolo em papel Germitest para melhor desenvolvimento das plântulas, avaliando-se plântulas normais (PN) e plântulas anormais + sementes mortas (PA), sendo a leitura final realizada ao nono dia após a semeadura (DAS).

O teste de vigor foi realizado de acordo com a metodologia sugerida por Krzyzanowski et al. (1991), por meio da determinação do comprimento e massas fresca e seca de plântulas, as quais foram subdivididas em: parte aérea, raiz e plântula inteira. Foram utilizadas cinco subamostras de 20 sementes por rolo, alinhadas a 2 cm abaixo da borda do papel Germitest para melhor desenvolvimento das plântulas. As subamostras foram agrupadas e colocadas na vertical no germinador, o qual foi envolvido com plástico preto para impedir a passagem de luz, com objetivo de uniformizar o crescimento das plântulas. O germinador foi regulado para 25 °C, onde o material permaneceu por sete dias. Para as avaliações utilizaram-se somente as plântulas normais, medindo-se o comprimento da parte aérea e da raiz. Determinou-se a massa fresca das partes, as quais foram então acondicionadas em sacos de papel, colocadas em estufa para secagem à temperatura de 65 °C até atingir massa seca constante.

Os dados obtidos para cada experimento foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001). A análise de regressão foi realizada por meio do programa estatístico ESTAT (1994). Os gráficos foram gerados no programa EXCEL.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1 em que as sementes foram tratadas com doses do produto Always® (P1), houve efeito significativo dos tratamentos para a porcentagem de plântulas normais (PN) e anormais + sementes mortas (PA), ajustando-se à equação polinomial quadrática (Figura 1).

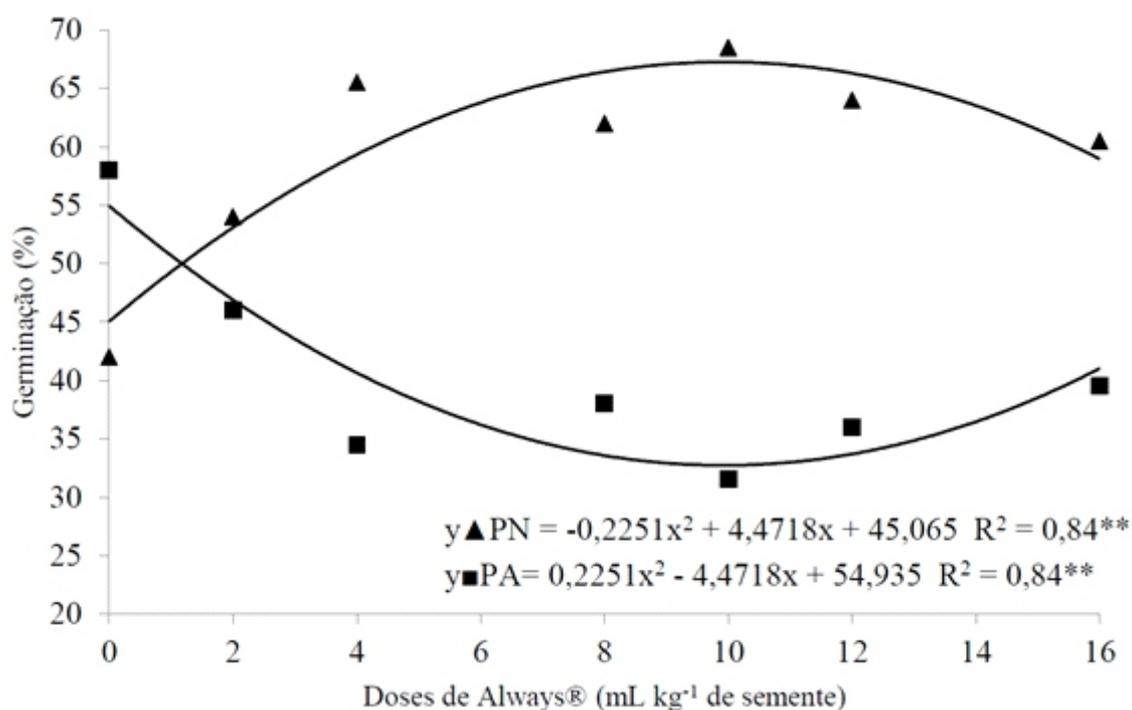


FIGURA 1. Leitura final do teste de germinação ou de plântulas normais (PN) e de plântulas anormais + sementes mortas (PA) em função das doses de Always® aplicadas na semente de feijão-vagem, 'Líder'

Verificou-se que o tratamento de sementes com P1, produto que contém uma mistura de micronutrientes, proporcionou aumento na porcentagem de plântulas normais até a dose de $9,9 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$ semente, ocorrendo efeito negativo a partir desse ponto. Para a dose de máxima eficiência técnica estimada, o aumento da germinação em relação à testemunha foi de 38%, indicando efeito positivo desta dose sobre a variável. Isso se deve provavelmente aos nutrientes presentes no produto. O nitrogênio (N) faz parte da composição de proteínas, enzimas, ácidos nucleicos e nucleotídeos, compostos estes, importantes na retomada da atividade metabólica da semente, quando da germinação (Kerbaui, 2008). Visto que, as enzimas hidrolíticas irão degradar as reservas das sementes, neste caso armazenadas nos cotilédones, fornecendo-as ao eixo embrionário, o qual passará então a respirá-las, tanto para produção de energia como para produção de compostos estruturais das novas células. O potássio (K) é responsável pelo ajuste osmótico, pela permeabilidade de membranas e atua como cofator de várias enzimas, o que pode melhorar a terceira fase da germinação que corresponde ao crescimento do eixo embrionário dado pela degradação das reservas com entrada de água, gerando expansão celular. O cobre (Cu), nesta fase pode auxiliar na manutenção da sanidade da semente por seu efeito fungicida e também por fazer parte de algumas enzimas da respiração. O ferro (Fe)

participa da terceira fase da respiração, por fazer parte da citocromo bc1 e da citocromo oxidase, influenciando todo o desenvolvimento. O manganês (Mn) está envolvido mais com a desintoxicação de radicais livres de O_2 (O_2^-) e o zinco (Zn), por ser necessário para a síntese do triptofano, precursor do AIA (ácido indolacético), principal auxina, podendo ter auxiliado no alongamento celular, diferenciação celular, formação de raízes e, com isso, auxiliando a germinação (Figura 1), bem como o vigor (Figuras 2 e 3).

No teste de vigor, verificou-se efeito significativo da aplicação das doses do P1 somente sobre a massa seca de raiz (MSR). A MSR máxima estimada foi de $0,01823 \text{ g}$ com o uso da dose $13,3 \text{ mL.kg}^{-1}$ semente do P1, correspondendo a 33% de aumento em relação à testemunha (Figura 2). Tal resultado pode ter sido o efeito positivo no desenvolvimento inicial das plântulas em função dos nutrientes presentes no produto, conforme descrito.

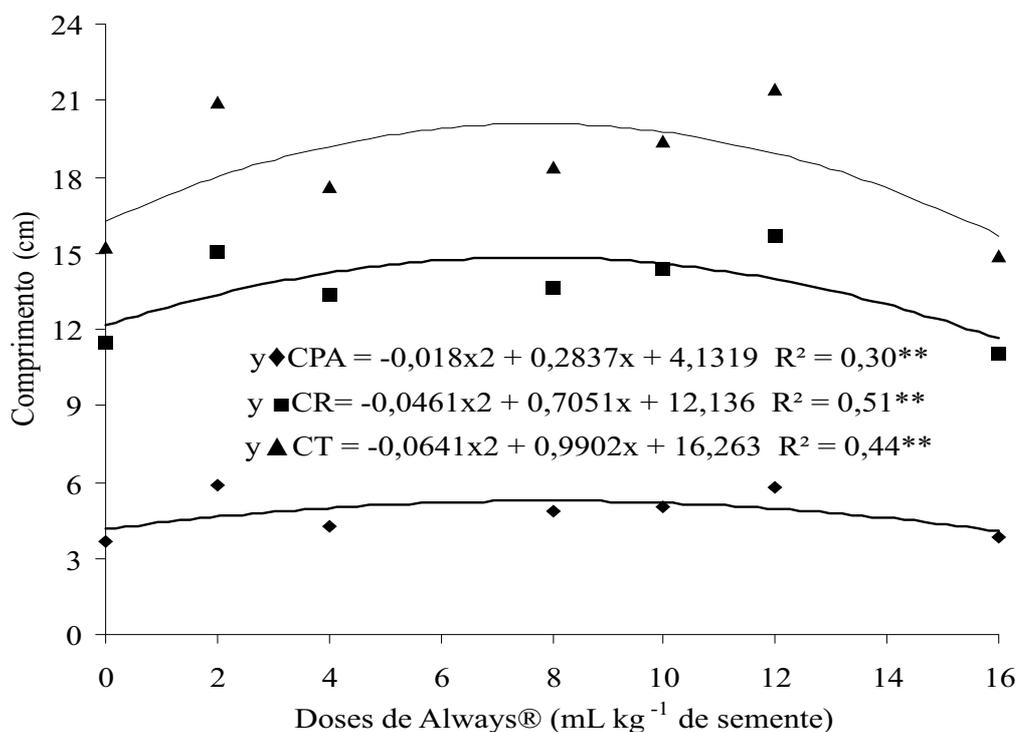


FIGURA 2. Comprimento de parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total de plântulas (CT) em função das doses de Always® aplicadas em sementes de feijão-vagem, 'Líder'

Para as variáveis, comprimentos de parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total de plântulas (CT) houve ajuste a equações quadráticas (Figura 2). Maiores CPA, CR e CT foram obtidos na dose $7,8 \text{ mL.kg}^{-1}$ semente, enquanto os menores comprimentos foram encontrados na maior dose (16 mL.kg^{-1} semente), fato que pode sugerir a ocorrência de toxicidade ao se aplicar mais de $7,8 \text{ mL.kg}^{-1}$ semente. O comprimento de plântulas,

quando acelerado, pode aumentar a velocidade de emergência, e com isso, ao estabelecimento da lavoura, fugindo de fatores adversos, tais como pragas e doenças.

As massas frescas de raiz (MFR), de parte aérea (MFPA) e total de plântulas (MFT) também se ajustaram a equações quadráticas (Figura 3). Os maiores valores de MFPA foram obtidas ao se aplicar 8 mL.kg⁻¹ semente, enquanto as maiores MFR foram observadas ao se aplicar 8,6 mL.kg⁻¹ semente. Já as maiores MFT foram obtidas ao se aplicar 8,2 mL.kg⁻¹ semente. As menores MFPA, MFR e MFT foram encontradas quando não se aplicou micronutrientes via semente.

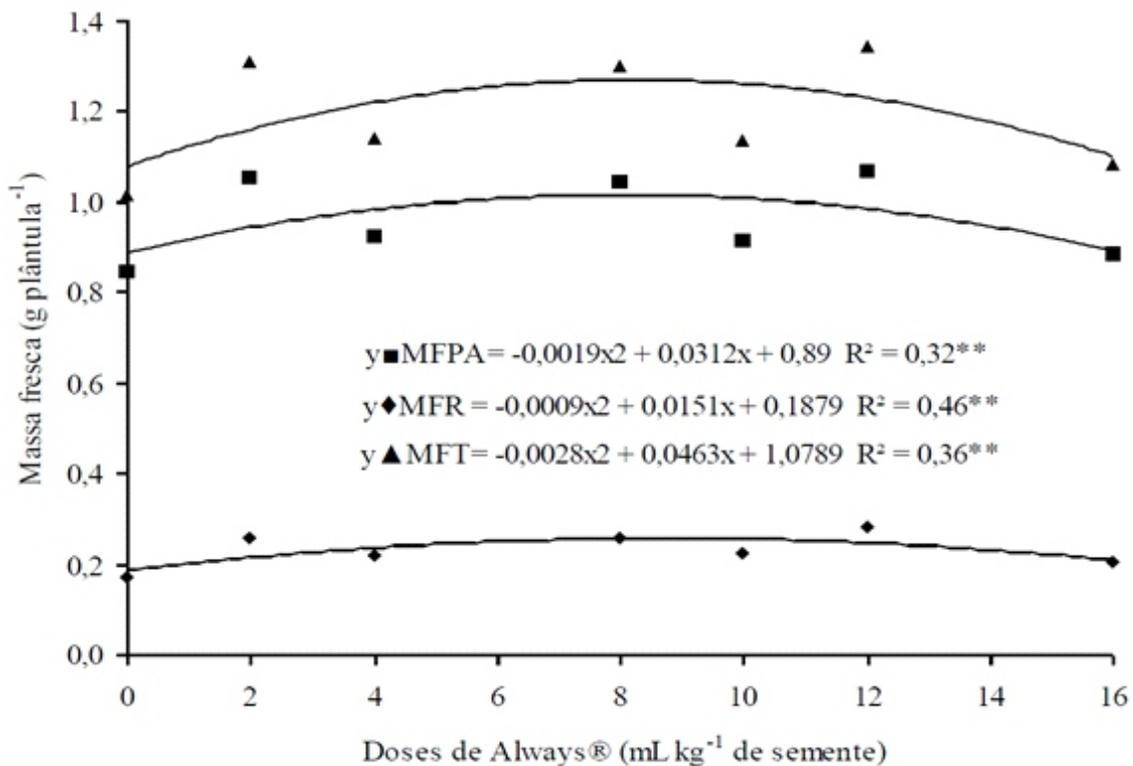


FIGURA 3. Massa fresca de parte aérea (MFPA), de raiz (MFR) e total de plântulas (MFT) em função das doses de Always® aplicadas em sementes de feijão-vagem, 'Líder'

O excesso de Cu possui efeito tóxico sobre as raízes. As plantas com toxicidade por ferro apresentam retardo no crescimento, podendo até ser totalmente paralisado, com folhas amarelas, púrpuras ou alaranjadas (Malavolta, 2006). Segundo Wilcox & Fageria (1976), plantas de feijão com toxidez de Mn cresceram pouco e amareleceram, tendo folhas verde-escuras de tamanho reduzido e aparência rugosa, enquanto aquelas com sintomas de toxidez causada por zinco apresentam severa redução no tamanho com entrenós comprimidos.

A dose em que se obteve maior massa seca de raiz (MSR) de plântulas de feijão-vagem foi 11,2 mL.kg⁻¹ semente, com acréscimo de aproximadamente 31%, se

comparado à testemunha (Figura 4). Provavelmente esse resultado se deva ao efeito positivo dos nutrientes presentes no P1 sobre o desenvolvimento inicial das plântulas, conforme já descrito.

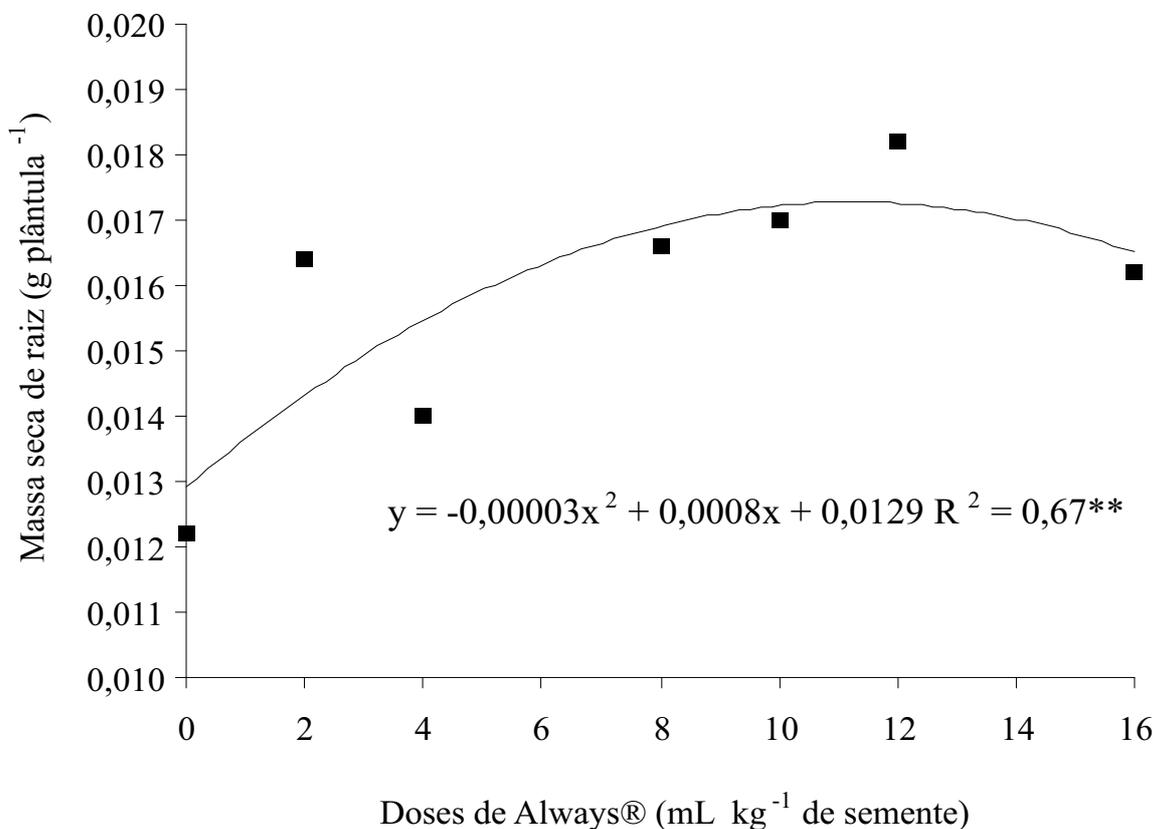


FIGURA 4. Massa seca de raiz (g) em função das doses de Always® aplicadas em sementes de feijão-vagem, 'Líder'

No experimento 2, em que as sementes de feijão-vagem foram tratadas com diferentes doses do produto de P2 (Ever®), houve efeito significativo dos tratamentos sobre a germinação, ou seja, sobre a porcentagem de plântulas normais (PN) e, com isso, sobre a porcentagem de plântulas anormais + sementes mortas (PA).

O uso de 12,4 mL.kg⁻¹ semente do P2 resultou em menor porcentagem de plântulas anormais + sementes mortas, com redução próxima a 49% quando comparado à testemunha. A porcentagem de germinação aumentou em 40% quando da aplicação da dose 12,4 mL.kg⁻¹ semente do P2, cujo produto apresenta a mistura de N, Zn e Co (Figura 5). Guerra et al. (2006) observaram aumento significativo na germinação (3%) quando da aplicação de Co em sementes de soja, na dose de 1,0 g.ha⁻¹. A germinação passou de 69,73% nas sementes que não receberam Co para 71,80% nas sementes tratadas com este micronutriente (Figura 5).

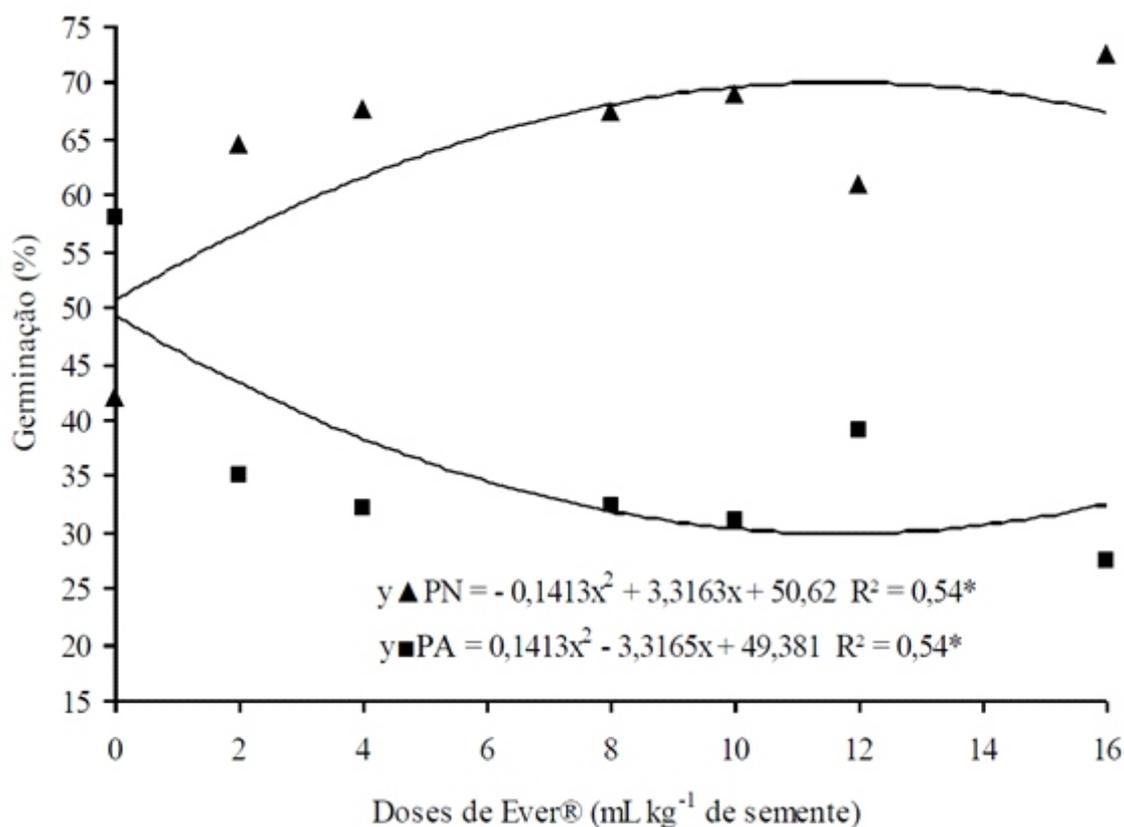


FIGURA 5. Leitura final do teste de germinação ou de plântulas normais (PN) e de plântulas anormais + sementes mortas (PA) em função das doses de Ever® aplicadas em sementes de feijão-vagem, 'Líder'

Conforme citado no Experimento 1, o N está presente nos compostos mais importantes para a retomada da atividade metabólica da semente, participando do fornecimento das reservas ao eixo embrionário e também no seu crescimento, sendo o elemento mineral que as plantas exigem em maior quantidade. No feijoeiro a fase de maior exigência é o florescimento pleno, exigindo que o suprimento seja realizado previamente. No entanto, as quantidades aplicadas via sementes devem ser mínimas visando evitar fitotoxicidade. O Zn pode ter auxiliado na formação de plântulas normais, tornando-as também mais vigorosas, por participar do alongamento celular e da formação de tecidos de condução (Taiz & Zeiger, 2013).

No teste de vigor, verificou-se efeito significativo da aplicação do P2 sobre o comprimento da raiz (CR) das plântulas, sendo que os valores de CR diminuíram conforme se aumentou a dose aplicada (Figura 6). Para comprimentos de parte aérea (CPA) e total de plântulas (CT), massa fresca de raiz (MFR) e massas secas de parte aérea (MSPA), de raiz (MSR) e total (MST), a aplicação de Ever® não apresentou efeito, sendo as médias 4,05 cm; 14,67 cm; 0,192 g; 0,186 g; 0,014 g e 0,201 g, respectivamente.

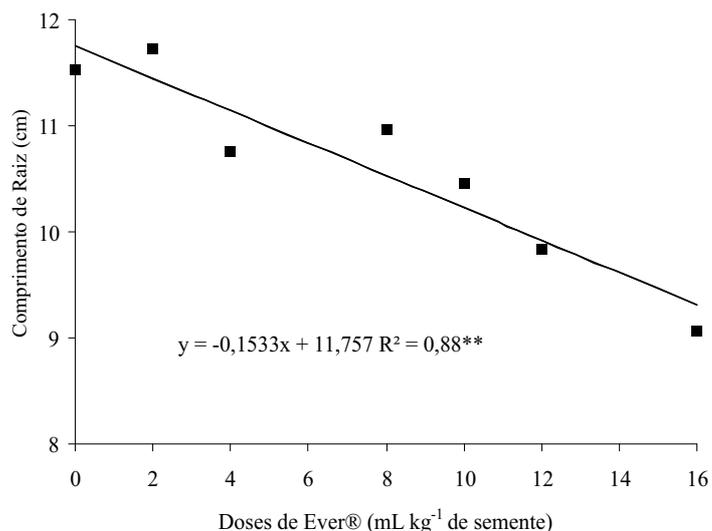


FIGURA 6. Comprimento de raiz (cm) em função das doses de Ever® aplicadas na semente de feijão-vagem, 'Líder'

As massas frescas da parte aérea (MFPA) e total de plântulas (MFT) apresentaram ajuste linear crescente quando da aplicação de P2 (Figura 7). Dessa forma, as maiores MFPA e MFT foram obtidas com a aplicação da dose 16 mL.kg⁻¹ semente, devido ao aumento dos valores com o aumento das doses aplicadas, sugerindo efeito positivo dos micronutrientes sobre estas variáveis.

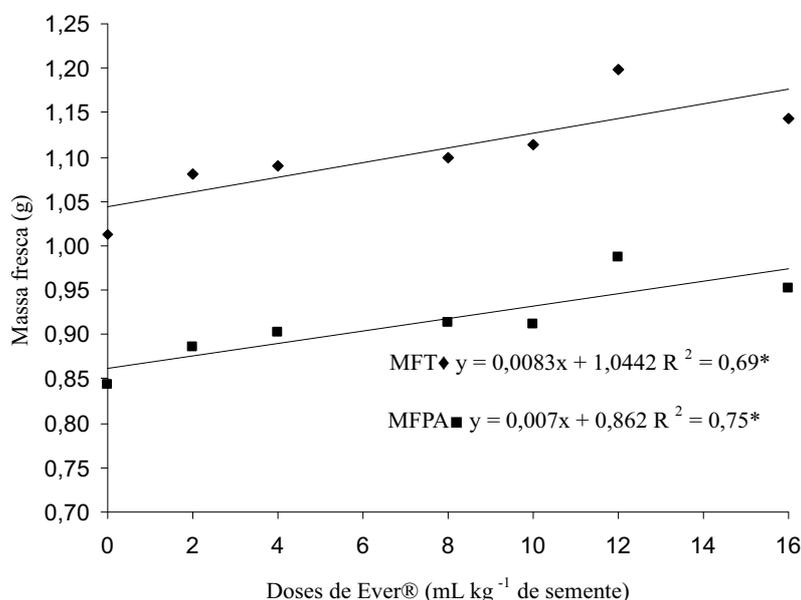


Figura 7. Massa fresca de parte aérea (MFPA) e total (MFT) em função das doses de Ever® aplicadas na semente de feijão-vagem, 'Líder'

Lana et al. (2009) apontam a importância dos micronutrientes quando se busca maior produtividade no feijoeiro. Para a aplicação de Co e Mo via sementes, em área de

plântio direto, nas doses de 0,25 e 60 g.ha⁻¹, respectivamente, observaram aumento em relação à testemunha de 28% e com Zn no sulco de semeadura, na dose de 5 kg.ha⁻¹, obtiveram incremento na produtividade ainda maior (41,5%).

Durante o crescimento inicial de plântulas, o suprimento com Zn pode ser feito tanto pela translocação da reserva da semente quanto pela absorção pelas raízes. Em condições de temperatura ou intensidade luminosa baixas, comuns na região dos Campos Gerais, o Zn presente na semente pode constituir-se na principal fonte do elemento durante o crescimento inicial das plântulas. A aplicação de Zn nas sementes pode aumentar a concentração nesse órgão e sua acumulação na planta, especialmente na parte aérea (Ribeiro & Santos, 1996).

O tratamento de sementes de feijoeiro com Mo, Co, metionina e vitamina B1, em plantio realizado tanto em época das secas quanto em época das águas não interferiram na massa seca das plântulas (Castro et al., 1994). Lana et al. (2008) obtiveram baixa produtividade do feijoeiro quando da aplicação de um produto contendo coquetel de micronutrientes. Nesse contexto, torna-se extremamente importante o desenvolvimento de trabalhos que estudem o efeito de produtos contendo mistura de micronutriente, tanto sobre o desenvolvimento inicial, como sobre os componentes de produção, visando balancear aplicações, visto que há possibilidade de ocorrência de desequilíbrios, podendo desfavorecer ao desenvolvimento da cultura.

4. CONCLUSÕES

A germinação de sementes de feijão-vagem cv. Líder aumentou em 38 e 40% em relação à testemunha, com a aplicação das doses 9,9 e 12,4 mL.kg⁻¹ de sementes de Always® e Ever®, respectivamente.

Com a aplicação de Always®, houve efeito significativo sobre a massa seca de raiz até a dose 12 mL.kg⁻¹ semente. Com a aplicação de Ever® os efeitos foram menos pronunciados, afetando somente o crescimento de raiz, apresentando como dose de máxima eficiência técnica 2 mL.kg⁻¹ semente.

5. REFERÊNCIAS

Ávila, M.R.; Braccini, A. de L.; Scapim, C.A.; Martorelli, D.T.; Albrecht, L.P.; Faccioli, F.S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.28, n.4, p.535-543, 2006.

Bays, R.; Baudet, L.; Henning, A.A.; Lucca Filho, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p. 60-67, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200009>>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras Para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

Canteri, M.G.; Althaus, R.A.; Virgens Filho, J.S de; Giglioti, E.D.; Godoy, C. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft-Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

Carpentieri-Pípolo, V.; Vizoni, E.; Giroto, J.C.M. Determinação do melhor período para realização de cruzamento artificial em feijão de vagem, *Phaseolus vulgaris* L., em Londrina, Estado do Paraná. Acta Scientiarum Agronomy, v.23, n.5, p.1191-1193, 2001.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Feijão-de-vagem. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/bib/saibaque/feijjao_vagem.htm. Acesso em 08 mar. 2010a.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Pós Colheita: Feijão-de-vagem. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/feijao.htm. Acesso em 08 mar. 2010b.

ESTAT. Sistema de análises estatísticas. Jaboticabal, Departamento de Ciências Exatas, FCAV-UNESP, 1994.

KERBAUY, B.G. Fisiologia Vegetal. 2^a. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

KRAUSE, W.; RODRIGUES, R.; LEAL, N.R. Capacidade combinatória para características agronômicas em feijão-de-vagem. Revista Ciência Agronômica, v.43, n.3, p.522-531, 2012.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇANETO, J.B.; Henning, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Informativo ABRATES, v.1, n.2. p.11-14. 1991.

LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q.; GOZUEN, C.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L.R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. Bioscience Journal, v.25, n.1, p.13-20, 2009.

LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. de. Filosofias e Eficiência de Aplicação. In: Ferreira, M.E. et al. Micronutrientes e Elementos Tóxicos na Agricultura. Jaboticabal: 2001. Cap11. p.272.

LUCHESE, A.V.; GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LUCHESE, E.B.; BRACCINI, M.C.L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. *Ciência Rural*, v.34, n.6, p.1949-1952, 2004.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo, 2006, 638p.

MATOS, M.J.L.F. Feijão-de-vagem: dicas ao consumidor EMBRAPA. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/feijao_de_vagem.htm. Acesso em 08 mar. 2010.

MESQUITA FILHO, M.V.; SOUZA, A.F.; FURLANI, P.R. Hortaliças de bulbo, tubérculo, raiz e fruto. In: Ferreira, M.E. et al. Micronutrientes e Elementos Tóxicos na Agricultura. Jaboticabal: 2001. p.511-525.

OLIVEIRA, A.P.; SOBRINHO, J.T.; SOUZA, A.P. Característica e rendimento do feijão-vagem em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.3, p.714-720, 2003.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. *Ciência Rural*, v.26, n.1, p.159-165. 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 5ª ed. Editora ARTMED, 2013, 954 p.

WILCOX, G.E.; FAGERIA, N.K. Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção. Goiânia: Embrapa/CNPAP, 1976. 22 p. (Embrapa/CNPAP. Boletim, 5).