

# Teor e acúmulo de nutrientes no feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante<sup>1</sup>

## Nutrient concentration and accumulation by common bean according biostimulant application

Adriana Queiroz de Almeida<sup>2\*</sup>; Rogério Peres Soratto<sup>3</sup>

### Resumo

Por alterar o desenvolvimento e crescimento vegetal, os bioestimulantes também podem interferir na absorção de nutrientes. Contudo, são escassos os trabalhos que tenham abordado aspectos nutricionais da cultura do feijão relacionados à aplicação destes produtos. Objetivou-se avaliar o efeito de formas e épocas de aplicação de um bioestimulante (citocinina, ácido indolbutírico e ácido giberélico) no teor e acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B) na parte aérea do feijoeiro cultivar Pérola. Os tratamentos foram: Testemunha (sem aplicação); TS – 250 mL ha<sup>-1</sup> em tratamento de semente (TS); V<sub>4</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> via pulverização foliar em V<sub>4</sub>; R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> via pulverização foliar em R<sub>5</sub>; TS+V<sub>4</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub>; TS+R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> em R<sub>5</sub>; V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub> + 250 mL ha<sup>-1</sup> em R<sub>5</sub> e TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub> + 250 mL ha<sup>-1</sup> em R<sub>5</sub>. A aplicação do bioestimulante via semente, associada ou não à aplicação foliar, incrementa o teor e acúmulo de N na parte aérea do feijoeiro. Tratamentos com o bioestimulante promovem resultados positivos quanto ao teor e acúmulo de K, Mg, Ca e S, principalmente quando aplicado, via semente e/ou foliar, nos estádios V<sub>4</sub> e R<sub>5</sub>. Resultados inconsistentes são observados no teor e acúmulo de micronutrientes quando foi realizada a aplicação de bioestimulante tanto via semente quanto na associação deste com a aplicação via pulverização foliar.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, regulador vegetal, nutrição mineral

### Abstract

The biostimulants may change the nutrient uptake as it can alter plant development and growth. However, few studies have related the nutrition of the common bean plant with the application of these products. The aim was to evaluate the effects of forms and times of a biostimulant (cytokinin, indolbutyric acid and gibberellic acid) application on nutrient concentration and accumulation (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn and B) by common bean cultivar Pérola. The treatments were: Control (without application); TS - 250 mL ha<sup>-1</sup> seed treatment; V<sub>4</sub> - 250 mL ha<sup>-1</sup> foliar spray in V<sub>4</sub> stage; R<sub>5</sub> - 250 mL ha<sup>-1</sup> foliar spray in R<sub>5</sub> stage; TS+V<sub>4</sub> - 250 mL ha<sup>-1</sup> in TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> in V<sub>4</sub>; TS+R<sub>5</sub> - 250 mL ha<sup>-1</sup> in TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> in R<sub>5</sub>; V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> - 250 mL ha<sup>-1</sup> in V<sub>4</sub> + 250 mL ha<sup>-1</sup> in R<sub>5</sub>, and TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> - 250 mL ha<sup>-1</sup> in TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> in V<sub>4</sub> + 250 mL ha<sup>-1</sup> in R<sub>5</sub>. Biostimulant application by seed, with or without foliar application, increases the content and N accumulation in shoots of bean. Biostimulant treatments

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA, Universidade Estadual Paulista, UNESP, campus de Botucatu, Botucatu, SP.

<sup>2</sup> Pós-Doutoranda em Biologia Molecular, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, BA. E-mail: adrianaq\_almeida@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Prof. Adjunto do Deptº de Produção e Melhoramento Vegetal, FCA/UNESP, Botucatu, SP. Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. E-mail: soratto@fca.unesp.br

\* Autor para correspondência

promote positive results on content and accumulation of K, Mg, Ca, and S, particularly when applied on the seed and/or by foliar spraying in  $V_4$  and  $R_5$ . Inconsistent results were observed in micronutrient content and accumulation when biostimulant was applied both on the seed or this in association with foliar application.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, plant regulator, mineral nutrition

## Introdução

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta exigente em nutrientes por ter ciclo curto e sistema radicular relativamente pequeno e superficial, exigindo que os mesmos estejam prontamente disponíveis durante o desenvolvimento da cultura para garantir a produtividade (SILVA et al., 2009). Dessa forma, o emprego de estratégias que favoreçam o rápido crescimento do sistema radicular torna-se importante, principalmente no período inicial da vida da planta (FANCELLI; TSUMANUMA, 2007).

Alterações na concentração hormonal de tecidos podem mediar uma gama de processos de desenvolvimento das plantas, muitos dos quais envolvem interações com os fatores ambientais (CROZIER et al., 2000). Os bioestimulantes promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético e estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (ONO; RODRIGUES; SANTOS, 1999; VIEIRA; CASTRO, 2003). Além disso, estudos têm indicado que a aplicação de bioestimulantes favorece a absorção e a assimilação de nutrientes pelas plantas, levando a maior produtividade de proteína (CATE; BRETELER, 1982; CHANDA et al., 1998; RUIZ; CASTILLA; ROMERO, 2000). Contudo, a influência dos fitohormônios na absorção e transporte de íons pode ser diversa e dependente de vários fatores, incluindo a época de aplicação (WIERZBOWSKA; BOWSZYS, 2008).

Milléo e Zagonel (2002) trataram sementes de feijão com o Stimulate® e concluíram que a aplicação do bioestimulante promoveu maior absorção de potássio (K) e maior concentração de proteínas nos grãos. Contudo, Lana et al. (2009),

constatarem que a aplicação do bioestimulante via tratamento de semente e via foliar não interferiu no teor de nutrientes nas folhas do feijoeiro. Lima et al. (2006a; 2006b) não verificaram interação entre doses de bioestimulante e N para o algodoeiro. Já Srivastava, Ormrod e Hale (1994), avaliando respostas fisiológicas do feijoeiro ao nitrato, observaram que a citocinina acelera a absorção do nitrogênio (N) nessa forma e também evita os danos que porventura possam ocorrer por algum excesso de nitrato nos tecidos.

Klahold et al. (2006), Ávila et al. (2008), Bertolin et al. (2010), Albrecht et al. (2011) e Albrecht et al. (2012) verificaram incremento na produtividade de grãos de soja, com aplicação do bioestimulante tanto via sementes quanto via foliar, em estádios vegetativos e reprodutivos. Já na cultura do feijão, Abrantes (2008) constataram que aplicação do bioestimulante no estágio reprodutivo ( $R_5$ ) proporcionou maior número de grãos por planta e produtividade de grãos do que a aplicação no estágio vegetativo ( $V_4$ ), ou seja, a forma e a época de aplicação pode influenciar o efeito do produto. Contudo, maioria dos trabalhos (ALLEONI; BOSQUEIRO; ROSSI, 2000; COBUCCI; WRUCK, 2005; KLAHOLD et al., 2006; ÁVILA et al., 2008; BERTOLIN et al., 2010; ABRANTES, 2008; ALBRECHT et al., 2011; ALBRECHT et al., 2012), não avaliaram os efeitos do bioestimulante nos teores e acúmulos de nutrientes nas plantas. Assim, os resultados existentes na literatura sobre o efeito da aplicação de bioestimulantes na nutrição de culturas são escassos e contraditórios, com grande variabilidade dos resultados em função da dose, da forma de aplicação, da cultura, do ambiente e das práticas agrícolas utilizadas. Isso justifica a necessidade de

avaliar se a forma (tratamento de sementes ou via foliar) e a época de aplicação do bioestimulante interferem na absorção de nutrientes pela cultura do feijão.

Objetivou-se avaliar o efeito de formas e épocas de aplicação de um bioestimulante (citocinina, ácido indolbutírico e ácido giberélico) no teor e acúmulo de nutrientes na parte aérea do feijoeiro cultivar Pérola.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no Município de Botucatu, SP (22°51' latitude Sul, 48°26' longitude Oeste e altitude de 740 m). Foi utilizado um solo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, de textura média (630, 40 e 330 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e

argila, respectivamente), previamente peneirado (peneira com malha de 4,0 mm). Uma amostra foi submetida à análise química, cujos resultados são apresentados na Tabela 1. O solo recebeu calcário dolomítico (PRNT = 91,5%), na dose 2,68 g dm<sup>-3</sup>, objetivando elevar a saturação por bases à 70% e foi incubado com umidade de aproximadamente 80% da capacidade de retenção de água, por um período de 50 dias. Após a incubação, foi aplicado no solo 200 mg dm<sup>-3</sup> de P (superfosfato simples) e 150 mg dm<sup>-3</sup> de K (cloreto de potássio), 32 mg dm<sup>-3</sup> de N (nitrato de amônio) e 58 mg dm<sup>-3</sup> de FTE-BR12 (9,0% de Zn, 3,0% de Fe, 2,0 de Mn, 1,8% de B, 0,8% de Cu e 0,1% de Mo). Após a fertilização o solo foi acomodado em vasos com capacidade de 12 dm<sup>3</sup>. Por ocasião da semeadura do feijão, ou seja, cinco dias após a incorporação dos fertilizantes, uma amostra de solo foi coletada e submetida à análise química (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas do solo utilizado no experimento antes da correção (original) e por ocasião da semeadura do feijão.

Época	pH(CaCl <sub>2</sub> )	M.O. (g kg <sup>-1</sup> )	P <sub>resina</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )	H+Al	————(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )————				CTC	V (%)
					Al	K	Ca	Mg		
Original	4,1	18,0	3,0	72,0	14,0	0,2	2,0	1,0	75,2	4
Semadura	5,5	19,0	80,0	28,9	1,0	3,6	45,0	17,0	95,5	69
	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Boro	Cobre	Ferro		Manganês		Zinco		
	————(mg dm <sup>-3</sup> )————									
Original	11,0	0,13	1,0	34,0		0,8		0,1		
Semadura	176,0	0,65	1,1	60,0		5,8		3,9		

**Fonte:** Elaboração dos autores.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por oito formas de aplicação do bioestimulante e caracterizados por: Testemunha (sem aplicação); TS – 250 mL ha<sup>-1</sup> em tratamento de semente (TS); V<sub>4</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> via foliar no estádio V<sub>4</sub> (FERNÁNDEZ; GEPTS; LÓPES, 1986); R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> via foliar no estádio R<sub>5</sub>; TS+V<sub>4</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub>; TS+R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> em R<sub>5</sub>; V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub> + 250 mL

ha<sup>-1</sup> em R<sub>5</sub> e TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> – 250 mL ha<sup>-1</sup> em TS + 250 mL ha<sup>-1</sup> em V<sub>4</sub> + 250 mL ha<sup>-1</sup> em R<sub>5</sub>.

Utilizou-se, para a preparação dos tratamentos, o bioestimulante comercial denominado Stimulate® (Stoller do Brasil, Cosmópolis, São Paulo, Brasil) que contém fitorreguladores e traços de sais minerais, sendo de composição variável, tendo como garantias: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina), 0,005% de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de

ingredientes inertes (CASTRO, 1998). As sementes do cultivar Pérola receberam os tratamentos citados anteriormente com o bioestimulante na dose de 3 mL kg<sup>-1</sup> de sementes e, posteriormente, foram inoculadas com *Rhizobium tropici* (estirpe Semia 4080, turfoso). A semeadura foi realizada após 30 minutos da aplicação do bioestimulante, para promover absorção do produto, utilizando-se oito sementes por vaso. O desbaste foi realizado cinco dias após a emergência (DAE), deixando-se três plantas por vaso. O N em cobertura foi fornecido mediante cinco aplicações, utilizando-se 15 mg dm<sup>-3</sup> de N (sulfato de amônio), aos 8, 26 e 34 DAE e 18 mg dm<sup>-3</sup> de N (uréia) aos 40 e 49 DAE. Também foram aplicados 40 mg dm<sup>-3</sup> de K (cloreto de potássio), aos 40 e 49 DAE.

A irrigação foi realizada periodicamente, avaliando-se a necessidade por meio de pesagem dos vasos, colocando-se a quantidade suficiente para elevar a 100% da capacidade de retenção de água sempre que o nível atingisse 80% desta. A máxima capacidade de retenção foi previamente determinada e a quantidade estabelecida inicialmente foi de 1,5 L de água por vaso. As temperaturas médias registradas nos meses de março, abril e maio de 2009 (período de execução desse experimento) foram 24,3 °C, 22,5 °C e 20,8 °C, respectivamente.

Aos 23 DAE as plantas atingiram o estágio V<sub>4</sub> (3ª folha trifoliolada totalmente expandida). O estágio R<sub>5</sub> (início da fase reprodutiva/pré-florescimento) foi atingido aos 30 DAE e o estágio R<sub>6</sub> (pleno florescimento) aos 38 DAE. As avaliações foram realizadas de acordo com cada tratamento, ou seja, no estágio V<sub>4</sub> foram analisados os tratamentos testemunha e TS, no estágio R<sub>5</sub> os tratamentos testemunha, TS, V<sub>4</sub> e TS+V<sub>4</sub>. No estágio R<sub>6</sub> todos os tratamentos foram avaliados. As avaliações realizadas necessitaram de desmontagem dos vasos, portanto, houve a necessidade de se instalar, inicialmente, uma maior quantidade de repetições, visando manter, ao final, após as avaliações destrutivas, o número

de repetições adequadas a se proceder a análise estatística. Para os tratamentos testemunha e TS foram instalados 12 vasos de cada um. Para os tratamentos V<sub>4</sub> e TS+V<sub>4</sub> foram instalados 8 vasos de cada um e para os demais tratamentos, foram instalados inicialmente 4 vasos cada um, totalizando-se inicialmente 56 vasos.

Nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub> foram avaliados: a massa da matéria seca da parte aérea e, o teor e acúmulo de nutrientes na parte aérea.

As plantas foram submetidas à secagem, separadamente, em estufa a 65 °C, por 72 horas, e, posteriormente, determinada a massa da matéria seca. O material utilizado para determinação da matéria seca da parte aérea, depois de moído em moinho tipo Willey, foi submetido à análise para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B pelo método de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Posteriormente, os teores foram multiplicados pela massa de matéria seca para o cálculo da quantidade acumulada.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

## Resultados e Discussão

A aplicação do bioestimulante não influenciou significativamente a massa de matéria seca da parte aérea em nenhum dos estádios avaliados (Tabela 2). Alleoni, Bosqueiro e Rossi (2000) e Vieira e Castro (2003) também não verificaram efeito da aplicação de bioestimulante, via tratamento de semente ou foliar, no acúmulo de matéria seca da parte aérea do feijoeiro. Cato (2006), apesar de observar incremento no comprimento do hipocótilo e na matéria seca de planta de amendoim e sorgo com a aplicação do bioestimulante via tratamento de semente, não verificou efeito do mesmo no acúmulo de matéria seca da parte aérea no florescimento. Tais resultados indicam que apesar dos fitohormônios presentes

no bioestimulante atuarem em diversos fenômenos fisiológicos como mobilização de reservas armazenadas no endosperma para a germinação e o crescimento da parte aérea, bem como na divisão e alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2009), a produção de matéria seca de qualquer cultura é

mais fortemente governada pela interceptação da luz e capacidade de conversão desta em biomassa, que é dependente das características específicas das plantas, da comunidade vegetal e da interação do processo de crescimento com os fatores ambientais (CATO, 2006).

**Tabela 2.** Massa de matéria seca da parte aérea do feijoeiro em função aplicação do bioestimulante, nos estádios  $V_4$ ,  $R_5$  e  $R_6$ .

Tratamento	Matéria seca parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )
Estádio $V_4$ (3ª folha totalmente expandida)	
Testemunha	2,4a
TS	2,6a
CV (%)	4,7
Estádio $R_5$ (início do surgimento de botões florais)	
Testemunha	5,4a
TS	4,9a
$V_4$	4,7a
TS+ $V_4$	5,2a
CV (%)	7,7
Estádio $R_6$ (florescimento pleno)	
Testemunha	7,1a
TS	7,5a
$V_4$	8,1a
$R_5$	7,7a
TS+ $V_4$	7,0a
TS+ $R_5$	7,2a
$V_4$ + $R_5$	7,1a
TS+ $V_4$ + $R_5$	7,4a
CV (%)	11,4

Médias seguidas da mesma letra na coluna, em cada época de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos foram: Testemunha (sem aplicação de bioestimulante), TS (tratamento de semente),  $V_4$  (pulverização em  $V_4$ ),  $R_5$  (pulverização em  $R_5$ ), TS+ $V_4$  (tratamento de semente + pulverização em  $V_4$ ), TS+ $R_5$  (tratamento de semente + pulverização em  $R_5$ ),  $V_4$ + $R_5$  (pulverização em  $V_4$  + pulverização em  $R_5$ ) e TS+ $V_4$ + $R_5$  (tratamento de semente + pulverização em  $V_4$  e  $R_5$ ).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Verificou-se influência significativa da aplicação do bioestimulante no teor de N na parte aérea do feijoeiro, em todas as épocas de avaliação (Tabela 3). Na avaliação realizada em  $V_4$  verificou-se que o tratamento de sementes com o bioestimulante proporcionou maior teor de N que a testemunha. Na avaliação em  $R_5$ , nota-se superioridade do TS em relação à testemunha, porém, sem diferença estatística

do tratamento que recebeu o produto via foliar em  $V_4$ . Já na avaliação realizada em  $R_6$ , verificaram-se maiores teores de N nos tratamentos que receberam aplicação do bioestimulante em  $V_4$  e  $V_4$ + $R_5$ , sem diferir do tratamento com aplicação em TS+ $R_5$ . Harb (1992) observou que a pulverização de *Vicia faba* com ácido giberélico aumentou o teor de N na parte aérea e raízes. A aplicação de bioestimulante pode

ter favorecido a nodulação do feijoeiro, bem como a fixação simbiótica do N<sub>2</sub>. Segundo Mathesius (2008), a auxina é um fitohormônio que atua fortemente no processo de nodulação de leguminosas. Contudo, Oliveira, Pace e Rosolem (1998) e Abrantes (2008)

não verificaram efeito da aplicação de diferentes doses de bioestimulante nas sementes e parte aérea, em diferentes épocas, no teor de N nas folhas do feijoeiro cultivar Carioca, e IAC Apuã e Carioca Precoce, respectivamente.

**Tabela 3.** Teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) na parte aérea do feijoeiro em função da aplicação do bioestimulante, nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub>.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
(g kg <sup>-1</sup> )						
Estádio V <sub>4</sub> (3ª folha totalmente expandida)						
Testemunha	33,2b	2,3a	19,7a	19,1a	4,4a	4,6a
TS	39,2a	2,3a	19,0a	19,5a	4,4a	5,0a
CV (%)	5,7	7,8	5,2	9,3	6,8	5,0
Estádio R <sub>5</sub> (início do surgimento de botões florais)						
Testemunha	29,1b	2,4a	15,3a	17,6a	4,4a	5,3a
TS	31,5a	2,3a	15,6a	17,6a	4,5a	5,4a
V <sub>4</sub>	30,2ab	2,2a	14,7a	17,5a	4,2a	5,4a
TS+V <sub>4</sub>	28,4b	2,1a	14,9a	16,2a	3,9a	4,6a
CV (%)	3,1	6,6	7,0	10,4	9,4	8,8
Estádio R <sub>6</sub> (florescimento pleno)						
Testemunha	21,5c	2,1a	21,8abc	17,5d	5,9abc	2,2f
TS	21,8c	2,0a	21,3c	18,1d	5,5cd	3,7a
V <sub>4</sub>	25,6a	2,2a	21,8ab	20,0c	6,1ab	3,4b
R <sub>5</sub>	22,2c	2,3a	21,4bc	19,9c	5,6bcd	3,3bc
TS+V <sub>4</sub>	22,9bc	2,1a	22,4abc	19,9c	5,3d	3,1c
TS+R <sub>5</sub>	24,6ab	2,3a	22,7ab	20,8bc	5,8abc	2,9d
V <sub>4</sub> +R <sub>5</sub>	25,9a	2,3a	23,0a	23,5a	6,2a	2,9d
TS+V <sub>4</sub> +R <sub>5</sub>	21,8c	1,2a	21,6c	21,8ab	6,1a	2,6e
CV (%)	3,0	6,2	4,6	3,6	3,2	11,5

Médias seguidas da mesma letra na coluna, em cada época de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos foram: Testemunha (sem aplicação de bioestimulante), TS (tratamento de semente), V<sub>4</sub> (pulverização em V<sub>4</sub>), R<sub>5</sub> (pulverização em R<sub>5</sub>), TS+V<sub>4</sub> (tratamento de semente + pulverização em V<sub>4</sub>), TS+R<sub>5</sub> (tratamento de semente + pulverização em R<sub>5</sub>), V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (pulverização em V<sub>4</sub> + pulverização em R<sub>5</sub>) e TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (tratamento de semente + pulverização em V<sub>4</sub> e R<sub>5</sub>).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Vale ressaltar que o tratamento com aplicações do bioestimulante em V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> apresentou o maior teor de N na parte aérea do feijoeiro no estágio R<sub>6</sub> (Tabela 3). Vellini e Rosolem (1997) observaram que o bioestimulante pode ter efeito positivo na produção de proteína, quando associado à Co e Mo, o que poderia estar relacionado com uma melhor nutrição nitrogenada da planta.

Abrantes (2008) também não verificaram efeito da aplicação de bioestimulante via foliar na nutrição nitrogenada do feijoeiro, assim como Silva et al. (2009) quando aplicaram 5,0 mL kg<sup>-1</sup> de sementes de feijão e Lana et al. (2009) quando aplicaram o mesmo bioestimulante nas sementes de feijão e via foliar aos 15 e 30 dias após a emergência e no pré-florescimento.

Com relação ao acúmulo de N na parte aérea, verificaram-se efeitos significativos da aplicação de N apenas nas avaliações realizadas em V<sub>4</sub> e R<sub>6</sub> (Tabela 4). Em V<sub>4</sub>, o maior teor de N proporcionou maior acúmulo desse nutriente na parte aérea da planta, já que a massa de matéria seca não foi alterada. Na avaliação de R<sub>6</sub> a aplicação do produto em V<sub>4</sub> proporcionou maior acúmulo de N na parte aérea, porém, diferindo-se significativamente apenas da testemunha.

O teor e acúmulo de P na parte aérea do feijoeiro não foram alterados pelos tratamentos

(Tabelas 3 e 4). Assim como observado para a parte aérea (Tabela 2), provavelmente os tratamentos com o bioestimulante não interferiram no crescimento radicular do feijoeiro, fazendo com que não houvesse diferença na exploração do solo e, conseqüentemente, ausência de efeito na absorção de P pela planta. Resultados semelhantes foram observados por Abrantes (2008) e Silva et al. (2009). Contudo, Oliveira, Pace e Rosolem (1998) verificaram maiores teores de P em alguns tratamentos que receberam aplicação de bioestimulante, seja via foliar ou TS, contudo sem resultados consistentes.

**Tabela 4.** Quantidade acumulada de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) na parte aérea do feijoeiro em função da aplicação do bioestimulante, nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub>.

Tratamento	N	P	(mg planta <sup>-1</sup> )			
			K	Ca	Mg	S
Estádio V <sub>4</sub> (3ª folha totalmente expandida)						
Testemunha	81,3b	5,6a	48,2a	46,8a	10,8a	11,4a
TS	102,7a	6,0a	49,8a	51,1a	11,4a	13,2a
CV (%)	5,3	7,2	7,9	4,7	5,5	6,6
Estádio R <sub>5</sub> (início do surgimento de botões florais)						
Testemunha	157,4a	13,1a	82,7a	94,7a	24,0a	28,7a
TS	153,1a	11,2a	76,3a	85,7a	21,9a	26,4a
V <sub>4</sub>	142,8a	10,3a	69,5a	83,1a	19,9a	25,4a
TS+V <sub>4</sub>	148,0a	11,1a	74,3a	84,6a	20,1a	23,8a
CV (%)	6,8	11,1	11,4	8,2	9,3	11,5
Estádio R <sub>6</sub> (florescimento pleno)						
Testemunha	153,2b	15,1a	154,9a	124,6b	41,8a	15,9d
TS	162,9ab	15,2a	160,5a	136,3ab	41,6a	27,9a
V <sub>4</sub>	208,7a	18,3a	176,9a	162,4ab	49,2a	27,2ab
R <sub>5</sub>	171,9ab	17,4a	166,0a	154,5ab	43,6a	25,3abc
TS+V <sub>4</sub>	161,5ab	15,0a	157,5a	140,2ab	37,4a	21,9abcd
TS+R <sub>5</sub>	176,7ab	16,2a	163,3a	149,0ab	41,7a	20,8bcd
V <sub>4</sub> +R <sub>5</sub>	183,7ab	16,2a	162,9a	166,6a	43,7a	20,6bcd
TS+V <sub>4</sub> +R <sub>5</sub>	162,3ab	15,8a	156,8a	162,4ab	45,5a	19,2cd
CV (%)	12,4	12,2	11,1	11,8	12,2	12,9

Médias seguidas da mesma letra na coluna, em cada época de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos foram: Testemunha (sem aplicação de bioestimulante), TS (tratamento de semente), V<sub>4</sub> (pulverização em V<sub>4</sub>), R<sub>5</sub> (pulverização em R<sub>5</sub>), TS+V<sub>4</sub> (tratamento de semente + pulverização em V<sub>4</sub>), TS+R<sub>5</sub> (tratamento de semente + pulverização em R<sub>5</sub>), V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (pulverização em V<sub>4</sub> + pulverização em R<sub>5</sub>) e TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (tratamento de semente + pulverização em V<sub>4</sub> e R<sub>5</sub>).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Foram observados efeitos dos tratamentos no teor de K na parte aérea do feijoeiro, apenas na avaliação realizada no estádio R<sub>6</sub> (Tabela 3). O tratamento que recebeu duas aplicações via foliar em V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> apresentou maior teor de K, mas, diferindo apenas do tratamento que recebeu o produto via TS ou R<sub>5</sub> ou TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub>. Porém, apesar de não ter havido diferenças significativas na massa de matéria seca da parte aérea (Tabela 2), a variação no teor de K pode ser efeito de diluição, já que as diferenças não se refletiram em mudanças na quantidade acumulada (Tabelas 3 e 4).

Tanto para o teor quanto para a quantidade acumulada de Ca, na parte aérea do feijoeiro, foram verificados efeitos significativos apenas na avaliação realizada em R<sub>6</sub> (Tabelas 3 e 4). Os maiores valores para o teor e quantidades acumulada desse nutriente foram observados no tratamento que recebeu aplicação do produto em V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub>. No caso do teor, esse tratamento foi superior a todos os outros, com exceção do tratamento com aplicação em TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (Tabela 3). Já para a quantidade acumulada, o tratamento com aplicação em V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> diferiu apenas da testemunha. Oliveira, Pace e Rosolem (1998) também verificaram maiores teores de Ca em plantas de feijão que receberam aplicações de bioestimulante aos 32 ou 44 DAE ou em TS+32 DAE. Wierzbowska e Bowszys (2008) observaram que a aplicação de ácido giberélico no início no perfilhamento e no florescimento aumentou do teor de Ca em plantas de trigo. A influência dos fitohormônios (giberelinas e auxinas) na absorção e transporte de íons pode ser diversa e dependente de vários fatores, incluindo a época de aplicação. Porém, o transporte de íons pode ser regulado pelos fitohormônios devido aos seus efeitos na abertura e fechamento de canais iônicos nas membranas celulares (BLATT; THIEL, 1993).

Apenas na avaliação realizada no estádio R<sub>6</sub> o teor de Mg na parte aérea foi influenciado pela aplicação do bioestimulante, com os maiores valores sendo observados nos tratamentos com aplicação em V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> ou TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (Tabela 3), contudo, os resultados

não foram consistentes já que os tratamentos que proporcionaram os maiores teores não diferiram da testemunha. Oliveira, Pace e Rosolem (1998) também observaram pequenas variações no teor foliar de Mg em feijoeiro submetido a diferentes formas de aplicação de bioestimulante. Apesar das variações no teor, o acúmulo de Mg na parte aérea não foi afetado pelos tratamentos. Abrantes (2008) também não verificaram efeitos da aplicação do mesmo produto via foliar no teor de Mg nas folhas de cultivares de feijoeiro. Wierzbowska e Bowszys (2008) observaram que a aplicação de giberelina incrementou o teor de Mg em alguns órgãos da planta de trigo, contudo, as aplicações de auxina e citocinina tiveram efeito depressivo.

Com relação ao S, verificaram-se efeitos dos tratamentos apenas na avaliação realizada no estádio R<sub>6</sub> (Tabela 3). A aplicação do bioestimulante, principalmente via TS proporcionou maior teor de S na parte aérea o que se refletiu na quantidade acumulada desse nutriente nas plantas, mesmo que não tenha sido observado efeito significativo na matéria seca da parte aérea (Tabela 2). Oliveira, Pace e Rosolem (1998) e Abrantes (2008) não verificaram efeito da aplicação de bioestimulante no teor de S nas folhas do feijoeiro.

De acordo com a Tabela 5, observa-se que para o teor de Cu somente no estádio R<sub>5</sub> foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos e a maior média foi proporcionada pelo tratamento TS+V<sub>4</sub> que foi 162,5% superior à testemunha, o que refletiu na sua quantidade acumulada.

Para o Zn foram encontrados resultados significativos somente nas avaliações realizadas nos estádios R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub> (Tabela 5). Para o estádio R<sub>5</sub>, a aplicação do produto nas sementes pode estar associada à pulverização foliar no estádio V<sub>4</sub> (tratamento TS+V<sub>4</sub>), que promoveu o maior teor de Zn na parte aérea do feijão, porém, os demais tratamentos com aplicação do bioestimulante, via semente ou foliar, também proporcionaram teores desse micronutriente superiores aos da

testemunha; já para o estágio  $R_6$ , a aplicação do produto promoveu significativa redução nos teores de Zn o que pode ter sido devido a um desbalanço metabólico. Abrantes (2008) também não encontraram resultados significativos quando avaliou a aplicação desse produto nos estádios  $V_4$  e  $R_5$  em dois cultivares de feijão, assim como Oliveira, Pace e Rosolem (1998) avaliando diferentes épocas de aplicação do bioestimulante nessa mesma cultura.

Uma possível redução nos teores de Zn pode ter ocorrido devido à interação entre esse micronutriente e o P, ou seja, um aumento na concentração de P pode ter promovido redução no teor de Zn devido a uma diluição ou competição (GIANQUINTO et al., 2000), apesar de resultados não significativos para o teor de P (Tabela 3), no estágio  $R_6$  formas e épocas de aplicação do bioestimulante promoveram médias superiores à testemunha (exceto para o tratamento  $TS+V_4$ ).

**Tabela 5.** Teores de Cu, Zn, Mn, Fe e B na parte aérea do feijoeiro em função da aplicação do bioestimulante, nos estádios  $V_4$ ,  $R_5$  e  $R_6$ .

Tratamento	Cu	Zn			Fe	B
		(mg kg <sup>-1</sup> )				
		Estádio $V_4$ (3ª folha totalmente expandida)				
Testemunha	7,7a	16,0a	16,3a	14,7b	49,8b	
TS	7,5a	16,6a	16,2a	16,2a	62,4a	
CV (%)	11,7	17,8	4,5	2,6	6,1	
		Estádio $R_5$ (início do surgimento de botões florais)				
Testemunha	7,8d	18,5d	16,9a	26,4c	69,6ab	
TS	10,6c	24,1c	15,4a	30,4b	76,0a	
$V_4$	16,6b	29,2b	18,1a	42,1a	67,0b	
$TS+V_4$	20,8a	34,1a	15,8a	30,3bc	67,7b	
CV (%)	8,0	5,9	8,3	5,6	4,2	
		Estádio $R_6$ (florescimento pleno)				
Testemunha	8,3a	16,2a	13,7a	24,5c	48,8cd	
TS	6,1a	14,4ab	14,6a	28,1bc	45,0cd	
$V_4$	8,1a	14,0b	14,1a	25,3c	43,7cd	
$R_5$	8,4a	13,7b	14,7a	30,4bc	42,3d	
$TS+V_4$	6,2a	14,5ab	12,9a	22,5c	46,6bc	
$TS+R_5$	6,3a	13,1b	14,3a	39,0ab	58,7a	
$V_4+R_5$	8,1a	14,7ab	14,5a	25,4c	36,9e	
$TS+V_4+R_5$	6,7a	13,6b	13,4a	46,6a	41,9d	
CV (%)	17,6	5,8	6,2	15,5	3,1	

Médias seguidas da mesma letra na coluna, em cada época de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos foram: Testemunha (sem aplicação de bioestimulante), TS (tratamento de semente),  $V_4$  (pulverização em  $V_4$ ),  $R_5$  (pulverização em  $R_5$ ),  $TS+V_4$  (tratamento de semente + pulverização em  $V_4$ ),  $TS+R_5$  (tratamento de semente + pulverização em  $R_5$ ),  $V_4+R_5$  (pulverização em  $V_4$  + pulverização em  $R_5$ ) e  $TS+V_4+R_5$  (tratamento de semente + pulverização em  $V_4$  e  $R_5$ ).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

A aplicação do bioestimulante não promoveu incrementos nos teores de Mn em nenhum estágio fenológico avaliado (Tabela 5), e, em todos eles (estádios  $V_4$ ,  $R_5$  e  $R_6$ ) houve efeito significativo do uso de bioestimulante no teor de Fe. Nos estádios  $V_4$  e  $R_5$ , a aplicação do produto promoveu médias superiores à testemunha, comportamento semelhante pode ser observado no estágio  $R_6$ , exceto quando pulverização foliar no estágio  $V_4$ , associada ou não, foi utilizada (tratamentos  $V_4$ ,  $TS+V_4$  e  $V_4+R_5$ ); mesmo tendo sido observado esse efeito, o tratamento  $TS+V_4+R_5$  proporcionou a maior média para o teor de Fe e esse comportamento foi refletido na sua quantidade acumulada. Esse micronutriente atua na ativação de vários sistemas enzimáticos, tais como catalase, peroxidase, superóxido dismutase, leguemoglobina e citocromos, entrando na composição de algumas enzimas como as ferridoxinas, redutase do nitrato, nitrogenase, entre outras (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Com relação ao teor de B, sabe-se que existe uma relação entre esse nutriente e a auxina endógena e/ou exógena. Muitos autores citam que pode haver interação entre esse regulador, teor de B e crescimento de primórdios radiculares, e ainda explicam que o B é responsável pelo controle da concentração da auxina na formação de raiz, da atividade da peroxidase ou ainda no controle dos compostos fenólicos como, por exemplo,

ortodifenóis que, por complexação com o borato, atua na diminuição ou aumento da atividade da auxina (DYAR; WEBB, 1961; JARVIS; ALI; SHAHEED, 1983; JARVIS et al., 1984).

Sabe-se que a diminuição da concentração da auxina pode afetar o metabolismo, mas a adição de B, numa concentração superior, não favorece sua atividade, e acredita-se que plantas, na presença de B, apresentam um maior crescimento radicular e maior atividade metabólica devido à interação entre esse elemento e a auxina (BLEVINS; LUKASZEWSKI, 1998). Isso pode ser observado no presente trabalho onde a aplicação do bioestimulante (que contém em sua formulação o ácido indolbutírico) promoveu diferenças significativas e os tratamentos TS e  $TS+R_5$  proporcionaram os maiores teores de B, semelhante ao que foi observado na sua quantidade acumulada (Tabelas 5 e 6).

No estágio  $R_5$  o tratamento  $TS+V_4$  promoveu incrementos de 77,8% no acúmulo de Zn em relação à testemunha (Tabela 6), e embora no estágio  $R_6$  os tratamentos tenham promovido redução no teor desse nutriente, não houve diferença significativa para o seu acúmulo no mesmo estágio, apesar de todas as médias terem sido inferiores à testemunha. O acúmulo de Mn foi influenciado somente no estágio  $V_4$  quando o tratamento TS proporcionou a maior média para esse micronutriente.

**Tabela 6.** Quantidade acumulada de Cu, Zn, Mn, Fe e B na parte aérea do feijoeiro em função da aplicação do bioestimulante, nos estádios V<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub>.

Tratamento	Cu	Zn	Mn	Fe	B
Estádio V <sub>4</sub> (3ª folha totalmente expandida)					
Testemunha	18,9a	39,2a	40,0b	36,2b	121,8b
TS	19,7a	43,6a	42,5a	42,5a	163,5a
CV (%)	9,3	19,5	2,3	4,5	5,0
Estádio R <sub>5</sub> (início do surgimento de botões florais)					
Testemunha	42,6c	100,1c	92,2a	143,8b	378,1a
TS	51,8c	118,0bc	75,0a	147,7b	370,7a
V <sub>4</sub>	75,5b	138,0b	85,9a	199,3a	317,3a
TS+V <sub>4</sub>	108,9a	178,0a	82,7a	158,1b	353,5a
CV (%)	12,8	8,6	12,8	9,7	9,2
Estádio R <sub>6</sub> (florescimento pleno)					
Testemunha	59,0a	115,2a	97,3a	174,0c	346,8ab
TS	45,9a	108,3a	109,6a	208,7bc	339,2ab
V <sub>4</sub>	65,9a	114,0a	114,0a	205,4bc	355,7ab
R <sub>5</sub>	65,0a	105,9a	113,8a	234,9bc	322,7ab
TS+V <sub>4</sub>	43,1a	101,8a	90,8a	158,9c	328,2ab
TS+R <sub>5</sub>	45,8a	94,0a	103,0a	283,2ab	422,0a
V <sub>4</sub> +R <sub>5</sub>	56,9a	114,0a	102,7a	178,9c	261,4b
TS+V <sub>4</sub> +R <sub>5</sub>	50,1a	101,0a	99,3a	346,7a	311,7b
CV (%)	23,1	11,4	11,3	17,3	12,1

Médias seguidas da mesma letra na coluna, em cada época de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos foram: Testemunha (sem aplicação de bioestimulante), TS (tratamento de semente), V<sub>4</sub> (pulverização em V<sub>4</sub>), R<sub>5</sub> (pulverização em R<sub>5</sub>), TS+V<sub>4</sub> (tratamento de semente + pulverização em V<sub>4</sub>), TS+R<sub>5</sub> (tratamento de semente + pulverização em R<sub>5</sub>), V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (pulverização em V<sub>4</sub> + pulverização em R<sub>5</sub>) e TS+V<sub>4</sub>+R<sub>5</sub> (tratamento de semente + pulverização em V<sub>4</sub> e R<sub>5</sub>).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

## Conclusões

A aplicação do bioestimulante via semente, associada ou não à aplicação foliar, incrementa o teor e acúmulo de N na parte aérea do feijoeiro. Tratamentos com o bioestimulante promovem resultados positivos quanto ao teor e acúmulo de K, Mg, Ca e S, principalmente quando aplicado, via semente e/ou foliar, nos estádios V<sub>4</sub> e R<sub>5</sub>. Resultados inconsistentes são observados no teor e acúmulo de micronutrientes quando foi realizada a aplicação de bioestimulante tanto via semente quanto na associação deste com a aplicação via pulverização foliar.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento da pesquisa (Proc. 2008/05657-0) e concessão de bolsa à primeira autora (Proc. 2008/02835-4). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa (Proc. 472551/2008-6) e concessão de bolsa de Produtividade em Pesquisa ao segundo autor.

## Referências

ABRANTES, F. L. *Efeito de bioestimulante sobre a produtividade e qualidade fisiológica de dois cultivares de feijão cultivados no inverno*. 2008. Dissertação

- (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja1. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Publicatio UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia*, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; TONIN, T. A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 604-612, 2008.
- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.
- BLATT, M. R.; THIEL, G. Hormonal control of ion channel gating. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v. 44, n. 1, p. 543-567, 1993.
- BLEVINS, D. G.; LUKASZEWSKI, K. M. Boron in plant structure and function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v. 49, n. 6, p. 481-500, 1998.
- CASTRO, P. R. C. *Utilização de reguladores vegetais na fruticultura, na horticultura e em plantas ornamentais*. Piracicaba: ESALQ/DIBD, 1998. 92 p.
- CATE, C. H. H.; BRETELER, H. Effect of plant growth regulators on nitrate utilization by roots of nitrogen-depleted dwarf bean. *Journal Experimental Botany*, Oxford, v. 33, n. 1, p. 37-46, 1982.
- CATO, S. C. *Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberilinas*. 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CHANDA, S. V.; SOOD, C. R.; REDDY, V. S.; SINGH, Y. D. Influence of plant growth regulators on some enzymes of nitrogen assimilation in mustard seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 21, n. 8, p. 1765-1777, 1998.
- COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. *Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 107 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).
- CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B. B.; GRISSEN, W.; JONES, R. L. (Ed.). *Biochemistry and molecular biology of plants*. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 850-894.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.
- DYAR, J. J.; WEBB, K. L. A relationship between boron and auxin in C<sup>14</sup> translocation in bean plants. *Plant Physiology*, Rockville, v. 36, n. 5, p. 672-676, 1961.
- FANCELLI, A. L.; TSUMANUMA, G. M. Nitrogênio e enxofre nas culturas de milho e feijão. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). *Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira*. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. p. 445-486.
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPES, M. *Etapas de desarrollo de la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. 34 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GIANQUINTO, G.; ABU-RAYYAN, A.; DI TOLA, L.; PICCOTINO, D.; PEZZAROSSA, B. Interaction effects of phosphorus and zinc on photosynthesis, growth and yield of dwarf bean grown in two environments. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 220, n. 1-2, p. 219-228, 2000.
- HARB, E. Z. Effect of soaking seeds in some growth regulators and micronutrients on growth, some chemicals constituents and yield of faba beans and cotton plants. *Bulletin of Faculty of Agriculture of Cairo University*, Cairo, v. 3, n. 1, p. 429-452, 1992.
- JARVIS, B. C.; ALI, A. H. N.; SHAHEED, A. I. Auxin and boron in relation to the rooting response and ageing of mung bean cuttings. *New Phytologist*, Cambridge, v. 95, n. 4, p. 509-518, 1983.

- JARVIS, B. C.; YASMIN, S.; ALI, A. H. N.; HUNT, R. The interaction between auxin and boron an adventitious root development. *New Phytologist*, Cambridge, v. 97, n. 2, p. 197-204, 1984.
- KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; ROBINSON, L. C.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.
- LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.
- LIMA, M. M.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS NETO, J.; GONÇALVES, C. B.; SANTOS, C. G. F. Nitrogênio e promotor de crescimento: efeitos no crescimento e desenvolvimento do algodão colorido verde. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 624-628, 2006a.
- LIMA, M. M.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A.; NASCIMENTO, M. B. H.; FIGUEREDO, I. C. M. Níveis de adubação nitrogenada e bioestimulante na produção e qualidade do algodão BRS verde. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 619-623, 2006b.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MATHESIUS, U. Auxin: at the root of nodule development? *Functional Plant Biology*, Victoria, v. 35, n. 8, p. 651-668, 2008.
- MILLÉO, M. V. R.; ZAGONEL, J. *Avaliação da eficácia agrônômica de diferentes doses e formas de aplicação de Stimulate® na cultura do feijão*. Laudo técnico de praticidade e eficácia agrônômica. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2002. 186 p.
- OLIVEIRA, R. F.; PACE, L.; ROSOLEM, C. A. Produção e estado nutricional do feijoeiro em função da aplicação de um promotor de crescimento. *Científica*, São Paulo, v. 26, n. 1-2, p. 203-212, 1998.
- ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; SANTOS, S. O. Efeito de fitorreguladores sobre o desenvolvimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 7-13, 1999.
- RUIZ, J. M.; CASTILLA, N.; ROMERO, L. Nitrogen metabolism in peper plants with different biorregulators. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 48, n. 7, p. 2925-2929, 2000.
- SILVA, J. I. C.; PEREIRA, F. R.; CRUZ, S. C.; PEREIRA, M. R. R.; FREITAG, E. E.; ARAÚJO, H. B.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso de estimulantes de crescimento radicular associado a doses de fósforo na cultura do feijoeiro. *Agrarian*, Dourados, v. 2, n. 5, p. 47-62, 2009.
- SRIVASTAVA, H. S.; ORMROD, D. F.; HALE, B. A. Cytokinins affect the response of greening and green bean leaves to nitrogen dioxide and nutrients nitrate supply. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 144, n. 2, p. 156-160, 1994.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.
- VELLINI, E. D.; ROSOLEM, C. A. *Eficiência agrônômica do Stimulate*. Botucatu: UNESP, 1997. 8 p.
- VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Feijão irrigado: tecnologia e produtividade*. Piracicaba: Departamento de Produção Vegetal- ESALQ, 2003. p. 73-100.
- WIERZBOWSKA, J.; BOWSZYS, T. Effect of growth regulators applied together with different phosphorus fertilization levels on the content and accumulation of potassium, magnesium and calcium in spring wheat. *Journal of Elementology*, Olsztyn, v. 13, n. 3, p. 411-422, 2008.

