

ACÇÃO DE BIOESTIMULANTE NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO E FEIJÃO

BIOSTIMULANT ACTION ON AGRONOMIC EFFICIENCY OF CORN AND COMMON BEANS

Durval DOURADO NETO¹; Geraldo José Aparecido DARIO¹; Ana Paula Piccinin BARBIERI²; Thomas Newton Martin³

1. Professor, Doutor, Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil; 2. Doutoranda em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil; 3. Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.
martin.ufsm@gmail.com

RESUMO: Os biorreguladores têm sido amplamente aplicados na produção agrícola, e desempenham um papel importante, no crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente em culturas de alto nível tecnológico. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho agronômico das plantas e o seu rendimento com uso de bioestimulante nas culturas do milho e do feijão. Foram realizados dois experimentos independentes, com a cultura do milho e do feijão, em que os tratamentos utilizados constituíram-se de diferentes doses e formas de aplicação (tratamento de sementes, pulverização na fileira de semeadura e pulverização foliar). O produto utilizado é composto de 0,5 g L⁻¹ ácido indol butírico, 0,9 g L⁻¹ de cinetina e 0,5 g L⁻¹ de ácido giberélico. Avaliaram-se as características: número médio de plantas por metro; diâmetro dos colmos; número de fileiras de grãos por espiga; número de grãos por fileira; número de grãos por espiga; massa de mil grãos e produção de grãos na cultura do milho e número médio de plantas por metro; número de vagens por planta; número de grãos por planta; massa de mil grãos e produção de grãos na cultura do feijão. Conclui-se que o uso de bioestimulante, em milho, proporciona aumento do diâmetro do colmo das plantas de milho, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga, porém não interfere o rendimento da cultura. Em feijão, o uso de bioestimulantes, nas diferentes doses e formas de aplicação aumenta o número de grãos por planta e a produção de grãos.

PALAVRAS CHAVES: *Zea mays* L. *Phaseolus vulgaris* L. Regulador de crescimento. Produção.

INTRODUÇÃO

Novas tecnologias, aliadas ao uso de sementes melhoradas e ao manejo adequado são utilizadas para aumentar a produtividade das culturas. O uso de bioestimulantes possui destaque, pois esses são substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas em sementes, plantas e solo e provocam alterações dos processos vitais e estruturais, a fim de aumentar a produtividade e qualidade de sementes (ÁVILA et al., 2008) e/ou grãos. A utilização das novas tecnologias passa a ser interessante em casos em que não se consegue ampliar as produtividades e/ou qualidade dos produtos produzidos em função do manejo desenvolvido. Ou seja, o manejo está sendo realizado com alta tecnologia objetivando superar as produtividades alcançadas até então.

Segundo Castro e Vieira (2001), os bioestimulantes quando aplicados exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos. As auxinas, giberelinas e citocininas estão entre os principais hormônios vegetais de uso exógeno (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O hormônio vegetal auxina é o regulador chave de muitos aspectos do crescimento e

desenvolvimento de plantas, incluindo a divisão celular e alongamento, diferenciação, tropismos, dominância apical, senescência, abscisão, e florescimento (WOODWARD; BARTEL, 2005; TEALE et al., 2006). As citocininas são responsáveis, principalmente, pela divisão celular, porém além dessa função elas afetam muitos outros processos, como o desenvolvimento vascular, dominância apical e mobilização de nutrientes, principalmente quando interagem com as auxinas (NISHIMURA et al., 2004). O adequado desenvolvimento de plantas, depende da razão entre os hormônios auxina: citocinina. Níveis altos de citocinina promovem o crescimento da parte aérea, já níveis altos de auxina, promovem o crescimento da raiz. Quando em condições nutricionais baixas, os níveis de citocinina são reduzidos, isso resulta em aumento no crescimento da raiz, permitindo que a planta adquira de forma mais eficiente os nutrientes do solo. Enquanto em condições de boa fertilidade do solo, aumenta-se os níveis de citocinina, o que favorece o crescimento de parte aérea (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O ácido giberélico possui efeito marcante no processo de germinação de sementes, ativando enzimas hidrolíticas, como a α -amilase e protease,

que atuam ativamente no desdobramento das substâncias de reserva, facilitando a mobilização do endosperma (GEORGE et al., 2008). Além disso, promovem a quebra da dormência, o alongamento e crescimento do caule, a divisão celular, e, conseqüentemente, a expansão foliar (TAIZ; ZEIGER, 2009). Porém, as giberelinas não atuam sozinhas, ou seja, outros hormônios, por exemplo a auxina, interagem com elas para que ocorram diferentes processos, como o crescimento entre outros. Assim, O uso de diferentes combinações desses hormônios se faz necessário para que haja efeito nos processos fisiológicos como crescimento, desenvolvimento e formação de órgãos (HE et al., 2009).

As formas de aplicação do bioestimulante, também podem interferir no aproveitamento destes hormônios pela cultura. Quando os bioestimulantes são aplicados em sementes ou início do desenvolvimento, promovem maior crescimento radicular, o que possibilita as plantas maior resistência a estresses bióticos, biológicos e nutricionais e conseqüentemente, aumento na produção de grãos. Nesse sentido, Santos e Vieira (2005) trabalhando com tratamento de sementes de algodão, observaram que os bioestimulantes são capazes de originar plântulas mais vigorosas, com maior comprimento, matéria seca e porcentagem de emergência.

O tratamento de sementes de soja com biorreguladores promoveu a melhoria na qualidade das sementes oriundas destas plantas e um incremento de produtividade superior a 92% por meio da aplicação do produto via foliar (ÁVILA et al., 2008). Em feijão, Lana et al. (2009) concluíram que a combinação da aplicação do bioestimulante via semente mais via foliar resulta em maior produtividade da cultura em relação a aplicação somente via semente ou via foliar. Por outro lado, em milho, a aplicação do bioestimulante foi mais eficiente, ou seja, aumentou o rendimento da cultura, quando realizada no tratamento de sementes, em comparação com a pulverização na fileira de semeadura e via foliar (DOURADO NETO et al., 2004). Isso demonstra que o emprego dos bioestimulantes tem sido utilizado de forma economicamente viável em algumas culturas (CASTRO, 2006).

Os efeitos dos bioestimulantes, bem como, doses e formas de aplicação são fatores que podem afetar a produtividade das culturas. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo das plantas e o seu rendimento por meio de uso de bioestimulante nas culturas do feijão e do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, sendo um para milho e outro para feijão, na Estação Experimental da Bayer CropScience Ltda., situada no município de Paulínia, SP, 22°44'39"S de Latitude, 47°06'51"W de Longitude, 600 m de altitude e com topografia plana. O clima da região é do tipo CWA (subtropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso), segundo Köppen (IAPAR, 1987). O solo foi classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2006).

O híbrido de milho utilizado foi o Pioneer P3041, de ciclo precoce, com grão de textura dura e elevado potencial produtivo. As sementes foram tratadas com o fungicida captana (Captan 750 TS) na dose de 160 g 100 kg⁻¹ de sementes e com o inseticida Thiamethoxan (Cruiser 350 FS), na dose de 600 ml do produto comercial por 100 kg⁻¹ de sementes. A semeadura da cultura do milho ocorreu no dia 31 de dezembro de 2004, utilizando-se na adubação de base, 400 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8, baseado nas características químicas do solo (pH:4,4; M.O.:31gdm⁻³; textura argilosa; K:1,2 mmolcdm⁻³; Ca: 88 mmolcdm⁻³; Mg: 32 mmolcdm⁻³; Al: 0 mmolcdm⁻³; H+ Al: 25mmolcdm⁻³; SB: 121 mmolcdm⁻³; V%: 83; Sat Al m%: 0). A semeadura foi realizada manualmente na densidade de 12 sementes por metro linear e, 14 dias após a semeadura, procedeu-se o desbaste das plantas de milho, mantendo-se seis plantas por metro linear.

As parcelas experimentais foram constituídas por seis fileiras de plantas com sete metros de comprimento, espaçadas de 0,8 m, apresentando uma área de 33,60 m². Foi considerada como área útil, apenas cinco metros das quatro fileiras centrais, totalizando 16,0 m².

A adubação de cobertura, em milho, foi dividida em duas vezes, aos 40 e 53 dias após a semeadura (quatro e seis folhas, respectivamente), na dose de 85 e 170 Kg ha⁻¹ de uréia (46% de N), respectivamente. Irrigaram-se os experimentos periodicamente por meio de sistema de aspersão tradicional conforme as necessidades da cultura, procurando-se manter o solo sempre em capacidade de campo. As irrigações eram equivalentes a 10mm com um intervalo médio entre irrigações (em períodos sem chuva) de 8 dias. As plantas daninhas foram controladas por meio da aplicação em pré-emergência com o herbicida Atrazine + S-Metholachlor (Primestra Gold) na dose de 4 L ha⁻¹ do produto comercial. Também foram realizadas pulverizações com inseticida deltametrina (Decis 25 CE) na dose de 200 mL do produto comercial ha⁻¹ e

com inseticida tiodicarbe (Larvin 800 WG) na dose de 150 g do produto comercial ha⁻¹, quando necessário.

Avaliaram-se as características: número médio de plantas por metro (NP): média de três contagens de um metro efetuadas nas quatro fileiras centrais de cada parcela; diâmetro dos colmos (DC): medição no terceiro internódio de dez plantas aleatórias por parcela; número médio de fileiras de grãos por espiga (NFG) de dez espigas escolhidas aleatoriamente por parcela; número de grãos por fileira (NGF); número de grãos por espiga (NGE); massa de mil grãos (MMG) e produção de grãos (PG), ajustada a 13% de umidade.

Para o feijão, utilizou-se a cultivar Carioca Pitoco, com a semeadura realizada no dia 31 de dezembro de 2004, de forma manual, na densidade de 15 sementes por metro. A emergência ocorreu sete dias após a semeadura. As sementes foram tratadas com fungicida Carbendazin + Thiram (Derosal Plus) na dose de 300 mL do produto comercial 100 kg⁻¹ de sementes e com o inseticida Imidacloprid (Gaucho), na dose de 300 g do produto comercial 100 kg⁻¹ de sementes. As plantas daninhas foram controladas pela aplicação pré-emergência com o herbicida trifluralina (Premerlin 600 CE) na dose de 3 L ha⁻¹. Também foram realizadas pulverizações com os inseticidas Imidacloprid (Provado) + Methamidophos (Tamaron BR) na dose de 250 g + 1 L ha⁻¹ e com o fungicida Carbendazin (Derosal 500 SC) na dose de 800 mL ha⁻¹.

As parcelas experimentais foram constituídas por nove fileiras de plantas com sete metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m, apresentando uma área de 31,50 m². Foi considerada como área útil, apenas cinco metros das cinco fileiras centrais, totalizando 12,5 m².

Avaliaram-se as características: número médio de plantas por metro (NP): média de três contagens de um metro efetuadas nas terceiras fileiras centrais de cada parcela, quatorze dias após a emergência das plântulas; número de vagens por planta (NVP); número de grãos por planta (NGP); massa de mil grãos (MMG) e produção de grãos (PG), ajustada a 13% de umidade.

Para ambos os experimentos, os tratamentos utilizados constituíram-se de três doses e três formas de aplicação mais a testemunha sem tratamento. As formas de aplicação do produto e respectivas doses foram às seguintes: (i) tratamento de sementes (100, 150 e 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes para milho e 25, 50 e 75 mL 100 kg⁻¹ de sementes para feijão); pulverização na fileira (sulco) de semeadura (50, 100 e 150 mL ha⁻¹ para milho e feijão) e pulverização foliar (25, 50 e 75 mL ha⁻¹ para milho

e feijão). O produto utilizado é composto de 0,5 g L⁻¹ ácido indol butírico (auxina), 0,9 g L⁻¹ de cinetina (citocinina) e 0,5 g L⁻¹ de ácido giberélico (giberelina), comercialmente denominado Stimulate 10X (ST10X).

No caso de tratamentos com pulverização nos sulcos de semeadura, as sementes foram distribuídas uniformemente no solo, e o produto foi aplicado nos sulcos, diretamente nas sementes, antes dos mesmos serem fechados. A pulverização foliar foi realizada quando as plantas estavam, com quatro folhas completamente expandidas. As pulverizações foram realizadas com um pulverizador costal a gás carbônico, equipado com bico jato plano de uso ampliado XR Teejet 80.02VS, numa pressão constante de 30 lb/pol², com volume de calda equivalente a 300 L ha⁻¹.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições. As análises estatísticas foram realizadas pelo software Genes (Cruz, 2006) e quando a análise de variância indicou diferenças entre tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o teste de Scheffé, a 5% de probabilidade de erro, para testar as formas de aplicação (em tratamento de sementes (TS), em pulverização dirigida no sulco de semeadura (PS) e pulverização foliar (PF), de modo a formar os seguintes contrastes: (i) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante; (ii) tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em PS; (iii) tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em PF; (iv) tratamentos com aplicação de bioestimulante em PS vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em PF; (v) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS; (vi) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em PS e (vii) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em PF.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento do milho, a média do número de plantas emergidas por metro foi de dez e o número médio de plantas por hectare foi de 63500, sendo que essa população de plantas está dentro da faixa recomendada para a cultura do milho. Não se observou diferenças entre os tratamentos, devido haver o ajustamento do número de plantas após a emergência das mesmas, isso implica que as diferenças observadas para as características analisadas são devidas aos tratamentos e não a

densidade de plantas, que não variou entre os diferentes tratamentos.

Para diâmetro de colmo, observa-se que os tratamentos que receberam o bioestimulante, nas diferentes doses e formas de aplicação, não se diferenciaram entre si, porém proporcionaram aumento significativo em relação à testemunha, sem o produto (Tabela 1). Esses resultados concordam com os apresentados por Dourado Neto et al. (2004), que trabalhando com aplicação do fitorregulador na cultura do milho, observaram influência do tratamento com o produto no diâmetro dos colmos, apesar deles terem obtido maiores médias que as deste estudo, o que pode ser explicado pelas cultivares de milho estudadas nos dois experimentos serem diferentes.

Além disso, a presença de ácido giberélico, citocinina e auxina no produto utilizado. Esses hormônios são responsáveis pela divisão celular além do primeiro promover o crescimento do caule através da diferenciação de células meristemáticas e o último induzir a diferenciação do floema e xilema (TAIZ; ZEIGER, 2009). Segundo Gomes et al. (2010), testando 85 cultivares de milho em cinco locais, verificaram que os genótipos possuem diferentes resistências ao acamamento e quebramento dos colmos, que é afetado pelo local e pelo genótipo. Nesse sentido, os dados desse trabalho apresentam tratamentos que proporcionam maiores diâmetros de colmo, o que pode auxiliar na redução de plantas quebradas e/ou acamadas. Além disso, o acamamento afeta a estrutura morfológica essencial para o uso eficiente de carboidratos e sua translocação para o grão e, quanto mais cedo ocorre o acamamento, maior será a redução no rendimento e qualidade dos grãos (ZANATTA; OERLECKE, 1991). Segundo Figueiredo et al. (2008), o número de plantas por hectare, influencia de maneira significativa o diâmetro do colmo, sendo que as menores populações apresentam os maiores diâmetros, porém neste trabalho o fator população de plantas não influenciou essa variável.

Para o número de fileiras de grãos por espiga, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1), pois o número de fileiras de grãos é definido até o estágio V12 (RITCHIE et al., 2003), podendo apresentar pequenas variações, dependentes sobretudo das condições nutricionais e de disponibilidade hídrica

e, principalmente por fatores genéticos (LOPES et al., 2007). Portanto, como o experimento foi instalado sob condições adequadas de nutrição do solo e de irrigação essa variável não foi afetada.

O número de grãos por fileira apresentou diferenças significativas, entre os tratamentos (Tabela 1), na qual verificou-se a formação de três grupos. As maiores médias foram obtidas pelos tratamentos com aplicação via semente, em todas as doses e no sulco de semeadura, na dose de 150 mL, demonstrando que por meio do tratamento de sementes, obtiveram-se os melhores resultados para essa variável. O número de grãos por fileira possui a sua definição na pré-floração (V17), segundo Ritchie et al. (2003). Nesta fase, a planta já atingiu aproximadamente 50% do ciclo da cultura e a maioria dos manejos prévios já foram realizados e, portanto, auxiliam na garantia de resultados. Neste caso, com os tratamentos aplicados via semente ou no sulco de semeadura, as plantas tiveram um período maior para estar em contato com os hormônios, absorvê-los e atuar no metabolismo, sendo então capazes de alterar o número de grãos por fileira. Conseqüentemente obteve-se maior número médio de grãos por espiga, com o tratamento de sementes com o bioestimulante, e com a aplicação no sulco de semeadura.

Pela análise de variância, verificou-se que a característica de massa de mil grãos, produção e porcentagem de aumento não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Isso pode ser devido ao efeito dos bioestimulantes ser variável conforme o estágio de desenvolvimento da planta, sendo a sua ação mais efetiva na emergência das plântulas e no desenvolvimento inicial. Com relação à massa de mil grãos esses resultados estão de acordo com Dourado Neto et al. (2004), que trabalhando com diferentes formas de aplicação e doses do produto em milho, não encontrou diferença significativa para essa variável. Apesar de ter ocorrido influência da aplicação de bioestimulante no diâmetro do colmo, no número de grãos por fileira, no número de grãos por espiga as plantas de milho tiveram a capacidade de regular a densidade dos grãos, produzindo grãos menores e menos densos.

Tabela 1. Média do diâmetro do colmo (DC, cm), número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE) e massa de mil grãos (MMG, g) produção por hectare (Produção, ha⁻¹) e porcentagem de aumento (% A), em resposta a diferentes doses e formas de aplicação do bioestimulante Stimulate ST 10X, na cultura do milho, comparados a testemunha.

Tratamento	Aplicação	Dose	DC	NFG	NGF	NGE	MMG	Produção	% A
T1	T [#]	0	1,67 b ¹	14	26 ab	378 bcd	334	5668	-
T2	TS	100	1,98 a	15	29 a	418 ab	336	5820	2,67
T3	TS	150	2,04 a	15	27 a	413 abc	337	5927	5,10
T4	TS	200	2,00 a	15	29 a	431 a	347	5842	3,06
T5	SS	50	1,94 a	15	26 ab	388 abcd	329	5976	5,43
T6	SS	100	1,97 a	15	26 ab	395 abcd	329	5837	2,98
T7	SS	150	1,93 a	15	28 a	410 abc	328	5814	2,56
T8	PF	25	1,93 a	14	26 ab	376 cd	341	6167	8,79
T9	PF	50	1,94 a	15	26 ab	356 d	333	6146	8,43
T10	PF	75	1,95 a	15	24 b	378 bcd	330	6267	10,5
Média	-	-	1,94	15,0	26	394	334	5.949	5,51
CV (%)**	-	-	2,18	2,33	2,70	2,18	1,21	2,73	
QME			0,002	0,12	0,53	74,04	16,40	26383,7	
X1 [T –(TS+SS+PF)]			-16,01*	-118 ^{ns}	-216*	-3189,5*	-2678 ^{ns}	-48130 ^{ns}	
X2 [TS-SS]			0,18 ^{ns}	-0,25	6,15*	69,50 ^{ns}	33,75	-37,8	
X3 [TS-PF]			0,19 ^{ns}	0,43	9,51*	133,55*	21,80	-773,6	
X4 [SS-PF]			0,02 ^{ns}	0,98	4,03 ^{ns}	82,50*	-18,75	-953,1	
X5 [T – TS]			-4,35*	-29,98	-59,9*	-884,5*	-686,25	-11921,5	
X6 [T – SS]			-4,17*	-30,23	-53,8*	-815*	-652,5	-11959,3	
X7 [T – PF]			-4,15*	-29,25	-49,7*	-732,5*	-671,25	-12912,5	

[#] (T) testemunha; (TS) em tratamento de sementes – dose em P.C./100kg de sementes; (SS) em pulverização dirigida no sulco de semeadura, no momento da semeadura – dose em produto comercial /100kg de sementes; (PF) em pulverização foliar, quando as plantas encontravam-se com quatro folhas desenvolvidas, dose em dose em produto comercial ha⁻¹. ¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de erro. * e ^{ns}: contrastes significativos e não significativos, respectivamente, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. ** coeficiente de variação percentual.

Para rendimento de grãos, esses resultados discordam dos encontrados por Dourado Neto et al. (2004), que verificaram que o tratamento com o bioestimulante (Citocinina 0,135 + Ácido Indol-Butírico 0,075 + Ácido Giberélico 0,075), via semente foi 17,35% maior que a média dos outros tratamentos. Também, Evangelista et al. (2010), concluíram que o tratamento de sementes de milho com um produto enraizante aumentou a produtividade em 9,92%, em relação a testemunha. A não existência de respostas para a produtividade de grãos, entre os tratamentos, pode estar relacionada às condições climáticas, nutricionais e

de sanitárias favoráveis durante o ciclo da cultura, condições essas que também favoreceram a maior produtividade da testemunha. Ao contrário, em condições de estresses, os hormônios podem auxiliar em mecanismos de defesa das plantas e promover o crescimento e desenvolvimento. Neste sentido, Ávila et al. (2008) relatou que plantas tratadas com biorreguladores apresentaram produtividade superior a 92% em relação a testemunha. Porém, estes autores ressaltam que o baixo rendimento médio da testemunha pode ter ocorrido devido às condições climáticas desfavoráveis no final do ciclo da cultura,

caracterizada por um longo período de seca, enquanto que as plantas tratadas apresentavam um sistema radicular bem desenvolvido, com raízes mais vigorosas, o que proporcionava as plantas uma melhor e ampla exploração dos recursos do solo, tais como água e nutrientes. Também, Hamayun et al. (2010), verificaram que a aplicação exógena de ácido giberélico em plantas diminui os efeitos do estresse salino e resgata a produtividade de soja.

Considerando-se as formas de aplicação do bioestimulante em milho (Tabela 1), observou-se que independente da concentração e da forma de aplicação, essas apresentaram desempenho superior em relação à testemunha, para todas as variáveis analisadas. Além disso, verificou-se que o tratamento de sementes com o bioestimulante foi favorável ao número de grãos por fileira e a massa de mil grãos em relação à aplicação no sulco de semeadura (Tabela 1), e superior ao número de grãos por fileira e por espiga em relação à aplicação via foliar. A superioridade do tratamento de sementes em relação às demais formas de aplicação pode estar relacionada ao efeito superior destes no início do desenvolvimento de plantas. Estes

resultados concordam com os de Dourado Neto et al. (2004), que observaram, em milho, que a aplicação do bioestimulante foi mais eficiente, quando realizada no tratamento de sementes, em comparação com a pulverização na fileira de semeadura e via foliar.

Analisando-se a eficiência do bioestimulante, na cultura do feijão, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos em relação aos parâmetros número de plantas emergidas por metro, número de vagens por planta e massa de mil grãos (Tabela 2). Como não houve diferença do número de plantas emergidas entre os tratamentos, pode-se inferir que esse fator não está influenciando as demais características observadas, o que confere ao experimento maior precisão experimental. Segundo Didonet e Costa (2004) a população de plantas afeta o rendimento final, de acordo com a maneira com que as plantas estão distribuídas na área, que para o presente caso representa em média 500 mil plantas por hectare, sendo considerado adequado para altas produções de grãos (EMBRAPA, 2012).

Tabela 2. Média do número de plantas emergidas por metro (NP, m), número médio de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG, g), produção por hectare (Produção ha⁻¹) e porcentagem de aumento (%A), em resposta a diferentes doses e formas de aplicação do bioestimulante ST 10X, na cultura do feijão, comparados a testemunha.

Tratamento	Aplicação	Dose	NP	NVP	NGP	MMG	Produção	%A
T1	T [#]	0	12,45 ^{ns}	6,85 ^{ns}	27b	199,00 ^{ns}	1092 b	-
T2	TS	25	13,12	7,20	34a	196,50	1316 a	20,48
T3	TS	50	14,15	7,57	33ab	200,25	1327 a	21,47
T4	TS	75	13,72	7,40	31ab	199,75	1326 a	21,40
T5	SS	50	13,30	7,87	34a	206,00	1391 a	27,37
T6	SS	100	12,95	7,80	33ab	206,75	1380 a	26,30
T7	SS	150	13,72	7,50	33ab	200,75	1377 a	26,08
T8	PF	25	12,70	7,27	32ab	200,50	1235 ab	13,09
T9	PF	50	14,22	7,60	32ab	205,50	1285 ab	17,66
T10	PF	75	12,75	7,22	34a	202,75	1314 a	20,26
Média	-	-	13,31	7,43	32	201,77	1304	21,57
CV (%)**	-	-	3,25	2,70	4,97	1,29	6,56	-
QME	-	-	0,18	0,04	2,64	6,77	7325,36	-
X1 [T – (TS+SS+PF)]	-	-	-108,1 ^{ns}	-60,58 ^{ns}	-273,0*	-1619,7 ^{ns}	-10861,8*	-
X2 [TS-SS]	-	-	1,02	-1,00	-2,50 ^{ns}	-17,00	-179,20 ^{ns}	-
X3 [TS-PF]	-	-	1,32	0,08	-0,50 ^{ns}	-12,25	134,80 ^{ns}	-
X4 [SS-PF]	-	-	0,30	1,08	2,00 ^{ns}	4,75	314,00 ^{ns}	-
X5 [T – TS]	-	-	-28,54	-15,32	-72*	-397,5	-2877,4*	-
X6 [T – SS]	-	-	-27,52	-16,32	-74,5*	-414,5	-3056,6*	-
X7 [T – PF]	-	-	-27,22	-15,24	-72,5*	-409,75	-2742,6*	-

[#] (T) testemunha; (TS) em tratamento de sementes – dose em P.C./100kg de sementes; (SS) em pulverização dirigida no sulco de semeadura, no momento da semeadura – dose em produto comercial /100kg de sementes; (PF) em pulverização foliar, quando as plantas encontravam-se com quatro folhas desenvolvidas, dose em dose em produto comercial ha⁻¹. * e ^{ns}: contrastes significativos e não significativos, respectivamente, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. ** coeficiente de variação percentual.

Apesar da massa de mil grãos não ter aumentado com a utilização dos bioestimulantes, os mesmos proporcionaram aumento no número de grãos por planta e, conseqüente aumento no rendimento da cultura. A aplicação de 50 mL do produto na fileira de semeadura proporcionou maior média de número de grãos por planta e maior rendimento. Os outros tratamentos não diferiram entre si, mas foram superiores a testemunha.

A influência positiva dos tratamentos em relação ao controle, para as características número de grãos por planta, rendimento de grãos pode ser devido à ação de reguladores vegetais na composição dos bioestimulantes. Este fato pode ser atribuído a presença de auxina, no sistema radicular das plantas. A planta mais enraizada tem uma maior capacidade para absorver a água e sais minerais disponíveis na solução do solo, garantindo assim uma mais rápida alocação de substâncias para os drenos preferenciais da planta, como os grãos. E dessa maneira evita o abortamento de embriões, em caso de estresses. Ávila et al. (2008), também observaram influência positiva dos tratamentos com biorreguladores comparados a testemunha, mesmo sob condições de estresse hídrico relatados durante o desenvolvimento da cultura.

Com relação à produção de grãos, a aplicação do bioestimulante via tratamento de sementes e no sulco de semeadura, nas diferentes doses, além de pulverização foliar na dose de 75 mL, verificou-se maior produção de grãos, de 20,26 a 27,37%, em relação à testemunha. Isso pode ser explicado pelo fato do ciclo da cultura do feijão ser bastante curto, em relação aos das outras culturas, que para o presente experimento foi de 70 dias. Outra característica importante para o feijoeiro relaciona-se com estresses de ordem nutricional e principalmente climáticos (temperatura) e precipitação. A temperatura ótima para o desenvolvimento do feijoeiro é de 21°C, com uma

limitada faixa de variação de 17 a 25 °C, que faz com que danos causados por esse tipo de estresse sejam permanentes sem que haja tempo da planta se recuperar (EMBRAPA, 2012). Esses resultados concordam com os de Lana et al. (2009), os quais observaram que a aplicação de bioestimulantes eleva a produção de grãos de feijão, obtendo cerca de 13,33% de aumento em relação aos que não receberam o produto, mas o mesmo não influencia a massa de mil grãos.

Para a cultura da soja, Vieira e Castro (2001) verificaram que o fitorreguladores a base de hormônios auxina, giberelina e citocinina aplicados diretamente sobre as sementes uma hora antes da semeadura apresentaram valores superiores a testemunha nas variáveis crescimento radicular vertical, velocidade de crescimento radicular vertical das raízes, comprimento radicular total e rendimento da cultura.

Em relação às formas de aplicação para a cultura do feijão, proporcionaram efeito superior em relação a testemunha (Tabela 2). Também, quando comparadas entre si, não se observou efeito significativo de uma forma de aplicação sobre a outra. Com base nesses resultados é possível constatar que, independente da dose e forma de tratamento, a aplicação do bioestimulante proporciona influência significativa no desempenho agrônomo da cultura do feijão.

CONCLUSÃO

O uso de bioestimulantes em milho proporciona aumento do diâmetro do colmo das plantas de milho, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga, porém não interfere o rendimento da cultura.

Em feijão, o uso de bioestimulantes, nas diferentes doses e formas de aplicação; aumenta o número de grãos por planta e a produtividade.

ABSTRACT: The plant growth regulators have been intense and largely applied in agricultural production, and play an important role in the growth and development of plants, especially in cultures with high level of technology. Thus, the aim of the present study was to evaluate the agronomic performance of plants and their yield with the use of biostimulant in corn and beans. There were two independent experiments with corn and beans, in which the treatments consisted of three doses and three forms of application (seed treatment, spray in row sowing and foliar spray). The product used is composed of 0,5 g L⁻¹ indole butyric acid, 0,9 g L⁻¹ kinetin and 0,5 g L⁻¹ gibberellic acid. Evaluated the characteristics: the average number of plants per meter, stem diameter, number of kernel rows per ear, number of kernels per row, number of grains per spike, thousand grain weight and grain yield in maize and average number of plants per meter, number of pods per plant, number of grains per plant, thousand grain weight and yield in bean plants. Conclude that the use of bio-stimulant in corn, provides increased stem diameter of maize plants, number of kernels per row, number of grains per spike, but does not interfere crop yield. In beans, using biostimulants in different doses and forms of application increases the number of grains per plant and grain yield.

KEYWORDS: *Zea mays* L. *Phaseolus vulgaris* L. Growth regulator. Production.

REFERÊNCIAS

- 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.
- CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq. 2006. 46p.
- CASTRO, P. R. C; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: UFV, 2006. 285p.
- DIDONET, A. D.; COSTA, J. G. C. População de plantas e rendimento de grãos em feijoeiro comum de ciclo precoce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 105-109, 2004.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitoregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 93-102, 2004.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. (**Documentos**), Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p.
- EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, J. A.; BOTELHO, F. J. E.; VILELA, F. L.; CARVALHO, B. O.; OLIVEIRA, G. E. Tratamento de sementes com enraizante e adubação foliar e seus efeitos sobre o desempenho da cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 109-113, 2010.
- FIGUEIREDO, E.; ASCENCIO, F.; SAVIO, G. M. Cultivares de milho sob quatro populações de plantas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, ano VII, n. 13, 2008.
- GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; KLERK, G. de. **Plant propagation by tissue culture**, 3 ed. Springer, 2008.
- GOMES, L.S. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 140-145, 2010.
- HAMAYUN, M ; KHAN, S. A.; KHAN, A. L.; SHIN, J. H.; AHMAD, B.; SHIN, D. H.; LEE, I. L. Exogenous gibberellic acid reprograms soybean to higher growth and salt stress tolerance. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, California, v. 58, n. 7226–7232, 2010.
- HE, J.; YU, S.; MA, C. Effects of plant growth regulator on endogenous hormone levels during the of the red globe growth. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 1, n. 1, p. 92-100, 2009.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1987. 35p.
- 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.

- LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; DAMO, H. P.; BRUM, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1536-1542, 2007.
- NISHIMURA, C.; OHASHI, Y.; SATO, S.; KATO, T.; TABATA, S.; UEGUCHI, C. Histidine kinase homologs that acts as cytokinin receptors possess overlapping functions in the regulation of shoot and root growth in *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, Waterbury, v.16, p. 1365-1377, 2004.
- RITCHIE, S. W; HANWAY, J. J; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Goiânia: POTAFOS, 2003. 20 p (Informações agronômicas, 103).
- SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de grãos, vigor de plântulas e crescimento inicial de algodoeiro. **Magistra**, Bahia, v. 17, p. 124-130, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TEALE, W. D., PAPONOV, I. A., PALME, K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, United Kingdom, v. 7, p. 847–859, 2006.
- VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, p. 222-228, 2001.
- ZANATTA, A. C. A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agronômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) *Thell*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 1001-1016, 1991.
- WOODWARD, A. W., BARTEL, B. Auxin: regulation, action, and interaction. **Annals of Botany**, Oxford, v. 95, n. 707–735, 2005.