

Crescimento do sorgo sob diferentes formas de aplicação de bioestimulantes

Gabriel Pereira Araújo¹, Paulo Sérgio Cardoso Batista^{1,*}, Luanna Vanessa de Souza Cangussú², Lucas Vinícius de Souza Cangussú³, Rafael Eduardo Vansolini de Oliveira², Wesley Esdras Santiago²

¹Faculdade de Ciências e Tecnologia de Unaí, Minas Gerais; ²Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus Unaí, Minas Gerais; ³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus Diamantina, Minas Gerais

*Autor correspondente: paulosergiocardoso@yahoo.com.br
Artigo enviado em 17/02/2020, aceito em 19/09/2020

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do sorgo (*Sorghum bicolor*) em diferentes formas de aplicação de bioestimulantes. O experimento foi conduzido na casa de vegetação, localizada na cidade de Unaí-MG. As parcelas foram compostas de duas plantas conduzidas em tubos de policloreto de vinila (PVC) com volume de 8 litros. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com 10 tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos formados por três bioestimulantes (produto A, produto B e produto C) e três formas de aplicação (tratamento de sementes, pulverização foliar e a dose dividida entre a aplicação via tratamento de sementes e pulverização foliar). Os resultados obtidos revelam que efeitos positivos dos tratamentos ocorreram principalmente para o produto S, composto por um mix de auxina, citocinina e giberilina que são importantes hormônios naturais atuantes na divisão, no alongamento e na diferenciação celular. Para os demais bioestimulantes, o produto A contribui com melhor desempenho para a parte radicular das plantas (massa seca e volume de raízes), enquanto o produto M tem melhor desempenho para a parte aérea. As formas de aplicação isoladas (via semente ou via folhas) não demonstraram efeito sobre o desenvolvimento das plantas de sorgo, entretanto a associação das duas aplicações proporcionou incrementos significativos para as variáveis matéria seca da parte aérea (duas vezes mais), volume de raízes (1,5 vezes mais) e matéria seca das raízes (1,3 vezes mais). Portanto, visando maior desempenho agrônômico para a cultura de sorgo a melhor aplicação de bioestimulantes é através do tratamento de sementes associado a uma pulverização foliar, tendo o produto S como maior promotor de ganhos produtivos.

Palavras-Chave: *Sorghum bicolor* L. Moench, Reguladores vegetais, Crescimento vegetal.

Growth of sorghum under different forms of application of biostimulants

Abstract: The objective of this work was to evaluate the growth of sorghum in different ways of applying biostimulants. The experiment was conducted in the greenhouse, located in the city of Unaí-MG. The experiment was conducted in randomized blocks, with 10 treatments and four repetitions, with the treatments formed by three biostimulants (product A, product B and product C) and three forms of application (seed treatment treatment, leaf spray and dose divided between application by seed treatment and leaf spray). The results obtained reveal that the positive effects of the processes occurred mainly for the product S, composed of a mix of auxin, cytokinin and gibberline

which are important natural hormones that act in the division, in the elongation and in the cell differentiation. For the other biostimulants, product A contributes with better performance for the root part of the plants (dry mass and root volume), while product M has better performance for the aerial part. The application methods (by seed or leaves) did not show an effect on the development of sorghum plants, however an association of the two applications provided increments considered for the aerial part dry variables (twice more), root volume (1.5 times more) and root dry matter (1.3 times more). Therefore, the highest agronomic performance number for the sorghum crop, the best application of biostimulants is through seed treatment associated with foliar spray, with the product S as the greatest promoter of productive gains.

Key words: *Sorghum bicolor* L. Moench, Plant regulators, Plant growth.

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) possui grande importância na alimentação humana e animal em várias regiões do planeta. É o quinto cereal mais importante no mundo, ficando

No Brasil, o sorgo granífero é cultivado principalmente na segunda safra, após a colheita da safra de verão em épocas de semeadura tardias, devido a sua maior tolerância à deficiência hídrica. Nesse período é importante que o sorgo apresente um rápido crescimento e desenvolvimento para permitir alta produtividade, mesmo em condições de estresse hídrico no final do seu ciclo. Para alcançar o rápido desenvolvimento do sorgo, o produtor pode lançar mão de estratégias como a escolha de um genótipo precoce e tolerante ao estresse hídrico, bem como a utilização de produtos que estimulem um rápido crescimento vegetal, como os bioestimulantes (Buchelt et al., 2019).

Bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas resultantes da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais, ou destes com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas). Durante o desenvolvimento da planta, esses produtos, podem estimular o crescimento vegetal através de uma maior divisão, alongamento e diferenciação celular, proporcionando assim aumento na capacidade de

atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada, (FAO, 2016). A produção brasileira na safra 2018/19 foi de 2,177 milhões de toneladas, em uma área de 732,3 mil hectares, com rendimento médio de 2.973 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020). absorção de nutrientes e água, refletindo diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (Taiz et al., 2017). Esses produtos podem ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (Silva et al., 2008; Du Jardin, 2015).

Os efeitos dos bioestimulantes no desenvolvimento e crescimento da parte aérea e sistema radicular das plantas está relacionado principalmente com os efeitos dos hormônios vegetais que estão presentes nesses produtos (Raven et al., 2007). Assim, como atuam em sínteses e processos diferentes nas plantas a metodologia adotada na aplicação influencia diretamente o aproveitamento do bioestimulante pelas plantas (Lopes et al., 2020).

Em se tratando da aplicação de reguladores vegetais, é comum a aplicação via tratamento de sementes e por pulverização, visando absorção foliar. Em Rezende et al. (2017) são descritos para a cultura do algodão os efeitos da aplicação de bioestimulantes via tratamento de sementes, Santos et al. (2020) relatam efeitos da aplicação no tratamento de sementes de soja. No

trabalho conduzido por Matysiak et al. (2018) é abordada a aplicação de herbicidas com bioestimulantes via pulverização, os autores mencionam que neste tipo de aplicação as condições climáticas podem afetar o desempenho do produto. Na cultura do sorgo, a maioria dos produtos fitossanitários são aplicados via pulverização, sendo os fertilizantes sólidos depositados junto a semente no solo, porém no caso de bioestimulantes encontra-se relatos apenas da aplicação via tratamento de sementes (Desoky et al., 2018; Desoky et al., 2019; Ferreira et al., 2019).

Os bioestimulantes são estudados em várias culturas, no entanto ainda não há consenso de seus efeitos, principalmente em cultivos onde não há condição de estresse abiótico (Kolling et al., 2016). Com estudos predominantes na cultura do milho, para o sorgo poucos são os relatos científicos da análise de aplicação de bioestimulante, sendo os mais recentes considerando condições de estresse salino (Desoky et al., 2018; Desoky et al., 2019) e estresse nutricional (Ferreira et al., 2019). Portanto, considerando a hipótese de incrementos positivos no desenvolvimento de plantas de sorgo em função da aplicação de bioestimulantes, neste trabalho buscamos avaliar em condições ideais de cultivo o crescimento do sorgo submetido a aplicação de bioestimulantes em diferentes formas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências e Tecnologia de Unai – FACTU, localizada na cidade de Unai-Minas Gerais, situada na latitude 16° 21' 27" S e longitude 46° 54' 22" W, com uma altitude de 575m.

O experimento foi instalado em casa de vegetação, coberta com filme plástico transparente (0,5 micras) e

fechada com tela com 50% de cobertura. As parcelas foram compostas de duas plantas conduzidas em tubo policloreto de vinila (PVC) com volume de 8 litros. Cada vaso foi preenchido com substrato a base de areia lavada e esterilizada em autoclave a 120° C por 20 minutos, solo e substrato comercial a base de casca de pinus e fibra de coco na proporção de 1:1:1. A adubação foi realizada em cada vaso individualmente considerando a análise do substrato, as exigências do sorgo e o volume do vaso.

Foram semeadas quatro sementes por vaso. Aos vinte dias após a semeadura foi realizado um desbaste deixando-se duas plantas por vaso. O sorgo granífero utilizado foi o híbrido 1G245.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com 10 tratamentos (três bioestimulantes, três formas de aplicação dos bioestimulantes e uma testemunha), com quatro repetições. A parcela experimental constou de duas plantas cultivadas em tubo PVC de 75mm de diâmetro, com 1 m de comprimento.

Foram utilizados três bioestimulantes: o primeiro denominado Produto S é um regulador de crescimento vegetal, cujos ingredientes ativos ocorrem naturalmente na planta: cinetina 0,09 g l⁻¹, ácido giberélico 0,05 g l⁻¹ e ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g l⁻¹; o segundo denominado de Produto A é um fertilizante organomineral contendo: 37,80 g l⁻¹ de P₂O₅; 75,60 g l⁻¹ de carbono orgânico total (aditivado com aminoácidos); 25,2 g l⁻¹ de Mo e 3,780 g l⁻¹ de Co; denominado produto M, o terceiro bioestimulante é feito à base de extratos vegetais e precursores hormonais que contém em sua composição bioativadores naturais com 2,7% de Cu, 11% de Mn, 4,7% de Zn, 2,2% de N, 1,7% de P₂O₅, 1,7% de K₂O e 4,7% de COT. O experimento constou

ainda com uma testemunha sem a aplicação de bioestimulante.

Os produtos foram aplicados de três maneiras: aplicação via tratamento de sementes (TS); pulverização foliar (PF) e a dose dividida entre a aplicação via tratamento de sementes e a pulverização foliar (TS+PF). As aplicações nas sementes e folhas seguiram a recomendação dos fabricantes. Nos tratamentos com aplicações via sementes foram colocadas 1 kg de sementes em bolsas plásticas transparentes e adicionada uma solução com água e o bioestimulante (na testemunha foi aplicada somente água) para facilitar a homogeneização da aplicação manual. A aplicação via foliar foi realizada 15 dias após a emergência.

A irrigação foi realizada de acordo com a evapotranspiração da cultura através de microaspersores automáticos. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados sempre que necessário. Contudo, a presença de pragas, doenças e plantas daninhas foram mínimas.

Foram avaliados os parâmetros altura de planta, massa seca da parte aérea e do sistema radicular, volume de raízes, diâmetro do colmo e área foliar aos 70 dias após a emergência.

Com auxílio de uma trena, determinou-se a altura das plantas desde o nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira. O diâmetro do colmo foi avaliado com um paquímetro na base do colmo das plantas de sorgo. A área foliar fotossinteticamente ativa foi estimada pelo produto do comprimento e largura de cada folha, multiplicado pelo coeficiente de 0,75 (Petry et al., 2007).

As plantas de cada repetição foram retiradas cuidadosamente dos tubos e suas raízes lavadas em água corrente. Após a lavagem separou-se a parte aérea das raízes. O volume de raízes foi avaliado com o auxílio de proveta

graduada com capacidade para 1.000 ml. A proveta foi preenchida com um volume de 500 ml de água e em seguida foram adicionadas à proveta as raízes das plantas de cada parcela, medindo-se o volume de água deslocado, em mm³. Em seguida, a parte aérea e as raízes foram encaminhadas para secagem realizada em estufa com circulação de ar forçada a 65° C por 72 horas. Logo após, foram determinadas a massa seca das raízes e massa seca da parte aérea com auxílio de balança digital.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), e quando significativos foram comparados pelo teste de Scott knott, a 5% de significância. Utilizou-se o teste de Scheffé, a 5% de probabilidade de erro, para testar as formas de aplicação, isto é, em tratamento de sementes (TS), pulverização foliar (PF) e as duas em conjunto (TS+PF), de modo a formar os seguintes contrastes: (i) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante; (ii) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS; (iii) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em PF; (iv) testemunha vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS+PF; (v) tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em PF; (vi) tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS+PF; e (vii) tratamentos com aplicação de bioestimulante em PF vs tratamentos com aplicação de bioestimulante em TS+PF. As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 encontra-se a análise de variância para as variáveis altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC) e área foliar (AF), massa seca das raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e volume de raízes (VR). Nota-se através dos resultados da análise de variância que para os parâmetros altura de planta, diâmetro do colmo e área foliar não houve diferença significativa. Logo, os tratamentos com os diferentes bioestimulantes, bem como com as diferentes formas de aplicação do bioestimulante não influenciaram nestas variáveis. Embora bioestimulantes promovam desenvolvimento da planta, não são raras as situações em que não se verifica efeito de sua aplicação, em Kolling et al. (2016) é relatado que em ambientes favoráveis ao desenvolvimento das plantas é mais

difícil identificar efeitos dos bioestimulantes.

As respostas encontradas para AP, DC e AF diferem do registrado em trabalhos conduzidos por Oliveira et al. (2016) com a cultura de milho pipoca e Jesus et al. (2016) com milho doce, que observaram efeitos positivos em todas as variáveis agrônômicas das plantas submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulante. Entretanto, em Martins et al. (2016) é relatado que o uso de doses diferentes de bioestimulante não influenciou no diâmetro de colmo e a altura das plantas de milho. Estes resultados revelam que embora os bioestimulantes promovam o crescimento e aumento na produtividade das culturas, ainda são necessários estudos mais detalhados para esclarecer seus efeitos nas variáveis AP, DC e AF de espécies gramíneas.

Tabela 1. Análise de variância para altura de plantas (AP), massa seca das raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e volume de raízes (VR), diâmetro de colmo (DC) e área foliar (AF) de sorgo tratado com bioestimulante através de tratamento de sementes, pulverização foliar (PF) e as duas formas de aplicação em conjunto (TS+PF). Unai-MG, 2019

| FV | GL | QM | | | | | |
|-------------|----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | | AP | DC | AF | MSR | MSPA | VR |
| Tratamentos | 9 | 66,7 ^{ns} | 1,02 ^{ns} | 51561 ^{ns} | 108,2 ^{**} | 1364,3 ^{**} | 6918,6 ^{**} |
| Blocos | 3 | 48,3 ^{ns} | 6,58 ^{**} | 47728 ^{ns} | 74,4 [*] | 104,6 ^{ns} | 1592,3 [*] |
| Erro | 27 | 64,5 | 0,81 | 34582 | 24,4 | 56,2 | 582,8 |
| Média | | 81,7 | 16,5 | 1582 | 32,5 | 63,4 | 170,4 |
| CV (%) | | 9,83 | 5,47 | 11,75 | 15,20 | 11,82 | 14,17 |

^{ns} Não significativo, ^{*} significativo a 5% e ^{**} significativo a 1% de significância pelo teste F.

As variáveis massa seca das raízes, massa seca da parte aérea e volume de raízes apresentam efeitos significativos quanto ao bioestimulante utilizado e as formas de aplicação do bioestimulante (Tabela 1). Os resultados observados na cultura de milho por Santos et al. (2013) e na cultura da soja por Andrade et al. (2018) corroboram com os encontrados neste trabalho. Esses autores destacam que a

composição dos bioestimulantes é análoga aos hormônios vegetais produzidos pelas plantas, ativando rotas metabólicas importantes no processo de divisão e diferenciação celular, tendo como consequência direta o desenvolvimento de estruturas de absorção como raízes e indireta aumento em biomassa.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da comparação entre os

tratamentos para as variáveis analisadas, bem como a comparação entre os contrastes. Observa-se que para as variáveis altura de plantas, diâmetro de colmo e área foliar além de não ter sido observado diferença entre os tratamentos, nenhum dos contrastes utilizados para avaliar as diferentes formas de aplicação dos bioestimulantes foram significativos. Acredita-se que o desempenho destas variáveis esteja relacionado com as condições de cultivo em casa de vegetação, uma vez que fora fornecida condições ideais para desenvolvimento da planta. As

ponderações de Francischini et al. (2018) após condução de pesquisa com aplicação de bioestimulante em milho verde por duas safras consecutivas, corroboram com esse entendimento, pois os autores descrevem que na ausência ou baixa intensidade de estresse abiótico, o efeito do bioestimulante na cultura pode não ser claro. Relato semelhante é visto em trabalhos com a cultura de milho conduzidos por Kolling et al. (2016) e Trombetta et al. (2020), bem como na cultura de cana de açúcar conduzidos por Souza et al. (2020).

Tabela 2. Altura de plantas, diâmetro de colmo (DC), área foliar (AF), massa seca das raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e Volume de raízes (VR) de sorgo tratado com bioestimulante através de tratamento de sementes (TS), pulverização foliar (PF) e as duas formas de aplicação em conjunto (TS+PF). Unai-MG, 2019

| Tratamentos | Altura (cm) | DC (mm) | AF (cm ²) | MSR (g) | MSPA (g) | VR (mm ³) |
|-------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Testemunha (T) | 84,4 a | 17,1 a | 1608,9 a | 31,5 c | 56,3 c | 160,0 c |
| Produto A (TS) | 78,0 a | 15,9 a | 1562,2 a | 35,2 b | 52,5 c | 151,7 c |
| Produto M (TS) | 89,3 a | 16,3 a | 1732,7 a | 26,7 c | 59,0 c | 140,0 c |
| Produto S (TS) | 82,8 a | 16,0 a | 1551,2 a | 29,6 c | 53,4 c | 128,1 c |
| Produto A (PF) | 81,0 a | 15,9 a | 1617,2 a | 25,3 c | 55,2 c | 150,0 c |
| Produto M (PF) | 80,7 a | 16,6 a | 1624,6 a | 33,7 b | 58,8 c | 136,3 c |
| Produto S (PF) | 85,5 a | 16,6 a | 1765,5 a | 29,9 c | 63,4 b | 157,5 c |
| Produto A (TS + PF) | 80,5 a | 16,6 a | 1469,0 a | 37,3 b | 51,1 c | 236,7 a |
| Produto M (TS + PF) | 80,4 a | 16,6 a | 1398,1 a | 33,1 b | 71,8 b | 200,0 b |
| Produto S (TS + PF) | 74,5 a | 17,4 a | 1492,9 a | 43,0 a | 113,1 a | 243,8 a |
| C1: T - [TS+PF+(TS+PF)] | 2,9 ^{ns} | 0,7 ^{ns} | 29,6 ^{ns} | -1,1 ^{ns} | -8,0* | -11,5 ^{ns} |
| C2: T - TS | 1,0 ^{ns} | 1,1 ^{ns} | -6,5 ^{ns} | 0,9 ^{ns} | 1,3 ^{ns} | 20,1 ^{ns} |
| C3: T - PF | 1,9 ^{ns} | 0,7 ^{ns} | -60,2 ^{ns} | 1,9 ^{ns} | -2,9 ^{ns} | 12,1 ^{ns} |
| C4: T - (TS+PF) | 5,9 ^{ns} | 0,3 ^{ns} | 155,6 ^{ns} | -6,3* | -22,4* | -66,8* |
| C5: TS - PF | 0,9 ^{ns} | -0,3 ^{ns} | -53,8 ^{ns} | 0,9 ^{ns} | -4,2 ^{ns} | -7,9 ^{ns} |
| C6: TS - (TS+PF) | 4,9 ^{ns} | -0,8 ^{ns} | 162,1 ^{ns} | -7,3* | -23,7* | -86,9* |
| C7: TF - (TS+PF) | 3,9 ^{ns} | -0,5 ^{ns} | 215,8 ^{ns} | -8,2* | -19,5* | -78,9* |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de significância. * e ^{ns}: contrastes significativos e não significativos, respectivamente, pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

Para a massa seca da parte aérea o tratamento com o produto S (cinetina 0,09 g l⁻¹, ácido giberélico 0,05 g l⁻¹ e ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g l⁻¹) aplicado no tratamento de sementes associado a uma pulverização foliar (TS+PF), foi significativamente superior aos demais, proporcionando mais que o dobro de produção quando comparada ao tratamento testemunha. Resultados positivos também foram obtidos com a aplicação do produto M (37,80 g l⁻¹ de P₂O₅; 75,60 g l⁻¹ de carbono orgânico total aditivado com aminoácidos; 25,2 g l⁻¹ de Mo; 3,780 g l⁻¹ de Co) no tratamento de sementes associado a uma aplicação foliar e a aplicação foliar do produto S. Os demais tratamentos não diferiram significativamente da testemunha, o que significa que a aplicação desses produtos exclusivamente via tratamento de sementes, nas dosagens utilizadas neste trabalho, não trouxe diferenças significativas em relação a testemunha, não produzindo os efeitos desejados de melhorias de crescimento (Tabela 2).

A massa seca de raízes e o volume de raízes foi significativamente maior com a utilização do produto S aplicado no tratamento de sementes associado a uma pulverização foliar. A aplicação dos produtos A e produto M no tratamento de sementes associado a uma pulverização foliar, bem como a utilização do produto A no tratamento de sementes e do produto M em pulverização foliar também apresentaram resultados positivos, proporcionando aumento significativo da massa seca das raízes em comparação a testemunha. De acordo com Dourado Neto et al. (2014), o maior desempenho obtido pelo produto S está associado com o efeito direto da auxina que atua na região meristemática das plantas, promovendo desenvolvimento do sistema radicular e traz como consequência maior capacidade de

absorver água e sais minerais disponíveis na solução do solo, garantindo assim uma rápida alocação de substâncias para a parte aérea.

Os hormônios vegetais raramente apresentam ação individual. Mesmo quando uma resposta no vegetal é atribuída à aplicação de um único regulador vegetal, o tecido que recebeu a aplicação contém hormônios endógenos que contribuem para as respostas obtidas (Cobucci et al., 2008). Por isso, a resposta diferente de cada bioestimulante e para as formas de aplicação, pois aplicação e as doses utilizadas devem ser ajustadas a cada cultura.

O efeito do bioestimulante sobre a massa seca da parte aérea e das raízes está em concordância com estudos desenvolvidos por diversos autores em diferentes culturas, como milho (Santos et al., 2013; Barbieri et al., 2014), milho pipoca (Oliveira et al., 2016) maracujá (Ferraz et al., 2014) e feijão comum (Ávila et al., 2010).

Através dos resultados de crescimento obtidos neste trabalho e os encontrados na literatura observa-se que os resultados com a utilização de bioestimulante estão ligados ao componente genético das plantas, ou seja, ocorre resposta diferenciada a aplicação externa de hormônios vegetais de acordo com a espécie vegetal, bem como dentro da espécie de acordo com a cultivar.

Na comparação dos contrastes nota-se que apenas para a variável massa seca da parte aérea a soma de todas as formas de aplicação dos bioestimulantes apresentou diferença significativa da testemunha sem aplicação de bioestimulante (Tabela 2).

Através dos resultados dos contrastes (Tabela 2) observa-se que a aplicação dos bioestimulantes no tratamento de sementes associado a uma aplicação foliar (TS+PF)

proporcionou ganhos de massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e volume radicular em comparação a testemunha e as aplicações no tratamento de sementes (TS) e pulverização foliar (PF). Assim, através desses resultados é possível definir que a aplicação dos bioestimulantes no tratamento de sementes associado a uma pulverização foliar é a melhor forma de utilização dos bioestimulantes na cultura do sorgo, proporcionando incrementos positivos no crescimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas.

Os bioestimulantes atuam em várias etapas do metabolismo das plantas, e apresentam eficiência mesmo quando aplicados com fertilizantes foliares, além de serem compatíveis com os produtos fitossanitários (Scalon et al., 2009). Dessa forma, a associação do tratamento de sementes com a pulverização foliar dos bioestimulantes torna-se viável, pois o bioestimulante pode ser aplicado no tratamento de sementes juntamente com outros produtos, bem como ser aplicado na pulverização foliar em conjunto com os fitossanitários. Assim, é possível alcançar os melhores resultados com os bioestimulantes sem onerar o custo de produção.

A aplicação dos bioestimulantes apenas no tratamento de sementes ou apenas em pulverização foliar, 15 dias após a emergência, não proporcionou ganhos significativos para as variáveis analisadas em comparação com o tratamento testemunha (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo 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 (Dourado Neto et al., 2014). Dessa forma, a aplicação dos bioestimulantes apenas no tratamento de sementes pode

proporcionar ganhos significativos no desenvolvimento inicial, mas os seus efeitos podem ser reduzidos com o desenvolvimento da cultura. No mesmo sentido, quando se utiliza o bioestimulante apenas em pulverização foliar 15 dias após a emergência perde a sua ação na emergência e desenvolvimento inicial das plantas.

Conclusões

A aplicação de bioestimulantes não interfere na altura de planta, diâmetro de colmo e área foliar do sorgo.

O bioestimulante S aplicado no tratamento de sementes associado a uma pulverização foliar proporciona maiores ganhos no crescimento da parte aérea e do sistema radicular do sorgo.

A melhor forma de aplicação de bioestimulantes no sorgo é através do tratamento de sementes associado a uma pulverização foliar.

Referências

- ANDRADE, C. L. L.; SILVA, A. G.; MELO, G. B.; FERREIRA, R. V.; MOURA, I. C. S.; SIQUEIRA, G. G. C. Bioestimulantes derivados de *Ascophyllum nodosum* associados ao *glyphosate* nas características agronômicas da soja RR. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 17, n. 3, e592, 2018.
- ÁVILA, M. R.; BARIZÃO, A. O.; GOMES, E. P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L. P. Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 221-230, 2010.
- BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; ZEN, H. D.; BECHE, M.; HENNING, L. M. M.; LOPES, S. J. Tratamento de sementes de milho sobre o desempenho de plântulas em

- condições de estresse salino. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 57, n. 3, p. 305-311, 2014.
- BUHELDT, A. C.; METZLER, C. R.; CASTIGLIONI, J. L.; DASSOLLER, T. F.; LUBIAN, M. S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 6, n. 4, p. 69-74, 2019.
- COBUCCI, T.; NASCENTE, S. A.; PEREIRA FILHO, R. C.; MACHADO, A. A.; OLIVEIRA, B. G. K.; CARVALHO, A. B. A. **Efeitos de reguladores vegetais aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro comum**. Documentos, IAC, Campinas, v. 85, p. 1368-1371, 2008.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 7, Safra 2019/20, n. 4. Quarto Levantamento, Brasília. 2020. 104 p.
- DESOKY, E. M.; MERWAD, A. M.; RADY, M. M. Natural Biostimulants Improve Saline Soil Characteristics and Salt Stressed-Sorghum Performance. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 49, n. 8, p. 967-983, 2018.
- DESOKY, E. M.; MERWAD, A.M.; IBRAHIM, S. A. Humus materials and Moringa (*Moringa oleifera Lam.*) Leaf Extract Modulate the Harmful Effect of Soil Salinity Stress in Sudan Grass (*Sorghum vulgare L.*). **Egyptian Journal of Agronomy**, v. 41, n. 1, p. 29-45, 2019.
- DOURADO NETO, D.; DARIOI, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. M. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 371-379, 2014.
- DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3-14, 2015.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- FERRAZ, R. A.; SOUZA, J. M. A.; SANTOS, A. M. F.; GONÇALVES, B. L. G.; REIS, L. L.; LEONEL, S. Efeitos de bioestimulante na emergência de plântulas de maracujazeiro 'Roxinho do Kênia'. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1787-1792, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FERREIRA, L. L.; SOUZA, B. R.; PEREIRA, A. I. A.; CURVÊLO, C. R. DA S.; FERNANDES, C. DOS S.; DIAS, N. DA S.; NASCIMENTO, E. K. A. Biostimulant and gradual release nitrogen in the performance of sorghum. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 4, p. 330-335, 2019.
- FRANCISCHINI, R.; SILVA, A. G.; TESSMANN, D. J. Eficiência de bioestimulantes e fungicida nos caracteres agrônômicos e econômicos na cultura do milho verde. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 17, n. 2, p. 274-286, 2018.
- JESUS, A. A.; LIMA, S. F.; VENDRUSCOLO, E. P.; ALVAREZ, R. C. F.; CONTARDI, L. M. Análise econômica da produção do milho doce cultivado com aplicação de bioestimulante via semente. **Revista de**

- la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 115, n. 2, p. 119-127, 2016.
- KOLLING, D. F.; SANGOI, L.; SOUZA, C. A.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 2, p. 248-253, 2016.
- LOPES, I.; SILVA, J. A. B.; SIMÕES, W. L.; BARROS, E. S. C.; NASCIMENTO, F. M. F.; AMORIM, M. N. Formas de aplicação de bioestimulante na produção da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 3823-3834, 2020.
- MARTINS, A. G.; SEIDEL, E. P.; RAMPIM, L.; ROSSET, J. S.; PRIOR, M.; COPPO, J. C. Aplicação de bioestimulante em sementes de milho cultivado em solos de diferentes texturas. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 4, p. 440-445, 2016.
- MATYSIAK, K.; MIZINIAK, W.; KACZMAREK, S.; KIERZEK, R. Aplicação de herbicidas com bioestimulantes natural e sintético no trigo primavera. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 11, p. 1-10, 2018.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; CUNHA, R. C.; SOUZA, M. W. L.; LIMA, L. A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.
- PETRY, M. T.; ZIMMERMANN, F. L.; CARLESSO, R.; MICHELON, C. J.; KUNZ, J. H. Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.531-539, 2007.
- RAVEN, H. P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2007. 728p.
- REZENDE, G. F.; MACHADO, B. Q. V.; SÁ JUNIOR, A.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q. Efeitos da aplicação de bioestimulantes em sementes de algodão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 1, p. 177-181, 2017.
- SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.3, p. 307-318, 2013.
- SANTOS, L. P.; BARBACENA, D. R.; GONÇALVES, R. C.; NASCIMENTO, C. A. C.; CARVALHO, F. L. C.; FRANÇA, L. C.; ADORIAN, G. C. Aplicação de bioestimulante e complexo de nutrientes no tratamento de sementes de soja. **Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v. 6, n. 8, p. 1-8, 2020.
- SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 96-103, 2009.
- SILVA, T. T. A.; PINHO, E. R. V.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P. O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 840-846, 2008.

SOUZA, M. T.; FERREIRA, S. R.; MENEZES, F. G.; RIBEIRO, L. S.; SOUSA, I. M.; PEIXOTO, J. V. M.; SILVA, R. V.; MORAES, E. R. Altura de planta e diâmetro de colmo em cana-de-açúcar de segundo corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1988-1994, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre, Artmed, 2017. 888p.

TROMBETTA, L. J.; TURCHETTO, R.; ROSA, G. M.; VOLPI, G. B.; BARROS, S.; SILVA, V. R. Performance of the Dekalb 230 corn hybrid using biostimulants: Phenological and productive characteristics. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 43986-43995, 2020.