
COMPONENTES DE PRODUÇÃO E ATRIBUTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MILHO PIPOCA SOB EFEITO DE BIOESTIMULANTE

CARVALHO, Flávio Corrêa de ¹
SILVEIRA, Daniel Mocelin ²
CARVALHO, Tereza Cristina de ³

Recebido em: 2021.05.09

Aprovado em: 2021.06.25

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3917

RESUMO: O tratamento de sementes (TS) é uma técnica muito utilizada por produtores com o intuito de proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento inicial das plântulas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito do uso de bioestimulante a base de hormônios vegetais sintéticos no tratamento de sementes de milho pipoca, e suas consequências na produtividade e no atributo fisiológico das sementes resultantes da colheita. Para realização do experimento utilizou-se sementes de milho pipoca, as quais foram submetidas ao tratamento com o bioestimulante (Stimulate®) nas doses: 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25 mL de produto por quilograma de sementes, com quatro repetições. Para os componentes de produção avaliou-se o número de sementes e de fileiras por espiga, massa de sementes por espiga e de mil sementes, número de espigas por planta, comprimento e diâmetro de espigas, e produtividade. Em relação aos atributos fisiológicos das sementes produzidas, avaliou-se a germinação, massa fresca, comprimento da parte aérea, raiz e total de plântulas. Verificou-se que tanto a semente colhida como o desenvolvimento da planta foram influenciadas pelo TS com bioestimulante. Dosagens de até 25 mL kg⁻¹, contribuíram na produtividade da cultura, sendo o ponto máximo de comprimento do sistema radicular de plântulas obtido com TS de 19,27 mL kg⁻¹. Conclui-se que a utilização de bioestimulante no TS na dosagem entre 19,27 a 25 mL kg⁻¹ beneficia o comprimento de sistema radicular de plântula e a produtividade da cultura do milho pipoca.

Palavras-chave: *Zeamays everta*. Tratamento de sementes. Germinação. Produtividade.

ANALYSIS OF THE PRODUCTION COMPONENTS AND THE ATTRIBUTO PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF POPCORN MAIZE UNDER THE EFFECT OF BIOSTIMULANT

SUMMARY: Seed treatment (TS) is a technique widely used by producers in order to provide favorable conditions for the initial development of seedlings. In this context, the objective was to evaluate the effect of the use of biostimulant based on synthetic vegetable hormones in the treatment of popcorn seeds, and its consequences on productivity and on the physiological attribute of the seeds resulting from the harvest. To perform the experiment, popcorn seeds were used, which were subjected to treatment with the biostimulant (Stimulate®) in the doses: 0; 6.25; 12.5; 18.75 and 25 mL of product per kilogram of seeds, with four replications. For the production components, the number of seeds and rows per ear, mass of seeds per ear and thousand seeds, number of ears per plant, length and diameter of ears and productivity were evaluated. Regarding the physiological attributes of the seeds produced, germination, fresh weight, length of aerial part, root and total seedlings were evaluated. It was found that both the harvested seed and the development of the plant were influenced by the TS with biostimulant. Dosages of up to 25 mL kg⁻¹ contributed to the productivity of the culture, with the maximum point of length of the seedling root system obtained with TS of 19,27 mL kg⁻¹. It is concluded that the use of biostimulant in the TS in the dosage between 19,27 to 25 mL kg⁻¹ benefits the length of the seedling root system and the productivity of the popcorn crop.

Keywords: *Zea mays everta*. Seed treatment. Germination. Productivity.

¹ Graduando em Agronomia pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Rua Tomazina S/N, Ponta Grossa, PR, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/5806906751223648>

² Graduando em Agronomia pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Rua Tomazina S/N, Ponta Grossa, PR, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/4070480985872569>

³ ORCID ID- <http://orcid.org/0000-0001-9446-695X>. Eng. Agrônoma, Prof.^a Pós Doutora do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE. Rua Tomazina S/N, Ponta Grossa, PR, Brasil.

INTRODUÇÃO

O consumo de milhos especiais, como o pipoca ou o doce por exemplo, tem favorecido o aumento de sua produção pelos agricultores brasileiros devido as suas disparidades quando equiparados ao milho comum (SOUZA *et al.*, 2014; CAMILO *et al.*, 2015). Algumas distinções entre o milho comum e o pipoca, são o fato de que quando as sementes são submetidas a uma temperatura de aproximadamente de 180 °C começam a estourar, ademais, sementes menores e mais rígidas são características do milho pipoca, ajudando a diferenciá-los também (PACHECO *et al.*, 1996; SAWAZAKY, 2001).

A ampliação do consumo de milho pipoca no Brasil consoante a importação de grãos que pudessem ser preparados em forno microondas foi um acontecimento que permitiu a expansão da cultura no país, atraindo olhares também dos melhoristas e produtores rurais (MATTA; VIANA, 2001). Atualmente, o estado que detém a maior produção de milho pipoca no Brasil é o Mato Grosso, que a cada ano vem aumentando a área cultivada, competindo assim com outras culturas de segunda safra e demonstrando um aquecimento do mercado para esta cultura (KIST *et al.*, 2019)

Esse aumento de cultivo da cultura do milho pipoca pode estar relacionado com o desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficazes. Conseqüentemente, o melhor aproveitamento desses recursos tecnológicos tem permitido que a produtividade da cultura aumente (ZAGONEL; FERREIRA, 2013) como é o caso do tratamento de sementes, que evoluiu ao longo do tempo, englobando além do tratamento químico, processos como peliculização, peletização e condicionamento osmótico de sementes, por exemplo (SCHOENINGER; BISCHOFF, 2014).

Nesse contexto, o TS é exercido com o propósito de manter a qualidade de sementes, em associação a um custo relativamente baixo e menores impactos ambientais, quando comparado à aplicação comum de agroquímicos, tem uma área e dosagem pequena de aplicação do produto, além de oferecer menos riscos a populações de inimigos naturais (BRUSTOLIN *et al.*, 2011).

O TS quando empregado adequadamente, controlara tanto patógenos presentes nas sementes quanto os que já estão situados no solo. Além de proteger as plântulas após a sua emergência, propicia germinação mais uniforme, evitando baixas no estande final de plantas, elevando seu desempenho após a emergência (CARVALHO *et al.*, 2019).

Assim, as evoluções de técnicas de cultivo trazem maiores rendimentos, especialmente nas culturas de importância agrônômica expressiva, e tem despertado a atenção do agronegócio para os reguladores vegetais, também chamados de bioestimulantes (BINSFELD *et al.*, 2014; ELLI *et al.*, 2016). Nesse sentido, existem cinco grupos de hormônios vegetais que estão recebendo maior consideração, são eles as citocininas, auxinas, giberelinas, ácido abscísico e

etileno. Cada um destes grupos de hormônios pode ter um efeito diferente nas plantas tanto para o crescimento como para o desenvolvimento vegetal. Entretanto, também existem no mercado hormônios sintéticos que atuam da mesma maneira e que podem ser combinados (SILVA *et al.*, 2013) para uso nas plantas.

Em conformidade com Rodrigues; Fioreze (2015), os bioestimulantes quando empregados no milho podem viabilizar um incremento no total de sementes germinadas. Por outro lado, Buchelt *et al.* (2019) ressaltaram que o bioestimulante não acarretou benefícios significativos à qualidade fisiológica de sementes de milho. Assim, todo o estudo que possa contribuir nesses parâmetros de uso dos reguladores vegetais pode facilitar a tomada de decisão na adoção ou não desses produtos no TS.

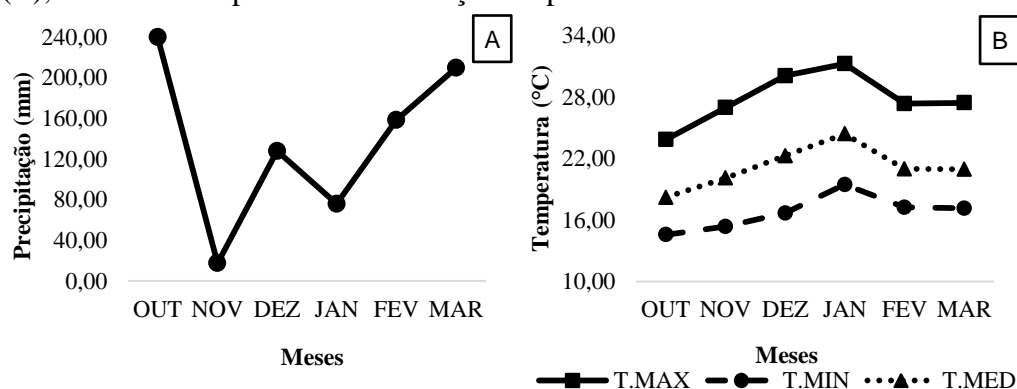
O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso de bioestimulante a base de hormônios vegetais sintéticos no tratamento de sementes de milho pipoca, e suas consequências na produtividade e no atributo fisiológico das sementes resultantes da colheita.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de sementes e na área experimental da Fazenda Escola, do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE, situado na BR 376 - KM 503, sob as coordenadas de latitude 40° 45' 36" N e longitude de 73° 59' 2.4" W, apresentando clima do tipo Cfb, classificado segundo Koppen (ALVARES *et al.*, 2013).

Os dados meteorológicos registrados durante a condução do experimento estão contidos na Figura 1, referentes a temperatura mínima, máxima e média, além da precipitação.

Figura 1. Dados meteorológicos de precipitação (A) e temperaturas mínimas, máximas e médias (B), referentes ao período da condução do presente estudo em Ponta Grossa-PR.



Fonte: Tsukahara *et al.* (2019).

Na pesquisa foram utilizadas sementes de procedência da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, provenientes do genótipo de milho pipoca, safra 2018, oriundas do nono ciclo de seleção recorrente.

Para realização da pesquisa foram adotados cinco tratamentos de sementes, à saber: 0, 6,25, 12,5, 18,75 e 25 mL de regulador vegetal por quilograma de sementes, com quatro repetições cada. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados – DBC. O produto utilizado no TS foi o Stimulate®, constituído por cinetina ($0,09 \text{ g L}^{-1}$), ácido giberélico ($0,05 \text{ g L}^{-1}$), ácido 4-indol-3ilbutírico ($0,05 \text{ g L}^{-1}$), todos caracterizados como hormônios sintéticos e outros ingredientes não especificados na bula ($999,80 \text{ g L}^{-1}$) (PARANÁ, 2017).

Para instalação no experimento em campo adotou-se o sistema convencional de cultivo. A semeadura ocorreu em 28 de outubro de 2018, com semeadora de acionamento manual do tipo matraca. As unidades experimentais foram compostas por dez linhas de semeadura com o comprimento de oito metros cada, onde foram adotadas cinco plantas por metro linear correspondente ao espaçamento utilizado de 0,20 m entre planta e 0,45 m entre linha. Na instalação do experimento em campo, semeou-se três sementes por cova, com o desbaste realizado aos 14 dias após a semeadura, deixando somente uma planta por cova, totalizando $111.000 \text{ plantas ha}^{-1}$. Foram consideradas as seis linhas centrais para fins de avaliações, com os três metros centrais de cada linha.

O controle de pragas e plantas infestantes empregados durante a condução do experimento foram os seguintes: duas aplicações de herbicida a base de Mesotriona aos 11 e 41 dias após a semeadura, duas aplicações de herbicida a base de Cletodim e Haloxifope, aos 18 e 48 dias após a semeadura (aplicação em jato dirigido), duas aplicações de inseticida a base de Diflubenzuron aos 30 e 60 dias após a semeadura, duas aplicações de inseticida a base de Cipermetrina aos 45 e 75 dias após a semeadura. Todas as aplicações foram realizadas com bomba costal Vonder® com capacidade de 20 L; não foi necessário a realização do controle de doenças.

Aos 110 dias de cultivo, foi realizada a colheita manual das espigas, pertencentes a área útil das parcelas. Após as avaliações de espigas relacionadas aos componentes de produção da cultura, elas foram debulhadas manualmente, removida as impurezas com auxílio de peneiras com auxílio de peneira com crivos circulares de 4 milímetros, acondicionando-as em recipientes de papel, mantendo-as em ambiente de laboratório de sementes, fresco e protegido do sol, até o momento da realização das avaliações das sementes.

A avaliação da qualidade das espigas foi realizada logo após a colheita, sendo determinado o número de sementes e de fileiras por espiga. Para condução desta avaliação utilizou-se cinco espigas por unidade experimental, sendo realizada a contagem do número de fileiras por espiga e de sementes em duas fileiras (LEONELLO *et al.*, 2009).

Quanto à massa de mil sementes, foram selecionadas e debulhadas manualmente 5 espigas de cada unidade experimental, coletando deste o total oito amostras contendo 100 sementes e posteriormente pesando-as em balança de precisão, multiplicando o valor médio obtido, por 10, para a estimativa da massa de mil sementes (BRASIL, 2009). Na sequência, o valor obtido foi corrigido para 13,0% de água das sementes. Os resultados foram expressos pela média em gramas das repetições por tratamento.

Para determinação da massa de sementes por espiga, obteve-se a massa total das sementes de dez espigas (colhidas na área útil de cada parcela), por meio da utilização de uma balança analítica, sendo realizado a média de acordo com o número de espigas utilizados. Na sequência, o valor obtido foi corrigido para 13,0% de água e os resultados foram expressos pela média em gramas das repetições por tratamento. Para obtenção do resultado do número de espigas por planta, realizou-se a contagem do número de espigas que cada planta na área útil da parcela apresentava; ao final fez-se a média entre as espigas contabilizadas por planta (ROLIM *et al.*, 2018).

A medição do comprimento e diâmetro da espiga foram efetuados com o auxílio de uma régua milimetrada e um paquímetro, de acordo com metodologia proposta por Rolim *et al.* (2018). Para isso, coletou-se 10 espigas aleatoriamente na área útil, que foram previamente despalhadas. Os resultados obtidos foram expressos pela média das espigas analisadas em centímetros e milímetros, respectivamente.

A determinação da produtividade foi estimada de acordo com metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2012), por meio da obtenção e pesagem de todas as sementes colhidas na área útil de cada unidade experimental. Na sequência, realizou-se a estimativa da produtividade, extrapolando o valor para um hectare, com correção do valor obtido para 13,0% de água das sementes. Os resultados obtidos pela média das repetições de cada tratamento foram expressos em megagrama por hectare ($Mgha^{-1}$).

O teste de germinação, foi realizado de acordo com Brasil (2009), sendo adotado em cada tratamento quatro repetições de 50 sementes, distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel de germinação umedecido com água em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. As amostras foram cobertas com uma terceira folha, também previamente hidratada. A partir desse conjunto foram confeccionados rolos, mantidos em germinador a 25 °C, por sete dias. Ao término desse período, realizou-se a contagem de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem por meio da média de plântulas normais para cada tratamento.

A partir das plântulas obtidas no teste de germinação, foram determinados o comprimento da parte aérea, sistema radicular e total de plântulas em conformidade com procedimento de Nakagawa (1999). Para realização dessas avaliações, mediu-se a extensão das plântulas normais, com o auxílio de uma régua milimetrada, expressando os resultados em centímetros média de plântulas normais. No comprimento total de plântulas, foi aferido o valor compreendendo o início da raiz primária até o final da primeira lâmina foliar. Para o comprimento da parte aérea, a estrutura das plântulas foi medida entre o início do coleóptilo até o final da primeira lâmina foliar. O comprimento do sistema radicular de plântula, foi mensurado englobando o início da raiz primária até o mesocótilo da planta. Os resultados foram expressos pela média das plântulas normais em centímetros, de cada unidade experimental dos tratamentos.

Para a determinação da massa fresca de plântulas, adotou-se a metodologia proposta por Nakagawa (1999). Para isso, utilizou-se 10 plântulas normais por unidade experimental, acondicionadas em sacos de papel secos (previamente pesados). Na sequência, determinou-se a massa fresca resultante, com o auxílio de uma balança de precisão, descontando a massa do saco de papel determinada previamente. Os resultados foram expressos em grama, por meio da média de plântulas normais de cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial sob análise estatística utilizando-se o software Rstudio (2019). Os resultados obtidos foram apresentados por meio de tabelas (quando não foram significativos estatisticamente) e os significativos através de gráficos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados da germinação de sementes de milho pipoca (Tabela 1), não se verifica influência do TS até 25,00 mL. Tal fato, segundo Ferreira *et al.* (2019a), não ocorreu em sementes de milho pipoca tratadas com Stimulate® em dosagens até 1,5 L 100 kg⁻¹ de sementes. Elli *et al.* (2016), observaram que o TS com bioestimulante na cultura do arroz traz um resultado benéfico, especialmente em sementes com baixa qualidade fisiológica.

Tabela 1. Dados médios da porcentagem de germinação, massa fresca, comprimento da parte aérea e total de plântula de milho pipoca produzidas a partir de plantas submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulante.

Bioestimulante (mL kg ⁻¹ de sementes)	Porcentagem de germinação	Massa fresca de plântula (g)	Comprimento de parte aérea de plântula (cm)	Comprimento total de plântula (cm)
0,00	80	0,47	7,4	17,79
6,25	80	0,47	7,8	19,09
12,50	81	0,54	7,8	18,26
18,75	82	0,53	7,7	23,91
25,00	82	0,53	8,5	19,49
CV %	8,13 ^{NS}	8,49 ^{NS}	19,95 ^{NS}	13,85 ^{NS}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukeya $p \leq 0,05$; ^{NS}: não significativo.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

O efeito não significativo da porcentagem de germinação, massa fresca de plântula, comprimento da parte aérea e total de plântula, pode ser em consequência da ação do TS com bioestimulante em milho pipoca não se manter estável sobre as sementes (Tabela 1). Os reguladores vegetais têm a aptidão de atuar em diferentes órgãos das plantas, contudo, a ação dessas substâncias varia de espécie para espécie, local da planta, estágio fenológico, concentração de produto, condições ambientais, entre outros (CAMPOS *et al.*, 2008).

O resultado encontrado por Worma *et al.* (2019) é similar ao observado no presente estudo (Tabela 1), pois, o efeito residual de bioestimulante em sementes produzidas de milho comum tratadas com 200 mL ha⁻¹ de Ogasol®, não trouxe melhoria a germinação e ao vigor de plântulas.

Os valores de porcentagem de germinação e comprimento da parte aérea de plântula de milho pipoca, para todas as doses analisadas de TS com bioestimulante (Tabela 1), mostraram resultados superiores quando comparadas com valores encontrados por Vaz-de-Melo *et al.* (2012), em que as sementes de milho pipoca apresentaram valores médios de 73 e 40% de germinação, e plântulas com 12,17 e 11,81 cm de comprimento da parte aérea.

Quanto à massa fresca de plântulas (Tabela 1), os resultados obtidos para as doses estudadas variaram entre 0,47 a 0,54 g por plântula, sem diferenças significativas. Na dose de 10 mL kg⁻¹ de sementes de Stimulate®, Junqueira *et al.* (2017) também não obtiveram diferenças no comportamento da massa fresca de plântulas de girassol variedade M734, em relação a testemunha.

Ao analisar os componentes de produção do milho pipoca em resposta às doses 6,25 a 25,0 mL de bioestimulante por quilograma de semente (Tabela 2), não houve diferenças para as variáveis massa de mil sementes e de sementes por espiga, número de sementes por fileira e de fileiras por espiga. Tais resultados são indicativos de que o TS com bioestimulante nas doses

estudadas não influencia esses componentes de produção. O efeito de bioestimulantes são variantes e ligados ao estágio fenológico da planta, agindo de maneira mais efetiva no desenvolvimento inicial e emergência de plântulas (DOURADO NETO *et al.*, 2014).

Tabela 2. Dados médios de massa de mil sementes, massa de sementes por espiga, número de sementes por fileira e de fileiras por espiga em plantas de milho pipoca produzidas a partir de plantas submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulante.

Bioestimulante (mL kg ⁻¹ de sementes)	Massa de mil sementes (g)	Massa de sementes por espiga (g)	Número de sementes por fileira	Número de fileiras por espiga
0,00	167,15	60,36	30,45	11,77
6,25	159,64	62,40	31,57	12,37
12,50	175,69	68,34	31,20	12,45
18,75	176,59	69,07	31,27	12,47
25,00	169,32	63,76	30,15	12,45
CV %	5,24 ^{NS}	12,16 ^{NS}	6,46 ^{NS}	3,92 ^{NS}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a $p \leq 0,05$; ^{NS}. não significativo.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Os valores de massa de mil sementes para as doses de 12,5, 18,75 e 25 mL kg⁻¹ (Tabela 2) foram superiores aos resultados encontrados por Sousa *et al.* (2016) e Sangiovo *et al.* (2020). O uso de bioestimulante pode aumentar a massa de mil sementes, mas sem apresentar diferenças estatísticas entre tratamentos (PAVEZI *et al.*, 2017).

O número de sementes por fileira e de fileiras por espigas variou entre 30,15 a 31,57 e, 11,77 a 12,47, respectivamente, mas sem significância entre doses testadas (Tabela 2). Galindo *et al.* (2015) verificaram que plantas de milho comum também não elevaram significativamente os valores destas variáveis mesmo sob duas aplicações do produto em diferentes estádios fenológicos. A falta de efeitos significativos de bioestimulantes nas características da espiga do milho também são relatados por Santos *et al.* (2013), ressaltando ainda que a aplicação de bioestimulante é mais eficaz no incremento da massa seca de raízes.

Para o comprimento e número de espigas por planta, as doses 6,25 a 25,0 mL kg de sementes⁻¹ de bioestimulante no TS não apresentaram diferenças significativas (Tabela 3). Isso pode estar relacionado a característica genotípica do material utilizado nesse estudo, dificultando a expressão do bioestimulante nas características da espiga. Gomes *et al.* (2010), relataram que o diâmetro do colmo de milho recebe grande influência das características genéticas específicas dos genótipos trabalhados, sendo dificilmente alterado independente do manejo.

Tabela 3. Dados médios de diâmetro de espigas, comprimento e número de espigas por plantas de milho pipoca produzidas a partir de plantas submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulante.

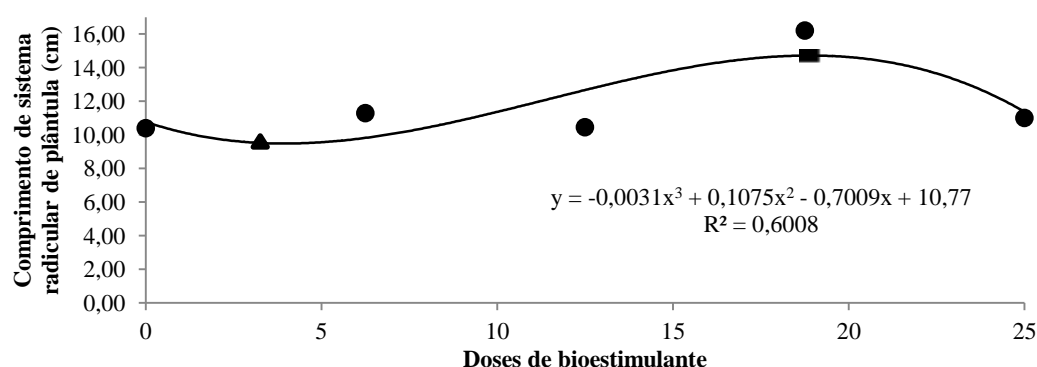
Bioestimulante (mL kg ⁻¹ de sementes)	Diâmetro de espiga (mm)	Comprimento de espiga (cm)	Número de espigas por planta
0,00	29,84	14,44	0,73
6,25	30,52	15,23	0,80
12,50	30,01	15,17	0,82
18,75	30,72	15,02	0,81
25,00	30,46	14,79	0,79
CV %	4,56 ^{NS}	6,3 ^{NS}	15,36 ^{NS}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a $p \leq 0,05$; ^{NS}: não significativo.
Fonte: Elaborado pelos Autores.

Os dados médios de diâmetro de espigas (Tabela 3) ficaram entre 29,84 e 30,72 mm dentre as doses avaliadas, mas sem apresentar significância estatística. Esses resultados foram diferentes aos encontrados por Thomé (2021), que constatou aumento do diâmetro em espigas de milho com a aplicação foliar de nicotinamida e Stimulate® no estágio V5 da cultura.

Em relação ao comprimento do sistema radicular de plântulas de milho pipoca (Figura 2), provindas de plantas que tiveram suas sementes tratadas com diferentes doses de bioestimulante, observa-se um ponto máximo de comprimento quando a dose estimada foi de 19,27 mL kg⁻¹ de sementes e um ponto mínimo na dose estimada de 3,92 mL kg⁻¹ de sementes. O uso de bioestimulante Stimulate® como substância capaz de promover tolerância a semente em situações de estresse hídrico favorece o crescimento do sistema radicular (FERREIRA *et al.*, 2019a).

Figura 2. Dados médios de comprimento do sistema radicular em plântulas de milho pipoca produzidas a partir de plantas submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulante.



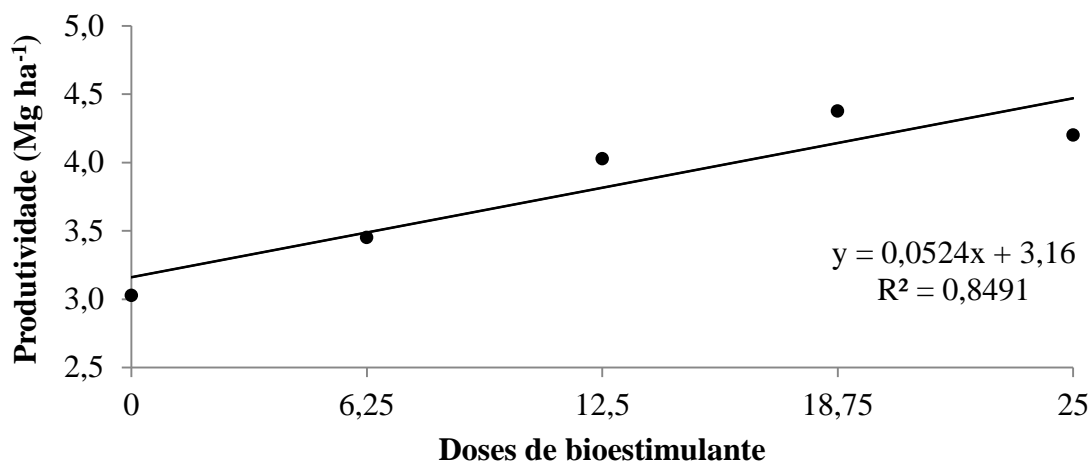
■ Ponto máximo para o comprimento de sistema radicular de plântula (19,27 mL kg⁻¹ de sementes).
▲ Ponto mínimo para o comprimento de sistema radicular de plântula (3,92 mL kg⁻¹ de sementes).

Fonte: Elaborado pelos Autores.

O balanço hormonal ideal que a planta necessita para o crescimento de seus diferentes órgãos são específicos para, podendo uma determinada concentração de hormônios favorecer o crescimento de um órgão e inibir outro (TAIZ; ZEIGER, 2013). Isso pode explicar a variação resultante para a dose máxima e mínima encontrada para o comprimento do sistema radicular de plântulas (Figura 2).

Ao analisar a produtividade da cultura de milho pipoca (Figura 3), verifica-se, que o ajuste da regressão foi linear, com acréscimo de produtividade à medida que as doses de bioestimulante foram aumentadas. O incremento de produtividade com o uso de bioestimulante Stimulate® no tratamento de sementes também foi observado nas culturas do feijão e sorgo (PAVEZI *et al.*, 2017; FERREIRA *et al.*, 2019b).

Figura 3. Dados médios da produtividade de plantas de milho pipoca produzidas a partir de plantas submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulante.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os valores de produtividade obtidos nas doses de 18,75 e 25 mL kg⁻¹ (Figura 4), correspondendo a 4,0 e 4,2 Mg ha⁻¹ respectivamente, foram superiores as cultivares UENF 14 e IAC 112 de milho pipoca, em todos os espaçamentos e densidades de plantas avaliados por Vitorazzi *et al.* (2017). Isso denota a eficiência do bioestimulante em promover incremento de produtividade, quando comparado a certas cultivares comerciais. Mas, não foram superiores aos híbridos H 4512 e H 8203, que apresentaram 4603,31 e 4920,09 kg ha⁻¹, respectivamente, quando cultivados com uma população de 80.000 plantas ha⁻¹ (SANGIOVO *et al.*, 2020).

Em geral, nota-se que o atributo fisiológico das sementes de milho pipoca (Tabela 1) é superior no TS, ao comparar com a testemunha sem a aplicação de bioestimulante no TS. Assim, observou-se maior benefício do bioestimulante no comprimento do sistema radicular de plântula e produtividade (Figuras 2 e 3).

CONCLUSÃO

O uso de bioestimulante Stimulate® no TS na dosagem entre 19,27 a 25 mL kg⁻¹, é benéfica para o comprimento do sistema radicular de plântulas oriundas de sementes resultantes da colheita e produtividade da cultura do milho pipoca.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a instituição de ensino CESCAGE e ao acadêmico Leonardo Mainardes Pedroso por toda a estrutura e apoio durante a instalação e condução do experimento.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- BINSFELD, J.A.; BARBIERI, A.P.P.; HUTH, C.; CABRERA, I.C.; HENNING, L.M.M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.1, p.88-94, Mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100010>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 398p.
- BRUSTOLIN, C.; BIANCO, R.; NEVES, P.M.O.J. Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zeamays L.*), associados ao tratamento de sementes, sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p.215-223, 2011.
- BUCHELT, 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. **Journal Of Neotropical Agriculture**, v.6, n.4, p.69-74, 2019.
- CAMILO, J.S.; BARBIERI, V.H.B.; RANGEL, R.M.; BONNAS, D.S.; LUZ, J.M.Q.; OLIVEIRA, R.C. Aceitação sensorial de híbridos de milho doce e híbridos de milho verde em intervalos de colheita. **Revista Ceres**, Viçosa, v.62, n.1, p.001-008, 2015.
- CAMPOS, M.F.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F.; RODRIGUES, J.D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, v.21, n.3, p.53-63, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n3p53>
- CARVALHO, I.L.; XAVIER, F.M.; MENEGUZZO, M.R.R.; MARTINS, A.B.N.; MENEGHELLO, G.E.; VILLELA, F.A. Translocação de molibdênio em plântulas de feijoeiro aplicado via tratamento de sementes. **Colloquium Agrariae**, v.15, n.1, p.95-103, 2019.
- DALLA-COSTA, D.A.; COLOGNESE, I.C.; PEREIRA, S.R.; RODRIGUES, A.P.D. A.C. Qualidade fisiológica de sementes crioulas de milho pipoca. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.13, n.5, p.255-259-, 2018.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v.30, n.3, 2014.

ELLI, E.F.; MONTEIRO, G.C.; KULCZYNSKI, S.M.; CARON, B.O.; SOUZA, V.Q. Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com biorregulador vegetal. **Revista Ciência Agrônômica**, v.47, n.2, p.366-373, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160043>

FERREIRA, B.R.; CHICHANOSKI, C.; MOTERLE, L.M.; SANTOS, R.F.; BRACCINI, A.L. Physiological potential of popcorn seeds submitted to water stress after treated with bioregulator. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.2, p.573-584, 2019a. DOI: [10.5433/1679-0359.2019v40n2p573](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p573)

FERREIRA, L.L.; SOUZA, B.R.; PEREIRA, A.I.A.; CURVÊLO, C.R.S.; FERNANDES, C.S.; DIAS, N.S.; NASCIMENTO, E.K.Á. Bioestimulante e nitrogênio de liberação gradual no desempenho do sorgo. **Nativa**, v.7, n.4, p.330-335, 2019b.

GALINDO, F.S.; NOGUEIRA, L.M.; BELLOTE, J.L.M.; GAZOLA, R.N.; ALVES, C.J.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. Desempenho agrônômico de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n.1, p.13-19, 2015.

GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; BRITO, C.H.; MORAES, D.F.; LOPES, M.T.G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.2, p.140-145, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200004>

JUNQUEIRA, I.A.; NICCHIO, B.; DEUS, M. B.; LANA, R. M. Q. Biorreguladores no tratamento de sementes de girassol. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.22, n.u, p;1-5, 2017.

KIST, B.B.; SANTOS, C.E.; BELING, R.R. **Anuário Brasileiro do Milho**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 72p. Disponível em: http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/10/2019MILHO_Site.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

LEONELLO, L.A.F.; CAZETTA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D. Características agrônômicas e qualidade comercial de cultivares de milho pipoca em alta população. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.2, p.215-220, 2009.

MATTA, F.P.; VIANA, J.M.S. Testes de capacidade de expansão em programas de melhoramento de milho pipoca. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.845-851, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000400029>

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, p.2-21.

PACHECO, C.A.P.; CASTOLDI, F.L.; ALVARENGA, E.M. Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, p.267-270, 1996.

PARANÁ. Agência de defesa agropecuária do Paraná. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Stimulate®**. 2017. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Outros/Stimulate® 2017.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

PAVEZI, A.; FAVARÃO, S.C.M.; KORTE, K.P. Efeito de diferentes bioestimulantes na cultura do feijoeiro-comum. **Campo Digital**, v.12, n.1, p.30-35, 2017. Disponível em: <<http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/-1965/936>>. Acesso em: 24 set. 2018.

RODRIGUES, J.D.; FIOREZE, S.L. Reguladores são, para muitos cultivos, indispensáveis ao alcance de bons níveis. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, n.13, p.35 – 39, 2015. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo4.pdf>. Acesso em: 24 set. 2018.

ROLIM, R.R.; PINTO, A.A.; CAMARA, F.T.; MOTA, A.M.D.; SILVA, C.S. Produtividade e rentabilidade do milho em função do manejo da adubação na região do Cariri-CE. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.20, n.1, p.204-221, 2018.

RSTUDIO. **Undelete and data recovery software. Software livre de ambiente de desenvolvimento integrado R para análise estatísticas**. R version 3.4.1, 2019. Disponível em: <<https://www.rstudio.com>>.

SANGIOVO, M.J.R.; BASSO, C.J., DREWS, Á.T.N.; PRIMON, A.M.; SOUZA, F.M., GAVIRAGHI, L.; BRONDANI, M.S. Produtividade de híbridos de milho pipoca submetidos a diferentes populações na semeadura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.23, n.2cont, p.1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v23i2cont.2020.8143>

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 *Zeamays L.* **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.307-318, 2013.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho-pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, v. 53, n. 2, p. 11-13, 2001.

SCHOENINGER, V.; BISCHOFF, T.Z. Tratamento de sementes. **Journal Of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.especial, p.63-73, 2014. Disponível em: <http://www.dca.uem.br/V3NE/06.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SILVA, D.M.; CARNEIRO, L.L.; MENDES, D.J.; SIBOV, S.T. Efeito das auxinas, ácido naftaleno, acético, e ácido indolbutírico no desenvolvimento in vitro de plântulas de *Cyrtopodium saintlegerianum* Rchb. f.(ORCHIDACEAE). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, p.852-860, 2013.

SOUSA, H.M.V.; CAMARA, T.M.M.; OLIVIERA, N.N.S.; SILVA, C.R.N. Desempenho agrônomo de genótipos de milho pipoca no nordeste do Estado do Pará. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v.15, n.2, p.305-317, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n2p305-317>

SOUZA, M.W.L.; CUNHA, R.C.; COSTA, P.A.A.; MOURA, I.N.B.M.; BEZERRA, F.M.S.; LIMA, L.A.; PEREIRA, L.A.F.; OLIVEIRA, F.A. Desenvolvimento inicial de milho doce e milho pipoca sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v.10, n.3, p.65-72, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p907-913>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TEIXEIRA, W.V.; MALTA, C.G.; LEANDRO, W.M. Produtividade e avaliação da capacidade de expansão de milho pipoca crioulo em cultivo isolado e consorciado com feijão de porco. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v.8, n.14, p.778, 2012.

THOMÉ, S. E. N. **Nicotinamida e fitohormônios como bioestimulantes na cultura do milho**. 2021. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2011.

TSUKAHARA, R.Y.; OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA JUNIOR, J.I.; FISCHER, P. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico do Grupo ABC:**

Análise Climática da Safra 2018/2019. 2019. Disponível em: <<http://sma.fundacaoabc.org>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

VAZ-DE-MELO, A.; SANTOS, L.D.T.; FINOTO, E.L.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico.

Bioscience Journal, v.28, n.5, 2012. Disponível em:

<<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1125/1/000227852.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2020.

VITORAZZI, C.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; CANDIDO, L.S.; FREITAS, I.L.D.J. Arranjo populacional para a variedade UENF-14 de milho pipoca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.3, p.401-413, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p401-413>

WORMA, M.; SEGATTO, C.; STEFEN, D.; BUBA, G.P.; LEOLATO, L.S. Qualidade fisiológica de sementes de milho produzidas com adubação biológica e bioestimulante em diferentes preparos de solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.27, n.3, p.187-194, 2019.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.395-402, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000200017>