ISSN: 2674-9270
Volume. 7, n. 2, ago./dez. 2025

ARTIGO

Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

Pré-embebição em solução do bioestimulante Stimulate® e produção de mudas de pimenteira Dedo-de-Moça

Antônia Mirian Nogueira de Moura Guerra
Universidade Federal do Oeste da Bahia
E-mail: mirianagronoma@hotmail.com

Luana Silva da Cruz
Universidade Federal do Oeste da Bahia
E-mail: luanasilvacr@gmail.com

Paloma da Silva Cruz
Universidade Federal do Oeste da Bahia
E-mail: palomasilva280296@gmail.com

Anne Caroline Dias de Jesus
Universidade Federal do Oeste da Bahia
E-mail: dias_anne18@yahoo.com.br

Paloma Andrade Santos
Universidade Federal do Oeste da Bahia
E-mail: palomaandrade98@hotmail.com

César Fernandes Aquino
Universidade Federal do Oeste da Bahia
E-mail: cesar.aquino@ufob.edu.br

Gabriela da Silva Nunes
Universidade Federal do Oeste da Bahia
E-mail: gabriela21nunes21@gmail.com

Recebido: *21 Set. 2022*

Aceito: *01 Abr. 2025*

Como citar este artigo: GUERRA, Antônia Mirian Nogueira de Moura; CRUZ, Luana Silva da; CRUZ, Paloma da Silva; JESUS, Anne Caroline Dias de; SANTOS, Paloma Andrade; AQUINO, César Fernandes; NUNES, Gabriela da Silva. Pré-embebição em solução do bioestimulante Stimulate® e produção de mudas de pimenteira Dedo-de-Moça. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 7, n. 2, p. 72–86, 2025. DOI: 10.46636/recital.v7i2.301. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/recital/article/view/301.

Está obra está licenciada sobre uma Creative Commons Attribution 4.0 International License. Nenhuma parte desta revista poderá ser reproduzida ou transmitida, para propósitos comerciais, sem permissão por escrito. Para outros propósitos, a reprodução deve ser devidamente referenciada. Os conceitos emitidos em artigos assinados são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

Pré-embebição em solução do bioestimulante Stimulate® e produção de mudas de pimenteira Dedo-de-Moça

RESUMO

A produção de mudas de pimenta dedo-de-moça é uma etapa delicada, visto que essa espécie apresenta germinação lenta. A aplicação de estimulantes vegetais nos estádios iniciais de desenvolvimento da plântula, assim como a sua utilização no tratamento de sementes pode favorecer a produção da muda. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação do bioestimulante Stimulate® na produção de mudas de pimenta dedo-de-moça. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x5, sendo quatro tempos de embebição das sementes em solução (30, 60, 120, 240 minutos) e cinco concentrações do bioestimulante (0; 4; 8; 12 e 15 mL.L^{-1}) e quatro repetições. A embebição das sementes nas concentrações 4 e 15 mL L^{-1} do Stimulate® proporcionou efeito positivo em pimenta dedo-de-moça, e os incrementos foram maiores nas variáveis diâmetro do caule, acúmulo de MMFPA para a dose de 4,0 mL L^{-1}. A concentração de 15 mL L^{-1} proporcionou maior percentual de germinação, comprimento do hipocótilo e radícula. Os tempos de embebição de 120 e 240 minutos inibiram o crescimento das mudas.

Palavras-chave: Embebição. *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*. Sementes.

Pre-imbibition in Stimulate® biostimulant solution and production of Dedo-de-Moça pepper seedlings

ABSTRACT

The production of finger pepper seedlings is a delicate stage, since this species has slow germination. The application of plant stimulants in the initial stages of seedling development, as well as their use in seed treatment, can favor seedling production. The objective of this study was to evaluate the effect of the application of the biostimulant Stimulate® on the production of finger pepper seedlings. The experimental design used was randomized blocks, in a 4x5 factorial scheme, with four seed soaking times in solution (30, 60, 120, 240 minutes) and five concentrations of the biostimulant (0; 4; 8; 12 and 15 mL.L^{-1}) and four replicates. Seed soaking at concentrations of 4 and 15 mL.L^{-1} of Stimulate® provided a positive effect on finger pepper, and the increases were greater in the variables stem diameter and MMFPA accumulation for the dose of 4.0 mL.L^{-1}. The concentration of 15 mL.L^{-1} provided a higher germination percentage, hypocotyl and radicle length. Soaking times of 120 and 240 minutes inhibited seedling growth.

Keywords: Imbibition. *Capsicum baccatum* L. var. pendulum. Seeds.

INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* compreende pimentas e pimentões sendo composto de aproximadamente 40 espécies, todavia dentre estas espécies apenas cinco foram domesticadas: *C. annuum* L. var. *annuum* (pimentão, pimenta-doce e pimenta-verde), *C. baccatum* L. var. *pendulum* (pimenta dedo-de-moça, cambuci, chifre-de-veado e sertãozinho), *C. chinense* Jacq. (pimenta-de-cheiro, pimenta bode e murici), *C. frutescens* L. (pimenta malagueta, malaguetinha e malaguetão) e *C. pubescens* (pimenta rocoto) (SANTOS, 2021). Segundo Mazuhovitz (2013), a espécie *Capsicum baccatum* destaca-se por ser bastante difundida na América do Sul. O mercado de pimentas pela versatilidade de suas aplicações culinárias, industriais, medicinais e ornamentais, apresenta vasta perspectivas e potencialidades, além de grande parte da produção de pimenta produzida no país ser comercializada em mercados regionais e locais, não fazendo parte das estatísticas (DOMENICO *et al.,* 2012). O Brasil comercializou 1,9 mil toneladas de pimentas do gênero *Capsicum* (PINTO; DONZELE, 2021).

O cultivo de pimenta no Brasil é de suma importância, seja pelas características de rentabilidade, principalmente quando se agrega valor ao produto, seja pela sua importância social, por empregar elevada quantidade de mão-de-obra, no qual se caracteriza tipicamente como agricultura familiar (RODRIGUES, 2016). Segundo Zancanaro (2008), a pimenta dedo-de-moça é uma das mais consumidas no Brasil, ocupando espaço entre as dez hortaliças mais cultivadas no país.

A produção de mudas da pimenteira dedo-de-moça é a etapa inicial do processo produtivo e influencia diretamente na produção e no desempenho final da cultura implantada, quando analisado de uma perspectiva nutricional, como também produtiva, uma vez que, existe relação direta entre mudas saudáveis e produção a campo (MORTATE *et al.,* 2018).

A produção de mudas de pimentas é realizada por meio do uso de sementes, que são caracterizadas por apresentarem germinação lenta em temperatura ambiente e ainda mais demorada em temperaturas baixas, esse fato torna a semeadura direta inviável para a implantação de campos uniformes (PÚBLIO *et al.,* 2014).

Em conformidade com Watkins e Cantliffe (1983) um dos fatores que contribuem para a baixa velocidade de germinação dessas sementes, refere-se a características da parede celular do endosperma micropilar que oferece resistência mecânica ao crescimento do embrião, afetando deste modo o processo germinativo. Além disso, essa resistência é dependente do tempo de embebição, temperatura de germinação e de tratamentos pré-germinativos.

O ácido abscíssico (ABA) desempenha efeito inibitório sobre a germinação da semente, e a giberelina (GA) exerce influência positiva. No desenvolvimento inicial da semente a sensibilidade ao ABA é alta e a sensibilidade à GA é baixa, o que favorece a dormência sobre a germinação. Posteriori no desenvolvimento da semente, a sensibilidade ao ABA diminui e a sensibilidade à GA eleva, proporcionando a germinação. Concomitantemente, a semente torna-se um pouco mais sensível aos estímulos ambientais, podendo tanto estimular quanto inibir a germinação (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A relação ABA:GA desempenha um papel decisivo na manutenção da dormência das sementes, acredita-se que as condições ambientais que quebram a dormência estão operando fundamentalmente no nível das redes genéticas que afetam o equilíbrio entre as respostas ao ABA e à GA (TAIZ; ZEIGER, 2017). Essa suposição é consistente com o fato de que

o tratamento de sementes com GA geralmente pode substituir o sinal positivo de quebra de dormência. Carvalho e Nakagawa (2012) afirmam que a dormência em sementes é um entrave para o agricultor, no entanto é um dispositivo de sobrevivência ou adaptação da espécie às condições ambientais.

As citocininas são hormônios que atuam principalmente na diferenciação e divisão celular, promovendo brotações laterais, favorecendo maior desenvolvimento dos vegetais. Agindo diretamente na expansão de folhas em função do alongamento celular, efetivamente associado a expansão do sistema radicular. Além desses efeitos também exerce influência no retardo da senescência, associado ao maior acúmulo do pigmento clorofila (DAVIES, 2004). As giberelinas estão envolvidas com o rápido alongamento caulinar, por indução da divisão e alongamento celular, estimulam a partenocarpia, coordenam a expressão sexual, estimulando o florescimento e o desenvolvimento dos frutos nas plantas. Além disso está ligada com o processo de germinação de sementes e a superação de dormência de sementes e gemas (KERBAUY, 2004). As auxinas atuam no mecanismo de controle do crescimento do caule, folhas e raízes, no desenvolvimento de flores e na dominância apical influenciando a permeabilidade das membranas (SANTOS, 2009).

Diversas técnicas têm sido recomendadas para a realização de tratamentos de pré-semeadura com o objetivo de reduzir o tempo necessário entre a semeadura e a emergência das plântulas, como também o aumento da resistência das sementes aos diferentes tipos de estresse ambiental aos quais estão expostas (SUNÉ *et al.,* 2002). Nesse âmbito, os bioestimulantes vegetais exercem papel fundamental, como forma de acelerar a germinação de sementes, promover o crescimento das plântulas e aumento da produtividade de diversas culturas (FERREIRA *et al.,* 2007; DANTAS *et al.,* 2012; SOARES *et al.*, 2012; SANTOS *et al.,* 2013; MORTELE *et al.,* 2011).

A aplicação de estimulantes vegetais nos estádios iniciais de desenvolvimento da plântula, assim como a sua utilização no tratamento de sementes pode incrementar o crescimento radicular atuando na recuperação mais acelerada das plântulas em condições desfavoráveis, bem como estimular o seu crescimento e desenvolvimento vegetal (LANA *et al.,* 2009). Além disso, os biorreguladores vegetais têm apresentado resultados promissores e significativos, principalmente em regiões onde as culturas já atingiram um nível elevado de tecnologia e manejo.

Na literatura há resultados significativos em algumas olerícolas, com uso de bioestimulantes em diferentes fases de desenvolvimento de pepineiro, tomateiro e alface (VENDRUSCOLO *et al.,* 2016) e pimenteiro enxertado (PALANGANA *et al.,* 2012). Apesar de existirem trabalhos na literatura com resultados significativos para diversas culturas em diferentes fases de desenvolvimento, os estudos voltados para olerícolas visando a formação de mudas de qualidade ainda são incipientes. Devido ao lento processo de germinação e emergência das sementes de pimenta dedo-de-moça, o presente trabalho objetivou-se avaliar a eficácia da utilização do bioestimulante Stimulate® na germinação e no desenvolvimento inicial de pimenteira dedo-de-moça, submetidas a diferentes concentrações e tempos de embebição.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi composto por dois experimentos que foram conduzidos na Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar de Barra, situado no município de Barra – BA (11° 5’ 23” S, 43° 8’ 30” W), com uma altitude média de 398 metros. De acordo com a

classificação climática de Köppen-Geiger o clima da cidade de Barra-BA, na região do Médio São Francisco, é do tipo tropical e Semiárido quente (Bsh). O município possui estação de seca expressiva, com grande intensidade solar, o período de chuva é bem definido, ocorrendo entre os meses de dezembro e fevereiro. A irregularidade na precipitação pluviométrica no local, é marcante, a sua média fica em torno de 400 mm, temperatura média de 25,5 °C e umidade média de 61%.

Para o primeiro experimento em que foi quantificada a germinação das sementes, foi conduzido em condições de laboratório, utilizando placas de petri de 90 x 15 mm. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 5, resultante da combinação de quatro tempos de embebição das sementes em solução do bioestimulante Stimulate® (30, 60, 120 e 240 minutos) e cinco concentrações de bioestimulante (0, 4,0, 8,0, 12 e 15 mL L^{-1}) e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma placa de petri contendo 50 sementes, que foram dispostas sobre dois discos de papel para germinação, umedecido com água destilada, e mantida a uma temperatura de 28 °C ± 2 °C em BOD. A umidade das placas foi verificada diariamente e mantida através da reposição da água uma vez ao dia. O volume de água utilizado foi de 2,5x a massa do papel (BRASIL, 2009). A germinação das sementes foi contabilizada diariamente, sendo considerada como semente germinada quando essa apresentou a emissão da raiz primária com comprimento igual ou superior a 2,0 mm. O experimento foi encerrado aos 25 dias após a instalação. Em uma amostra de 10 plântulas germinadas de cada unidade experimental foram medidos o comprimento do hipocótilo e da radícula.

No segundo experimento, foi avaliada a emergência de plântulas e o desenvolvimento inicial de mudas, sendo conduzido em condições de casa de vegetação. Foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido de 128 células, e adotado o delineamento experimental em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 5, resultante da combinação de quatro tempos de embebição das sementes em solução do bioestimulante Stimulate® (30, 60, 120 e 240 minutos) e cinco concentrações de bioestimulante (0; 4; 8; 12 e 15 mL L^{-1}) e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por 16 células da bandeja. Em ambos os experimentos foi utilizada a variedade de pimenta dedo-de-moça (*C. baccatum* L. var. *pendulum*) que foi obtida a partir de sementes disponíveis para comercialização em casa agropecuária.

Os recipientes foram preenchidos com substrato agrícola comercial Tropstrato HA Hortaliças®, composto de casca de pinus, turfa, vermiculta, superfosfato simples e nitrato de potássio, além das características: umidade = 60%; capacidade de retenção de água = 130%; densidade em base seca = 200 kg m^{-3}; densidade em base úmida = 500 kg m^{-3}; pH = 5,8; CE = 0,5 mS cm^{-1}. Foram semeadas duas sementes por célula com posterior desbaste, permanecendo apenas uma plântula por célula. Foram realizadas inicialmente duas, e posteriormente, três irrigações diariamente, fornecendo-se o volume de 2,0 L de água por bandeja, mantendo o substrato úmido dentro da capacidade de campo de aproximadamente 80%.

Nos dois experimentos, a germinação e a emergência foram acompanhadas diariamente para o estabelecimento da taxa de germinação e emergência, respectivamente, tempo médio de germinação e de emergência (LABOURIAU, 1983) e índice de velocidade de germinação e de emergência (MAGUIRE, 1962).

Para a determinação do crescimento das mudas, aos 40 dias, foram avaliadas dez mudas em cada unidade experimental, e por fim, obteve-se a média da parcela. As avaliações foram do diâmetro do caule tomado no colo da muda, da altura da muda e número de folhas.

Na mesma amostra de dez mudas, foi quantificada a massa de matéria fresca e seca da parte aérea, das raízes e total das mudas. Após a pesagem da massa de matéria fresca, o material foi seco em estufa com circulação de ar forçado a 70 ºC por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e obteve-se a massa de matéria seca das amostras.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo critério de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatado efeitos isolados nas concentrações de Stimulate® e tempos de embebição sobre todas as variáveis analisadas (Tabelas 1, 2 e 3). Nas plântulas que tiveram as sementes pré-embebidas nas soluções com concentração de Stimulate® de 15 mL L^{-1}, pertencerem ao mesmo agrupamento com maior porcentagem de germinação, comprimento do hipocótilo e radícula quando comparado aos demais tratamentos. Já as concentrações de 4 e 15 mL L^{-1} pertenceram ao mesmo agrupamento com maiores índices de velocidade de germinação (IVG) e o menor tempo médio de germinação (TMG). As sementes que foram embebidas por 30 e 120 minutos pertenceram ao mesmo agrupamento com maior percentagem de germinação, IVG, comprimento do hipocótilo e da radícula, os menores valores de TMG pertenceu ao mesmo agrupamento, visto que foi verificado nos tempos de 30, 60 e 120 minutos de embebição e maior TMG no tempo de 240 minutos (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios para germinação das plântulas, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento do hipocótilo e da radícula de plântulas de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) submetidos a diferentes concentrações do bioestimulante Stimulate® e tempos de embebição.

Concentrações de Stimulate® (mL L^{-1})	Germinação (%)**	IVG*	TMG (dias)*	Comprimento do hipocótilo (mm)**	Comprimento da radícula (mm)**
0	85c	0,72b	19,77a	17,10b	30,11c
4	91b	1,05a	18,75b	19,16b	38,27b
8	84c	0,72b	19,27a	19,03b	35,94b
12	91b	0,75b	20,18a	17,10b	31,89c
15	100a	0,98a	18,71b	21,69a	43,08a
Tempo de embebição (minutos)	Germinação (%)**	IVG*	TMG (dias)*	Comprimento do hipocótilo (mm)**	Comprimento da radícula (mm)**
30	97a	1,04a	18,61b	22,53a	43,81a
60	86b	0,79b	19,31b	17,54b	32,72b
120	95a	0,93a	19,24b	20,88a	38,95a
240	83b	0,61b	20,20a	14,94b	27,95b
CV (%)	7,65	13,10	8,44	22,49	22,25

Fonte: Autoria própria.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ** ou *: significativo ao nível de 1 ou 5% de probabilidade pelo teste *F*. CV (%): coeficiente de variação.

A concentração de Stimulate® de 15 mL L^{-1} (Tabela 1), alterou expressivamente a porcentagem de germinação, comprimento da radícula e do hipocótilo, proporcionado possivelmente pela maior taxa de alongamento das células. Esses resultados podem ser atribuídos à presença de hormônios promotores e moduladores do desenvolvimento vegetal e que desencadeiam o processo de germinação, giberelinas, citocininas e auxinas presentes na formulação do Stimulate®. O ácido giberélico é um desses hormônios, visto que ele está relacionado com a superação de dormência e controle de reservas, também promove divisão e alongamento preferencialmente em células jovens. Ademais, em conjunto com as citocininas tem a capacidade de substituir a necessidade de diversos sinais ambientais, promovendo assim a germinação e diminuindo os efeitos inibitórios do ácido abscísico (KERBAUY, 2004).

A aplicação de forma exógena de giberelinas auxilia no desenvolvimento inicial das plântulas, promovendo o alongamento dos entrenós e a divisão celular incrementando a altura das plantas, visto que o ácido giberélico faz parte da composição do Stimulate®, hormônio que promove o aumento na divisão, crescimento e alongamento celulares, resultando no aumento no comprimento e número de células (TAIZ; ZEIGER, 2017). Os resultados deste trabalho corroboram com os obtidos por Souza; Dantas; Aragão (2014) que avaliaram o efeito de diferentes biorreguladores de crescimento nas sementes de pimenta tabasco (*Capsicum frutescens* L.) e relataram que as sementes pré-embebidas nas soluções contendo os biorreguladores retrataram maior porcentagem de germinação, de plântulas normais e crescimento, independente da solução de pré-embebimento. Dentre eles, o Stimulate® melhorou a germinação das sementes e o crescimento precoce de mudas de pimenta tabasco, além do desenvolvimento das raízes.

A pré-embebição em regulador e estimulante vegetal proporcionou maior germinação das sementes, crescimento inicial e maior comprimento do hipocótilo de plântulas de jenipapo (PRADO NETO *et al.,* 2007). Também, se verificou que as concentrações crescentes do Stimulate® influenciaram no aumento da velocidade de germinação e qualidade fisiológica das plântulas de soja (MORTELE *et al.,* 2011). Concentrações de até 7,10 mL L^{-1}, 4,92 mL L^{-1} e superiores a 3,33 mL L^{-1} podem ser utilizadas para a obtenção de mudas mais vigorosas de pepineiro, tomateiro e alface, respectivamente (VENDRUSCOLO *et al.,* 2016).

Nesse sentido, os resultados verificados em outros estudos corroboram e são atribuídos a essas evidências, como constatado por Soares *et al.* (2012), que na pré-embebição de sementes de cultivares de alface por 16 h em soluções de bioestimulante nas concentrações de 10 e 15 mL L^{-1} proporcionaram maior uniformidade de germinação e plântulas mais vigorosas, elevando a probabilidade de ser bem sucedida no estabelecimento da cultura contribuindo para o estabelecimento adequado da lavoura.

Evidenciou-se que os valores médios para emergência das plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE) e número de folhas pertenceram ao mesmo agrupamento de médias em relação as concentrações de Stimulate®, de forma que essas variáveis não diferiram entre si (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva *et al.* (2014), observando que as diferentes concentrações do bioestimulante não proporcionou diferenças significativas no número de folhas de melancia. Divergindo esses resultados, Vendruscolo *et al.* (2016) avaliaram a promoção no desenvolvimento de mudas de olerícolas com uso de bioestimulante e observaram que para tomateiro as concentrações máximas de 5,57, 8,21, 4,92, 5,17 e 5,5 mL L^{-1} acarretaram maiores valores nas variáveis de altura de plantas, número

de folhas, largura foliar, comprimento foliar e massa seca de parte aérea (MMSPA), sequencialmente.

Tabela 2 – Valores médios para Emergência das plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), altura da plântula, diâmetro do caule e número de folhas de plântulas de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) semeadas em bandeja de poliestireno expandido, quando as sementes foram submetidas a diferentes concentrações do bioestimulante Stimulate® e tempos de embebição.

Concentrações de Stimulate® (mL L^{-1})	Emergência (%)^{ns}	IVE^{ns}	TME (dias)*	Altura da plântula (cm)*	Diâmetro do caule (mm)**	Número de folhas^{ns}
0	86a	1,36a	17,76b	4,22a	0,89b	3,79a
4	86a	1,81a	18,15a	3,79b	1,39a	3,55a
8	85a	1,76a	18,44a	3,73b	0,86b	3,48a
12	81a	1,70a	18,67a	3,82b	0,88b	3,36a
15	82a	1,97a	18,66a	3,95b	0,88b	3,30a
Tempo de embebição (minutos)	Emergência (%)**	IVE^{ns}	TME (dias)**	Altura da plântula (cm)**	Diâmetro do caule (mm)*	Número de folhas**
30	91a	1,95a	17,81b	3,97b	1,32a	3,63a
60	84a	1,85a	17,39b	4,23a	0,85b	3,66a
120	83a	1,69a	18,59a	3,57c	0,87b	3,04b
240	79b	1,55a	19,15a	3,83b	0,88b	3,66a
CV (%)	18,86	19,10	5,87	9,40	19,87	20,08

Fonte: Autoria própria.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ** ou *: significativo ao nível de 1 ou 5% de probabilidade pelo teste *F*.^{ns}: não significativo. CV (%): coeficiente de variação.

O menor tempo de emergência e a média de maior altura das mudas foi verificada na ausência do bioestimulante (Tabela 2). Concentrações do Stimulate® no intervalo de 0,07 a 12,0 mL L^{-1} incrementaram o número de folhas e a massa de matéria seca de raízes (MMSR) na cultura da alface, também se contatou decréscimo linear do TME ao passo que se aumentaram as concentrações de bioestimulante, até a concentração máxima de 12 mL L^{-1} (VENDRUSCOLO *et al.,* 2016). Contrastando esses dados Torres e Borges (2013), estudando a ação da giberelina no crescimento de pimenta (*Capsicum frutescens),* verificaram que pulverizações com giberelina resultaram em desempenho expressivo na parte aérea, visto que os melhores resultados foram obtidos na dosagem de GA_3 50 mg L^{-1}, permitindo atingir, aos 30 dias após a germinação, os valores médios de 15 cm de altura e cerca de 7 folhas por planta.

Estes efeitos negativos podem ser atribuídos a um desequilíbrio hormonal entre a auxina, giberelina e citocinina em relação as concentrações de Stimulate® e aos tempos de embebição. Também pode-se atribuir esses efeitos ao ácido abscísico e o etileno, preferencialmente ao etileno, de forma que ele tem efeito antagônico a giberelina. O etileno está intimamente relacionado com a dormência, inibição da expansão celular, afetando diretamente o crescimento e diferenciação da parte aérea, caule mais curto e espesso (KERBAUY, 2004).

O diâmetro do caule quando confrontado com as concentrações de Stimulate®, constatou-se um incremento de 0,5 mm na dose de 4 mL L^{-1}, quando equiparado ao tratamento controle (Tabela 2). A aplicação direta do Stimulate® sobre as sementes de *Passiflora edullis* Sims. f. *flavicarpa* Deg influenciou positivamente o crescimento com maior altura e diâmetro do caule das plântulas (FERREIRA *et al.,* 2007). Foi constatado por Souza et al. (2013) que as plântulas oriundas dos tratamentos com bioestimulante apresentaram um acréscimo em relação ao diâmetro do caule no desenvolvimento inicial de plântulas do porta-enxerto tangerineira 'Cleópatra'.

Observou-se um decréscimo na emergência das plântulas em relação aos tempos de embebição. De maneira que a emergência nos tempos de embebição de 30, 60 e 120 minutos pertenceram ao mesmo grupo e no tempo de embebição de 240 minutos ocorreu menor percentagem de emergência das plântulas. Não foi observado diferença significativa nos valores médios de IVE (índice de velocidade de emergência) em relação aos tempos de embebição. O menor TME foi verificado no agrupamento de 30 e 60 minutos. As mudas apresentaram maior média de altura das plântulas no agrupamento de médias composto pelo tempo de embebição das sementes de 60 minutos e menor média no tempo de 120 minutos, a maior média de diâmetro do caule foi verificada nas sementes agrupadas no período de 30 minutos. Em relação ao número de folhas, houve uma redução no grupo das sementes que foram embebidas durante 120 minutos (Tabela 2).

Acredita-se que tempos de embebição de 30 e 60 minutos favoreceram a emergência das plântulas, isso pode ter sido em decorrência da influência de fatores como teor de água no interior da semente, troca gasosa e equilíbrio hormonal que estão ligados diretamente ao desenvolvimento do embrião e a germinação. O Stimulate® atua positivamente estimulando respostas nas reações metabólicas, exercendo eficiência em diversos processos fisiológicos fundamentais das plantas superiores, como a germinação de sementes e o vigor de plântulas (VIEIRA; CASTRO, 2004).

Em estágios iniciais de desenvolvimento de plântulas, a aplicação de reguladores de crescimento pode promover maior crescimento do sistema radicular do vegetal, possibilitando a rápida recuperação da planta após sofrer estresses. Os reguladores de crescimento ainda promovem o estabelecimento de plantas de forma rápida e uniforme o que pode proporcionar maior obtenção de nutrientes e rendimento da planta (GONÇALVES *et al.,* 2018; DANTAS *et al.,* 2012).

Os maiores valores médios de massa de matéria fresca da parte aérea (MMFPA) foi verificada nas concentrações de 0, 8 e 12 mL L^{-1}, visto que esses valores pertenceram ao mesmo agrupamento, não diferindo entre si. Já para as variáveis de massa de matéria fresca da raiz, massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e da raiz não foi constatado efeitos positivos do bioestimulante, visto que a testemunha se manifestou superior em relação as demais concentrações de Stimulate®. Observa-se que no tempo de embebição de 120 minutos expôs menor quantidade de massa de matéria fresca da parte aérea e da raiz, massa de matéria seca da parte aérea e da raiz (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios para massa de matéria fresca da parte aérea (MMFPA), da raiz (MMFR), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e da raiz (MMSR) de plântulas de pimenta dedo-de- moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) semeadas em bandeja de poliestireno expandido, quando as sementes foram submetidas a diferentes concentrações do bioestimulante Stimulate® e tempos de embebição.

Concentrações de Stimulate® (mL L^{-1})	MMFPA (mg)**	MMFR (mg)**	MMSPA (mg)*	MMSR (mg)**
0	14,9a	10,08a	3,98a	1,92a
4	10,79b	7,04b	2,60b	1,63b
8	12,02a	7,29b	2,96b	1,42b
12	11,77a	7,71b	2,89b	1,63b
15	10,76b	6,68b	2,78b	1,48b
Tempo de embebição (minutos)	MMFPA (mg)*	MMFR (mg)*	MMSPA (mg)**	MMSR (mg)**
30	13,22a	7,74a	3,25a	1,70a
60	12,91a	8,30a	3,36a	1,71a
120	8,69b	5,61b	2,17b	1,28b
240	13,42a	9,39a	3,41a	1,79a
CV (%)	25,64	26,85	16,43	11,15

Fonte: Autoria própria.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ** ou *: significativo ao nível de 1 ou 5% de probabilidade pelo teste *F*.^{ns}: não significativo. CV (%): coeficiente de variação.

Em todos os caracteres avaliados em relação as concentrações de Stimulate® é perceptível que a testemunha foi superior, comparado aos tratamentos. Esses resultados negativos podem ter sido ocasionados pela aplicação das diferentes concentrações e tempos de embebição de Stimulate®, de forma que a ação dos hormônios provocou um desequilíbrio hormonal nas plantas, resultando em paralisação do desenvolvimento celular (TAIZ; ZAIGER 2017). Além disso, a aplicação exógena de fitormônios está ligada às características inerentes a cada espécie. Também pode ter sido ocasionado pela maior sensibilidade das raízes das plântulas ainda não completamente desenvolvidas, uma vez que o bioestimulante, de acordo com a concentração utilizada tem a capacidade tanto de favorecer, quanto de inibir o crescimento e desenvolvimento tanto da parte aérea, como do sistema radicular. A aplicação combinada de giberelina e citocinina pode diminuir os efeitos da giberelina (DARIO *et al.,* 2005). Izodório *et al.* (2015), estudando o uso de Stimulate® declaram que as concentrações de (0; 3; 6; 9; 12; 15 mL L^{-1}) do bioestimulante, quando aplicado em mudas de alface após o transplantio, foi prejudicial para as características de diâmetro de cabeça, fitomassa fresca e seca de folha e seca total.

Nesse sentido Taiz e Zaiger (2017) relatam que baixas concentrações de auxina, resultam no crescimento das raízes intactas, no entanto concentrações mais altas inibem o crescimento. Dessa forma, enquanto as raízes podem necessitar de uma concentração mínima de auxina para se desenvolver, o desenvolvimento desses órgãos é estreitamente inibido pelas concentrações de auxina que ocasionam o alongamento nos caules e nos coleóptilos. Para Aloni *et al.* (2006), a citocinina, auxina e etileno atuam em diversos mecanismos na regulação da diferenciação vascular radicular, iniciação radicular lateral, desenvolvimento radicular, arquitetura e gravitropismo radicular. De acordo com Kerbauy (2004), a capacidade de uma célula individual se dividir, permanecer em repouso ou se diferenciar depende da presença e da capacidade de percepção a vários sinais como: níveis hormonais, temperatura,

luz, nutrientes, disponibilidade de água, concentração de oxigênio, de forma que esses sinais não limite o metabolismo germinativo.

Vieira e Almeida (2010) trabalhando com a cultura do fumo verificaram que a aplicação de Stimulate® reduziu a fitomassa seca de folha e área foliar, fitomassa seca da haste e fitomassa seca da raiz. Santos *et al.* (2013) também testemunharam diminuição no crescimento da raiz utilizando a dose máxima estimada de 5 mL L^{-1}, quando sementes de girassol foram pré-embebidas por 7 horas, causando uma redução de 54% comparado ao controle. Todavia, Cato *et al.* (2013) estudando o sinergismo de auxinas, giberelinas e citocininas em cultivar de tomate concluíram que a aplicação conjunta de ácido giberélico, ácido indolbutírico e cinetina ou de Stimulate® promoveu incrementos significativos sobre o acúmulo de matéria seca nas raízes e nas massas de matéria fresca e seca dos frutos com relação ao controle.

Um mesmo processo fisiológico pode ser diretamente influenciado por diferentes classes hormonais. Embora a auxina atue em conjunto com a citocinina para promover a divisão celular, essas classes hormonais atuam antagonicamente no estabelecimento da dominância apical, bem como no controle da iniciação de ramos e raízes na cultura de tecido (KERBAUY, 2004).

O incremento na produção de raízes é de fundamental importância para o desenvolvimento dos vegetais após o transplantio, uma vez que uma maior quantidade de raízes proporciona à planta maior possibilidade de exploração do solo, influenciando na absorção de água e elementos diretamente ligados ao metabolismo e a estrutura dos órgãos (VENDRUSCOLO *et al.,* 2016). Os resultados verificados neste trabalho corroboram com os de Corrêa (2020), que analisou a produção de mudas de tomate e concluiu que o bioestimulante apresenta potencial para melhorar o crescimento radicular e vegetativo das plantas, contribuindo para o maior desenvolvimento, antes de realização do transplantio de mudas. Além disso o Stimulate® detém a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, favorecendo também o equilíbrio da planta (SANTOS *et al.,* 2013).

Para Ramos (2013) a eficiência do uso de bioestimulantes advém de diversos fatores, como a maneira de aplicação, de forma a viabilizar sua entrada no citoplasma, o momento da aplicação pela sensibilidade dos tecidos da planta, o comportamento da variedade e o estado geral da planta e o efeito do clima sobre o metabolismo do órgão vegetal aos bioestimulantes.

A ação do bioestimulante foi favorável nos estádios iniciais do crescimento e desenvolvimento de plântulas de pimenta dedo-de-moça em algumas variáveis. De forma que as concentrações utilizadas e os tempos de embebição, provocaram uma ação nociva na maioria das variáveis analisadas. Esse feito pode ter sido proporcionado por diversos fatores, como uma possível interação antagônica entre os hormônios vegetais, resultando em um desequilíbrio hormonal, além disso, esses efeitos podem ter sido provocados pelos fatores bióticos e abióticos, relacionados aos processos de germinação e emergência da semente. No presente estudo, a embebição das sementes de pimenta dedo-de-moça quando aplicado o produto comercial Stimulate® favoreceu alguns aspectos da germinação das sementes, no entanto não favoreceu a emergência. As plântulas apresentaram redução no desenvolvimento, indicando que as doses aplicadas e os tempos de embebição proporcionaram efeito inibitório no alongamento celular, fato também relatado por Gastl Filho *et al.* (2019), Vendruscolo *et al.* (2015), Lima *et al.* (2018) e Izidório *et al.* (2015). Possivelmente, os tratamentos com Stimulate® nas concentrações e tempos de embebição empregadas prejudicaram o desenvolvimento das mudas devido a efeito fitotóxico.

Posteriores estudos empregando menores concentrações e outros tempos de embebição, utilizando o Stimulate® poderão apresentar efeitos promotores ao crescimento das mudas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A embebição das sementes nas concentrações 4 e 15 mL L^{-1} do Stimulate® proporcionou efeito positivo em pimenta dedo-de-moça, e os incrementos foram maiores nas variáveis diâmetro do caule, acúmulo de MMFPA para a dose de 4,0 mL L^{-1}. A concentração de 15 mL L^{-1} proporcionou maior percentual de germinação, comprimento do hipocótilo e radícula. Os tempos de embebição de 120 e 240 minutos inibiram o crescimento das mudas.

REFERÊNCIAS

ALONI, R.; ALONI, E.; LANGHANS, M.; ULLRICH. C. I. Role of cytokinin and auxin in shaping rootarchitecture: regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and gravitropism. **Annals of Botany**, v. 97, n. 5, p. 883-893, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Mapa/ACS, p. 399, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5. ed. Funep, p. 590, 2012.

CATO, S. C.; MACEDO, W. R.; PERES, L. E. P.; CASTRO, P. R. C. Sinergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. **Horticultura Brasileira**. v. 31, n. 4, p. 5, 2013.

CORRÊA, D. **Produção de mudas de tomate com bioestimulante.** Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. p. 3, 2020. Brasil cresce como fornecedor de pimenta. Acesso em:<https://revistacampoenegocios.com.br/>. Acesso em: 04 de jul. 2022.

DANTAS, A. C. V. L.; QUEIROZ, J. M. O.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Effect of gibberellic acid and the bioestimulant Stimulate® on the initial growth of thamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 34, n. 1, p. 8-14, 2012.

DAVIES, P. J. **Plant hormones:** biosynthesis, signal transduction, action. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 3.ed., 750 p. 2004.

DARIO, G. J., MARTIN, T. N., DOURADO NETO, D., MANFRON, P. A., BONNECARRÈRE, R. A. G., & CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA.** v.12, n.1, p. 63-70, 2005.

DOMENICO C. I.; COUTINHO J. P.; GODOY H.T.; MELO A. M. T. Caracterização agronômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira,** v. 30, n. 3, p. 466-472, 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, G.; COSTA, P. N.; FERRARI, T. B.; RODRIGUES, J. D.; BRAGA, J. F.; JESUS, F. A. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro azedo oriundas de sementes tratadas com bioestimulante. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 29, n. 3, p. 595-599, 2007.

GASTL FILHO, J.; MENDES, R. G.; FILHO, A.; PIVA, H. T.; REZENDE, A.R.; VARGAS, B. C.; NETO, J. A. D.; HIPÓLITO, A. N. Superação de dormência e uso de bioestimulante na germinação de diásporos mutamba. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 17429-17445, 2019.

GONÇALVES, B. H. L.; SOUZA, J. M. A.; FERRAZ, R. F.; TECCHIO, M. A.; LEONEL, S. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 147-155, 2018.

IZIDÓRIO, T. H. C.; LIMA, S. F.; VENDRUSCULO, E. P.; ÁVILA, J.; ALVAREZ, R. C. F. Bioestimulante via foliar em alface após o transplantio das mudas. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 2, p. 49-56, 2015.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan S. A. 217-331p., 2004.

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.

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.** v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

LIMA, A. S.; ROSATO, M. J. S.; NASCIMENTO, V. A.; BONETTI, L. L. S. Efeito do bioestimulante Stimulate® na germinação e no vigor de sementes de pepino. **Intercursos Revista Científica**, v. 17, n. 2, p. 101-112, 2018.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAZUHOVITZ, G. K. **Otimização das condições de cultivo para multiplicação in vitro de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. (**TCC Graduação) Universidade Federal do Paraná, p. 30, 2013.

MORTELE, L. M.; SANTOS, R. F.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito do biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

MORTATE, R. K.; ARAÚJO, M. M.; LIMA, M. W. P.; BINOTTI, F. F. S. Resposta de mudas de pimentão submetidas à diferentes reguladores vegetais via foliar. **Ciência e Tecnologia: FATEC-JB**, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2018.

PALANGANA, F. C., SILVA, E. S., GOTO, R., ONO, E. O. Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 751-755, 2012.

PINTO, C. M.F.; DONZELE, S. M. L. Diversidade das pimentas Capsicum. Revista Campo & Negoócios, 2021. Disponível em: https://revistacampoenegocios.com.br/pimentas-capsicum/. Acesso em: 27 de maio de 2024.

PRADO NETO, M.; DANTAS, A. C. V. L.; ALMEIDA, V. O. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 693-698, 2007.

PÚBLIO, A. P. P. B.; PÚBLIO JÚNIOR, E.; ARAÚJO NETO, A. C.; REBOUÇAS, T. N.; MORAIS, O. M. M. Bioestimulante na germinação de sementes de pimentão envelhecidas artificialmente. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 820 – 827, 2014.

RAMOS, A. R. P. **Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate 'Giuliana', na produção e pós-colheita de frutos.** (Tese Doutorado) - Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu-SP, p. 147, 2013.

RODRIGUES, P. De todos os sabores e gostos. Embrapa Hortaliças. **Revista A Lavoura**, n., p.10-25, 2016.

SANTOS, C. R. S. **Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas e no crescimento inicial de soja.** Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas-Ba, 2009.

SANTOS, C. A. C.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P.; CARVALHO, E. V.; PEIXOTO, V. A. B. Stimulate® na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol. **Bioscience Journal,** v. 29, n. 2, p. 605-616, 2013.

SANTOS, W. M.; ROCHA, A. F. M.; SILVA, F., B.; VALE, L. S. R; FARIA, R. L.; MARQUES, M. L. S.; FÉLIX, M. J. D.; SANTOS. E. A. Desempenho agronômico de pimenta dedo de moça sob adubação orgânica e mineral. **Research, Society and Development.** v. 10, n. 4, p. 1-9, 2021.

SILVA, M. J. R.; BOLFARINI A. C. B.; RODRIGUES, L. F. O. S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Formação de mudas de melancia em função de diferentes concentrações e formas de aplicação de mistura de reguladores vegetais**. Scientia Plena**. v. 10, n. 10, p. 1-9, 2014.

SOUZA, E. R., DANTAS, B. F., ARAGÃO, C. A. Plant regulators effect on germination of seeds of tabasco pepper. **Applied Research & Agrotecnology**, v.7, n. 2, p. 49-54, 2014.

SOUZA, J. M. A.; GONÇALVES, B. H. L.; SANTOS, A. M. F.; FERRAZ, R. A.; LEONEL, S. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento inicial de plântulas do porta-enxerto cítrico tangerineira 'Cleópatra'. **Scientia Plena**, v. 9, n. 8, p. 1-8, 2013.

SOARES, M. B. B.; GALLI, J.A.; TRANI, P. E.; MARTINS, A. L. M. Efeito da pré-embebição em solução bioestimulante sobre a germinação e vigor de sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista Biotemas**, v. 25, n. 2, p. 17-23, 2012.

SUNÉ, A. D.; FRANKE, L. B.; SAMPAIO, T.G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng). **Revista Brasileira de Sementes,** v. 24, n. 1, p. 18-23, 2002.

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

TORRES, R.C.; BORGES, K. C. A. S. Ação da giberelina no crescimento de pimenta (*Capsicum frutescens*). **Cadernos UniFOA.** Edição Especial Ciências da Saúde e Biológicas. p. 11-16, Maio, 2013.

VENDRUSCOLO, E. P.; MARTINS, A. P. B.; SELEGUINI, A. Promoção no desenvolvimento de mudas olerícolas com uso de bioestimulante. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 73-82, 2016.

VENDRUSCOLO, E. P.; SOUZA, H. B.; ARRUDA, L. A.; LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F. Biorregulador da germinação e desenvolvimento inicial do algodoeiro. **Revista de Ciências Agroambientais,** v.13, n.2, p. 32-40, 2015.

VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, A. Q. Efeito de estimulante vegetal no crescimento e produção de fumo Brasil-Bahia. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** v. 40, n. 4, p. 468-475, 2010.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrilll). **Cosmópolis**: Stoller do Brasil, 2004.

WATKINS, J. T. CANLIFFE, D. S. Mecanichal resistance of the seed coat and endosperm during germination of *Capsicum annum* at low temperature. **Plant Physiology**, v. 72, n. 1, p. 146-150, 1983.

ZANCANARO, R. D. **Pimentas: Tipos, utilização na culinária e funções no organismo.** Monografia de Pós-Graduação *Lato Sensu*. Universidade de Brasília-UnB. p. 16-21, 2008.

Editores do artigo

José Maria Gomes Neves, Jandresson Dias Pires e Mariana Mapelli de Paiva