

Uso de biorregulador no tratamento de sementes de milho

Leila Alves Netto^{1*}; Giovana Ritter¹; Daniele Cristina Schons Eckhardt¹; Tatiane Eberling¹;
Tauane Santos Brito¹; Vandeir Francisco Guimarães¹

¹ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Marechal Cândido Rondon – Paraná.

* leilaalvesnetto@gmail.com.

Resumo: A qualidade e vigor das plântulas de milho depende de uma série de fatores, entre esses, o equilíbrio hormonal das sementes, onde as concentrações de auxina, giberelina, citocinina e ácido abscísico atuam na germinação das sementes. O presente estudo teve por objetivo avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de milho tratados com diferentes doses de Stimulate[®] (0,005 % de auxina, 0,009 % de citocinina, e 0,005 % giberelina) e diferentes tempos de pré-embebição. O experimento, conduzido em laboratório de Fisiologia Vegetal, pertencente a UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon/PR, foi realizado em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial (4x3), sendo o primeiro fator as doses de Stimulate[®] utilizadas (0, 1, 3 e 5 ml L⁻¹) e o segundo fator os tempos de pré-embebição (0, 1 e 2 h). Foram semeadas em papel Germitest[®] quatro sub-amostras de 50 sementes por tratamento, com quatro repetições, acondicionados em câmara BOD a 28°C ± 2 °C durante 7 dias, em fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. Os parâmetros avaliados foram índice de velocidade de germinação (IVG); porcentagem de plântulas normais e anormais e porcentagem de sementes duras e mortas, comprimentos de raiz primária e de hipocótilo, e massas secas de raiz e de parte aérea das plântulas normais. Os tempos de embebição 0 e 1 hora independente da dose resultaram em maiores médias de comprimento de raiz e hipocótilo. O biorregulador apresentou efeitos benéficos no crescimento inicial de raízes e de hipocótilo com a menor dose testada, demonstrando os efeitos positivos do uso de produtos à base de hormônios no desenvolvimento vegetal.

Palavras-chave: *Zea mays*; reguladores vegetais; Stimulate[®].

Use of bioregulator in the treatment of corn seeds

Abstract: The quality of the plants produced depends on a series of factors, such as the hormonal balance of seeds, where the concentrations of auxin, gibberellins, cytokines and abscisic acid act on seed germination. The present study aimed to evaluate seed germination and initial development of corn seedlings treated with different doses of Stimulate[®] (0,005 % do auxin, 0,009 % de cytokines and 0,005 % gibberellins) and different imbibition times. The experiment was conducted in Physiology Vegetal laboratory, pertinent the UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon/PR, in a completely randomized design in the 4x3 factorial scheme, the first factor being the doses of Stimulate[®] used (0, 1, 3 and 5 ml L⁻¹) and the second factor, imbibition (0, 1 and 2 h). Four sub-samples of 50 seeds per treatment were seeded on germitest paper with four replicates, packed in a BOD chamber at 28 °C ± 2 °C for 7 days, in a photoperiod of 12 hours of light and 12 hours of darkness. The evaluated parameters were germination speed index (IVG); percentage of normal and abnormal seedlings and percentage of hard and dead seeds, primary and hypocotyl root lengths, and root and shoot dry masses of normal seedlings. The dose-free imbibition times 0 and 1 hour resulted in higher mean lengths of root and hypocotyl. The bioregulator showed beneficial effects on initial root and hypocotyl growth with the lowest dose tested, demonstrating the positive effects of the use of hormone - based products in plant development.

Keywords: *Zea mays*; vegetal regulator; Stimulate[®]

Introdução

O uso de sementes de alta qualidade e vigor é essencial para a obtenção de plântulas de qualidade e conseqüentemente plantas bem estruturadas, com potencial para sobrevivência em situações bióticas adversas, como o ataque de pragas e patógenos, ou abióticos, como estresse hídrico ou deficiência nutricional (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2008).

A qualidade das sementes produzidas depende de uma série de fatores, desde condições de cultivo e colheita até o armazenamento. Entre esses fatores, um fator intrínseco envolve o equilíbrio hormonal das sementes, onde as concentrações de auxina, giberelina, citocinina e ácido abscísico quando em equilíbrio, junto à condições ambientais favoráveis, atuam na germinação das sementes resultando em plântulas com alto potencial de sobrevivência (MARCOS FILHO, 2005; TAIZ *et al.*, 2017).

Reguladores vegetais são substâncias endógenas ou exógenas do organismo vegetal, que promovem, inibem ou modificam o desenvolvimento das plantas, e quando endógenas se apresentam em maiores concentrações do que os hormônios vegetais. Em sementes, as citocininas atuam alterando a permeabilidade da membrana celular, possibilitando que a giberelina produzida pelo embrião passe pela camada de aleurona, transportando giberelina para o endosperma e nutrientes para o embrião. Ainda, pode aumentar a germinação de sementes de alto vigor (DAVIES, 2010; TAIZ e ZEIGER, 2009).

A ação das giberelinas desencadeia a síntese de enzimas que estão envolvidas na degradação de estruturas de reserva, as quais atuam como nutrição para o crescimento do embrião, refletindo na qualidade da nova plântula (BARBIERI, 2014). Por fim, as auxinas atuam no afrouxamento, expansão e reconstrução da parede celular, atuando no crescimento individual e a nível celular da planta (TAIZ e ZEIGER, 2009; WOODWARD e BARTEL, 2005).

O uso do Stimulate® em sementes de milho resultou em um aumento de massa seca da parte aérea e massa seca total (BASTOS *et al.*, 2018). Em estudo com Stimulate® no tratamento de sementes de milho, Nicchio *et al.* (2013) obteve resultados positivos no aumento do vigor das plântulas.

Biorreguladores destacam-se como eficientes potencializadores de parâmetros de importância para o desenvolvimento de culturas de interesse, contudo, a padronização de doses e tempos de aplicação ainda não está definida. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de milho tratados com diferentes doses de Stimulate® e diferentes tempos de pré-embebição.

Material e Métodos

Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, no município de Marechal Cândido Rondon, Paraná.

Material utilizado

As avaliações foram realizadas com a cultura do milho (*Zea mays* cv. Pioneer 30F53YH). O produto utilizado foi o biorregulador vegetal Stimulate[®] composto de três reguladores vegetais: 0,009% de N6-furfuryladenine - cinetina (citocinina), 0,005% de GA₃ - ácido giberélico (giberelina), 0,005% de ácido 4-indol-3ilbutiríco (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (ADAPAR, 2017).

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 4x3. O primeiro fator consistiu nas doses utilizadas, sendo 0, 1, 3 e 5 ml de Stimulate[®] L⁻¹ em solução aquosa; enquanto que o segundo fator representa os tempos de pré-embebição de 0, 1 e 2 horas.

Implantação

Como substrato foi utilizando papel Germitest[®], umedecido na proporção duas vezes e meia o volume de água em relação a massa do papel (BRASIL, 2009). Nestes, foram semeadas quatro sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento, totalizando quatro repetições.

Os rolos foram constituídos de três folhas de papel Germitest[®], duas como suporte para deposição das sementes e a terceira como cobertura, para a formação dos rolos. Esses, foram acondicionados verticalmente em câmara BOD a 28°C ± 2 °C durante 7 dias, em fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. As regas foram realizadas diariamente, duas vezes ao dia, deixando o papel úmido sem acúmulo de água ao fundo das bandejas, onde os mesmos foram mantidos.

Avaliações realizadas

As avaliações foram realizadas de acordo com os critérios das Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram avaliados índice de velocidade de germinação (IVG); bem como porcentagem de plântulas normais e anormais e porcentagem de sementes duras e mortas aos sete dias após a semeadura. No mesmo período foi avaliado também, os comprimentos de raiz primária (cm) e de hipocótilo (cm), e massas secas de raiz e parte aérea

(após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C durante 40 horas) das plântulas normais.

O índice de velocidade de germinação considerou como plântula germinada as que apresentaram desenvolvimento de parte aérea e radicular. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com a metodologia Maguire (1962): $IVG = N1/DQ + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$. Onde, IVG consiste no índice de velocidade de emergência; N consiste no número de plântulas verificadas no dia da contagem; e D consiste no número de dias após a sementeira em que foi realizada a contagem.

Análise estatística

Os dados foram tabulados e submetidos inicialmente ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, não havendo necessidade de transformação. Por fim, foram testados pela análise de variância. Para a avaliação dos tempos de pré-embebição de sementes, quando houve diferenças significativas foi realizado teste de Tukey e para o estudo das diferentes doses de Stimulate[®] quando significativo, foi realizada análise de regressão, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância, houve interação significativa apenas para o comprimento do hipocótilo e diferenças entre os tratamentos para os comprimentos de raiz primária (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de variância para as variáveis Índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de plântulas normais (PN) e anormais (PA), sementes duras (SD) e mortas (SM), massa seca de raiz (MSR) e de parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR) e de hipocótilo (CH) de plântulas de milho em resposta aos tempos de pré-embebição e doses de Stimulate®.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		IVG	PN	PA	SD	SM
Tempo	2	0,0459	19,6615	43,8802	4,0365	0,5208
Dose	3	0,1002	20,2691	31,3802	1,7361	0,1736
Tempo*Dose	6	0,0688	18,4462	15,7552	3,6892	0,1736
Erro	36	0,0518	31,3802	31,1198	1,5625	0,2604
CV (%)		1,47	5,86	159,86	150,00	489,90
Média		15,52	95,57	3,49	0,83	0,10

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		MSR	MSPA	CR	CH
Tempo	2	0,000131 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	10,9056 **	4,1651 **
Dose	3	0,000123 ^{ns}	0,000057 ^{ns}	13,4167 **	3,9891 **
Tempo*Dose	6	0,000186 ^{ns}	0,000072 ^{ns}	2,1005 ^{ns}	1,9082 **
Erro	36	0,000082	0,000044	1,2211	0,4032
CV (%)		4,17	23,89	11,81	7,82
Média		0,22	0,03	9,35	8,12

** significância a 1% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Esses resultados encontrados mostram a influência do biorregulador no comprimento radicular e de hipocótilo em plântulas de milho. Dessa forma, o uso de biorreguladores apresentam relação direta no desenvolvimento inicial de plântulas, sendo que promovem certa interferência nos parâmetros agrônômicos da cultura e equilíbrio hormonal devido aos compostos reguladores presentes na composição do mesmo (JUNQUEIRA *et al.*, 2017).

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para massa seca de parte aérea e de raiz, resultados que corroboram com os estudos realizados por Nicchio *et al.* (2013) onde o uso de biorregulador no tratamento de sementes de milho não apresentou diferença significativa para os parâmetros citados. Diferentemente de Pelacani *et al.* (2016), que obteve incrementos significativos na massa seca e fresca nas plântulas de soja com o uso de Stimulate®, Grap® e Agrocete®.

Quanto ao crescimento de raízes, ocorreram diferenças entre os tempos de pré-embebição, sendo que os tempos de 0 e 1 horas foram os melhores, diferindo a 1% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey, sendo que o mesmo resultado pode ser observado para o comprimento de hipocótilo (Tabela 2).

É importante comentar que para ocorrência da germinação ocorrem três fases, sendo uma delas a embebição. Guimarães *et al.* (2008) relatam a função da água como promotor do amolecimento do tegumento e estímulo na produção de enzimas para degradação das reservas da semente que vão formar novas estruturas como as raízes, mas esses processos necessitam da presença de oxigênio. No caso do presente estudo, o tempo de embebição de 2 horas não influenciou positivamente no comprimento da raiz e hipocótilo, fato esse que pode ser atribuído à falta de oxigênio no processo de germinação.

Tabela 2 - Comprimento de raiz e de hipocótilo de plântulas de milho em função dos tempos de pré-embebição (0, 1 e 2h) e doses de Stimulate®.

Dose (ml L ⁻¹)	Comprimento de raiz primária (cm)				Comprimento de hipocótilo (cm)			
	0h	1h	2h	Média	0h	1h	2h	Média
0	9,33	9,83	8,34	9,17	6,54	8,89	7,51	7,64
1	11,86	10,07	10,62	10,85	9,26	9,11	8,29	8,89
3	10,25	9,36	7,50	9,04	8,55	8,45	7,71	8,23
5	8,70	9,11	7,28	8,36	8,31	7,97	6,84	7,71
Média	10,03 a	9,59 a	8,43 b	9,35	8,16 a	8,60 a	7,59 b	8,12

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para os resultados de comprimento de raiz foram observados, também, diferenças entre as doses (Tabela 1), os quais demonstram que o uso de bioestimulantes levou ao maior desenvolvimento do sistema radicular das plântulas de milho. A grande importância deste resultado se deve ao fato de que, segundo Siqueira *et al.* (2002), o comprimento radicular é o parâmetro que melhor indica a capacidade da planta em obter água e nutrientes disponíveis ao seu desenvolvimento.

Para este fator, a análise de regressão (Figura 1-A) indicou maiores resultados na dose de 1 ml L⁻¹ de Stimulate®, superiores aos obtidos na ausência do biorregulador; enquanto que doses maiores propiciaram efeito negativo no desenvolvimento radicular.

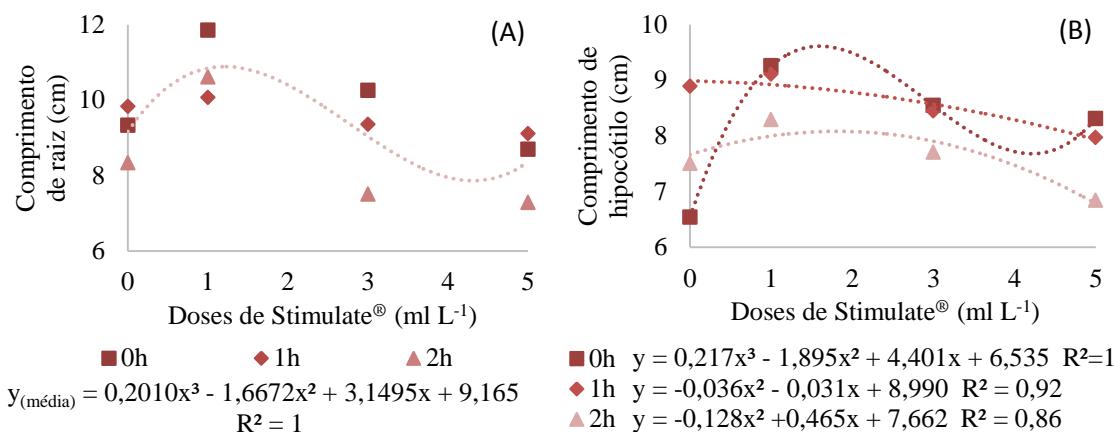


Figura 1 - Comprimento médio de raízes em função das doses de Stimulate® (A) e desdobramento da interação (doses de Stimulate® dentro de tempos de pré-embebição) da análise de variância do comprimento de hipocótilo das plântulas de milho aos 7 dias após a semeadura (B).

Em relação ao comprimento do hipocótilo foi observada diferença significativa na interação entre o tempo de pré-embebição e as doses de Stimulate® (Tabela 1). O desdobramento da interação (Figura 1-B) demonstra que quando não foi realizada a pré-embebição (0 h), melhores resultados foram observados na dose de 1 ml L⁻¹, seguida das doses de 3 e 5 ml L⁻¹, sendo que a dose 0 teve os menores valores; enquanto que nos tempos de pré-embebição de 1 e 2 h, as diferenças entre as doses em geral foram inferiores, mas maiores valores também foram encontrados na dose de 1 ml L⁻¹.

Vale comentar que a composição de fitohormônios estimula a degradação e imobilização de reservas para o crescimento das plântulas refletindo diretamente no vigor das mesmas (MORTELE *et al.*, 2011). Santos *et al.* (2013) complementa que o uso de pequenas doses apresenta efeitos benéficos, porém o aumento da concentração ou o tempo de exposição podem causar danos devido à toxidez das substâncias. Isso explica os resultados encontrados no presente trabalho, onde menores concentrações e menores tempos de pré-embebição apresentaram melhores resultados.

O uso da de 1 m L⁻¹ dose de Stimulate®, com embebição de 0 ou 1 hora, pode auxiliar a garantir um melhor estante inicial uniforme de plantas de milho, refletindo no estabelecimento de plântulas.

Conclusão

Para as variáveis IVG, PN, PA, SD, SM, MSP e MSPA não foram verificadas diferenças significativas quanto aos tempos de pré-embebição de sementes e às doses do produto comercial Stimulate® em sementes de milho.

O biorregulador apresentou efeitos benéficos no crescimento inicial de raízes e do hipocótilo com a dose de 1 ml L⁻¹.

Referências

ADAPAR. **Bula Stimulate**, 2018. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/>>. Acesso em: 26 de maio de 2018.

BARBIERI, A. P. P. **Tratamento de sementes de milho: avaliações fisiológicas, bioquímicas, de crescimento e da produção**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

BASTOS, G. C., MAGALHÃES, M. G. P., SETE DA CRUZ, R. M., CAGNINI, C. Z., ALBERTON, O. Resposta do regulador de crescimento stimulate® na cultura do milho sob diferentes doses de alumínio. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 7, n. 1, p. 227-235, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

DAVIES, P. J. **Plant Hormones**. Ed. P. J. Davies, 3rd ed, Editora: Springer Netherlands, 2010. 350 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109–11, 2014.

GUIMARÃES, M. A. DIAS, D. C. F. S., LOUREIRO, M. E. Hidratação de Sementes, **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2, n. 1, p. 31, 2008.

JUNQUEIRA, I. A. NICCHIO, B. DEUS, M. B. LANA, R. M. Q. Biorreguladores no tratamento de sementes de girassol. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, n. 1, p. 201-713, 2017.

KRZYZANOWSKI, F. C.; NETO, J. DE B. F.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. DA. **A Semente de Soja Como Tecnologia e Base Para Altas Produtividades**, Ed. Embrapa Abril, p. 1–8, 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and 102 vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia De Plantas Cultivadas**, Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

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

NICCHIO, B., BOER, C. A., SIQUEIRA, T. P., VASCONCELOS, A. C., RESENDE, W. S., LANA, R. M. Q. Ácido húmico e bioativador no tratamento de sementes de Milho, **Journal of Agronomic Sciences**, v. 2, n. 2, p. 61-73, 2013.

PELACANI, R. P., MEERT, L., OLIVEIRA NETO, A. M., FIGUEIREDO, A. S. T., RIZZARDI, D. A., BORGHI, V. A. Efeito de biorreguladores na germinação e emergência de sementes de soja com diferentes vigores. **Revista Campo Digital**, v. 11, n. 1, p.62-69, 2016.

SANTOS, C. A. C. PEIXOTO, C. P. VIEIRA, E. L. 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.

SIQUEIRA, J. O.; LAMBAIS, M. R.; STÜRMER, S. L. Fungos micorrízicos arbusculares: origem e características dos fungos Glomaleanos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. v. 25, p. 12-21, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5, ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 918.

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

WOODWARD, A. BARTEL, B. Auxin: Regulation, Action, and Interaction. **Annals of Botany**, v. 95, n. 5, p. 707–735, 2005.