

STIMULATE® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE GIRASSOL

STIMULATE® IN SEED GERMINATION, SEEDLING VIGOR AND EMERGENCE OF SUNFLOWER

Carlos Alan Couto dos SANTOS¹; Clovis Pereira PEIXOTO²;

Elvis Lima VIEIRA²; Everton Vieira CARVALHO³; Vicente Américo Barbosa PEIXOTO⁴

1. Professor, Doutor do Instituto Federal Baiano, Campus Governador Mangabeira, BA, Brasil. alan.couto@gm.ifbaiano.edu.br;
2. Professor, Doutor, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB – UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil. 3. Graduando em Agronomia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil; 4. Graduando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a ação do Stimulate® na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol. Para o teste padrão de germinação, sementes da variedade Catissol 01 foram pré-embebidas nas seguintes concentrações: 1,0, 2,5, 4,0, 5,5 e 7,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução aquosa, tendo como controle a pré-embebição de sementes em água. Em seguida, as sementes foram submetidas a três tempos de pré-embebição diferentes: 4, 7 e 10 horas. Após os tratamentos, as sementes foram distribuídas em papel de germinação e mantidas em germinador, à temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 6, com 4 repetições de 50 sementes em cada rolo de papel germtest. Um teste de vigor de plântulas foi conduzido simultaneamente com o teste padrão de germinação. Para o estudo do índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência, foram utilizadas as sementes dos genótipos: Catissol 01, Agrobél 962 e Agrobél 972. As sementes foram submetidas a dois tratamentos: T1 = solução contendo 4 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução na pré-embebição por 4 horas e T2 = pré-embebição de sementes de girassol em água por 4 horas, sendo diariamente registrada a emergência de plântulas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 2. Os resultados indicaram que a pré-embebição das sementes de girassol com o bioestimulante vegetal Stimulate® (4 mL de Stimulate® L⁻¹ na pré-embebição por 4 horas) incrementou a germinação, promovendo a formação de plântulas mais vigorosas e reduzindo a porcentagem de plântulas anormais, além de promover maior porcentagem de emergência de plântulas. No entanto, períodos prolongados de pré-embebição aumentaram a porcentagem de plântulas anormais.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L. Biorreguladores. Pré-embebição de sementes.

INTRODUÇÃO

O período de emergência – estágio de plântula – representa uma etapa particularmente sensível, pois é decisivo à sobrevivência da planta e à distribuição espacial de uma população de plantas (SCHUCH, 1999). O atraso na emergência de plântulas expõe as sementes à ação dos patógenos de solo por maior período de tempo, o que aumenta a possibilidade de infecção e a colonização do eixo embrionário (MACHADO, 2000). No caso de sementes de girassol, com mais de 45% de reservas oleaginosas, esse atraso é ainda mais prejudicial, pois favorece a infecção por patógenos, além de aumentar as chances de deterioração em função da peroxidação de lipídios (RAMOS et al., 2009).

Segundo Leite, Brighenti e Castro (2005), devido ao modelo de distribuição e da abertura das flores dentro do capítulo que ocorre de forma centrípeta, os aquênios surgidos primeiramente na periferia são maiores e mais pesados do que os crescidos no centro do capítulo. Isso ocorre não só

pelo maior espaço para os aquênios se desenvolverem, como também pelo maior tempo para o enchimento dos mesmos (relação fonte/dreno), possibilitando maior suprimento de nutrientes e água (ALKIO et al., 2003). Como consequência disso, Marcos Filho (2005) afirma que embora os aquênios de girassol se desliguem da planta-mãe com sua estrutura morfológica completa, o embrião encontra-se fisiologicamente imaturo. Essa causa de dormência tem sido atribuída à desuniformidade de maturação de sementes da mesma planta, ocasionando a colheita de parte dela com maturação incompleta tendo como consequência um desequilíbrio entre substâncias promotoras (hormônios) e inibidoras da germinação.

Nesse contexto, entra o papel dos biorreguladores vegetais, os quais têm apresentado resultados favoráveis no aumento da produtividade de diversas culturas (PEREZ; FANTI; CASALI, 1999; ALLEONI et al., 2000; VIEIRA; CASTRO, 2001; ARAGÃO et al., 2003; VIEIRA; CASTRO, 2004; ALONI et al., 2006; KLAHOLD et al., 2006;

SVERSSON, 2006; FERRARI et al., 2008; ALBRECHT et al., 2009; ALBRECHT, BRACCINI; SCAPIM, 2010; VANNESTE; FRIML, 2009; SANTOS et al., 2010; SILVEIRA et al., 2011; SOARES et al., 2012; DANTAS et al., 2012). O tratamento de sementes, com essas substâncias, é uma tecnologia recomendada pela pesquisa, diminuindo assim falhas na germinação (FARIAS et al., 2003).

O Stimulate® possui a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta (SANTOS; VIEIRA, 2005). Segundo Dantas et al. (2012), a aplicação de reguladores de crescimento durante os estádios iniciais de desenvolvimento da planta promove o crescimento da raiz, permite a rápida recuperação após o estresse hídrico, aumenta a resistência a insetos, pragas, doenças e nematóides, e promove o estabelecimento de plantas de forma rápida e uniforme que melhora a absorção de nutrientes e o rendimento.

Visto que o vigor da semente e a desuniformidade da semente interferem nos parâmetros agrônômicos da cultura do girassol e que os reguladores presentes no Stimulate® podem atenuar os problemas relacionados com a qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente das plântulas, nesse trabalho objetivou-se avaliar os efeitos do bioestimulante vegetal Stimulate®, via pré-embebição de sementes, na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas do girassol (*Helianthus annuus* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, no município de Cruz das Almas - BA. Foram utilizados o bioestimulante vegetal Stimulate® (ácido indolbutírico 0,005%, cinetina 0,009% e ácido giberélico 0,005%) e sementes da variedade Catissol 01 e dos híbridos Agrobrel 962 e Agrobrel 972. As sementes foram adquiridas em instituições idôneas, colhidas em julho de 2012, armazenadas em sacos duplos de papel e acondicionadas em Câmara Fria a $18^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Inicialmente verificou-se 5,6% de umidade para o lote de sementes da variedade Catissol 01, 5,5% para sementes dos híbridos Agrobrel 962 e 4,9% para e Agrobrel 972, determinadas pelo método de estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

Para o teste de germinação foram utilizadas apenas as sementes de girassol da variedade Catissol 01 e o bioestimulante vegetal Stimulate®.

Teste padrão de germinação

Sementes da variedade Catissol 01 foram pré-embebidas nas seguintes concentrações: 1,0, 2,5, 4,0, 5,5 e 7,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução aquosa e como controle água (0,0 mL de Stimulate® L⁻¹), em três tempos de pré-embebição diferentes (4, 7 e 10 horas). Utilizou-se, como substrato papel germtest umedecido, para germinação de sementes, na proporção de duas vezes e meia o volume de água em relação à massa do papel. Em seguida, as sementes foram distribuídas em papel de germinação, compostos por três folhas de papel, tendo duas como base para distribuição das sementes e uma folha como cobertura. Os rolos de papel foram mantidos em germinador, à temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas.

A porcentagem de germinação total foi realizada computando-se todas as plântulas normais aos 4 dias após a sementeira (4 DAS). Também nesse período foram registradas a porcentagem de plântulas anormais (BRASIL, 2009).

Teste de vigor das plântulas

Foi conduzido simultaneamente com o teste padrão de germinação. Foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes, para cada concentração nos três tempos de pré-embebição de sementes, distribuídas no terço superior do papel de germinação. Com auxílio de uma régua milimetrada, determinou-se o comprimento (cm) do eixo raiz-hipocótilo e do epicótilo das plântulas (BRASIL, 2009). Após a extração dos cotilédones, as plântulas foram fracionadas em parte aérea e raízes. Em seguida essas partes foram ensacadas, identificadas e as massas secas determinadas após secagem em estufa a $65^{\circ}\text{C} \pm 5$, até peso constante, durante 72 horas e posteriormente pesadas em balança de precisão.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 6 (3 tempos de pré-embebição de sementes e 6 concentrações de Stimulate®), com 50 sementes em cada rolo de papel em quatro repetições. Ao final do teste avaliou-se a porcentagem de germinação de sementes, plântulas anormais, comprimento de raiz, da parte aérea e total de plântulas, além da massa seca da parte aérea, raiz e total de plântulas. Para as variáveis computadas em porcentagem foi utilizada a transformação de dados arco-seno da raiz (x/100) visando o atendimento das pressuposições da análise de variância (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Para o estudo das diferentes concentrações de Stimulate® dentro dos tempos de pré-embebição de sementes, os dados foram submetidas à análise de variância, sendo realizado desdobramento quando houve efeito significativo da interação, e para as médias dos tratamentos foram ajustadas equações de regressão polinomial. Para o estudo dos diferentes tempos de pré-embebição de sementes dentro das diferentes concentrações de Stimulate®, os dados foram submetidos à análise de variância, sendo realizado desdobramento quando houve efeito significativo da interação e as médias dos tratamentos, ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR para realização das análises estatísticas.

Testes de emergência de plântulas em areia

Para o estudo do índice de velocidade de emergência (IVE) e da porcentagem de emergência de plântulas (PEP) no primeiro dia da emergência (aos 3 DAS), foram utilizadas, além das sementes de girassol da variedade Catissol 01, sementes dos híbridos Agrobél 962 e Agrobél 972. As sementes dos três genótipos foram submetidas a dois tratamentos: T1 = solução contendo 4 mL de Stimulate® L⁻¹ na pré-embebição por 4 horas e T2 = pré-embebição de sementes de girassol em água por 4 horas. A concentração de Stimulate® e o tempo de pré-embebição de sementes escolhidos nessa etapa, foram selecionados por apresentarem melhores resultados no teste padrão de germinação.

Esses testes foram realizados utilizando-se bandejas plásticas (442 x 280 x 75 mm), contendo areia lavada e peneirada como substrato (BRASIL, 2009). Em cada bandeja (tratamento) foram semeadas 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes por tratamento. Após a semeadura, as mesmas foram cobertas com uma camada de areia e o substrato umedecido até atingir 60% de sua

saturação hídrica (BRASIL, 2009). As caixas foram mantidas em Laboratório à temperatura ambiente e as contagens do número de plântulas emergidas ocorreram diariamente a partir do 3º DAS, quando ocorreu a primeira plântula emergida.

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi calculado usando a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$. Onde E_1, E_2, E_n = número de plântulas normais na primeira, segunda, até a última contagem e N_1, N_2, N_n = número de dias desde a primeira, segunda, até a última contagem realizada no 10º DAS. O IVE foi obtido através de avaliação direta das plântulas emergidas diariamente. Nesse experimento verificou-se emergência até o 5º DAS, quando a partir daí houve estabilização da emergência. Para o cálculo da PEP aos 3 DAS, foi realizada a contagem direta das plântulas emergidas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 2 (3 genótipos de girassol e 2 tratamentos de sementes), com 4 repetições (bandejas) com 50 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas, utilizou-se o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, a massa seca de raiz a massa seca da parte aérea e a massa seca total de plântula do teste de germinação não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) em função dos tratamentos (Tabela 1). Portanto, verifica-se que para as demais variáveis (porcentagem de germinação, plântulas anormais, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e comprimento total de plântulas) ocorreram diferenças significativas entre tratamentos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação (PG), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), comprimento total (CT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de plântulas de girassol, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® e controle.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		PG	PA	CPA	CR	CT	MSR	MSPA	MST
TEMPOS	2	0,18**	0,17**	0,48 ^{ns}	65,77**	77,14**	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
DOSES	5	0,24**	0,23**	0,95 ^{ns}	36,48**	36,98**	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
TEMPOS*DOSES	10	0,06**	0,06**	1,00*	20,42**	29,26**	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
ERRO	54	0,01	0,00	0,43	3,20	4,58	0,00	0,00	0,00
CV (%)		9,70	19,54	12,00	13,00	11,00	17,00	21,00	14,26
MÉDIA GERAL		74,90	25,00	5,10	12,97	18,10	0,01	0,01	0,02

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

Os desdobramentos das interações significativas dos tratamentos tempos de pré-embebição de sementes dentro das concentrações de Stimulate®, encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6.

Para a variável porcentagem de germinação, verificou-se que até a concentração 2,5 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, não houve diferenças significativas entre os resultados para os tempos de pré-embebição estudados (Tabela 2). Os tempos de 4 e 7 horas promoveram maiores porcentagens de germinação em relação ao tempo de 10 horas, nas

concentrações de 4,0 e 5,5 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, sendo que na concentração 4,0 os resultados entre os tempos de 7 e 10 horas não diferiram estatisticamente. Consequentemente, os tempos de pré-embebição de 4 e 7 horas promoveram menores porcentagens de plântulas anormais nessas mesmas concentrações (Tabela 3).

Para o comprimento da parte aérea, os tempos de pré-embebição não diferiram estatisticamente nas concentrações 0,0; 2,5; 4,0 e 7,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução (Tabela 4).

Tabela 2. Desdobramento da interação tempos de pré-embebição de sementes dentro de doses de Stimulate®, referente germinação de sementes de girassol aos 4 DAS.

Tempos	Doses de Stimulate® (mL L ⁻¹) - Germinação de sementes (%)					
	0	1	2,5	4,0	5,5	7,0
4h	76,50 a	77,00 a	85,00 a	96,50 a	93,50 a	38,00 b
7h	67,25 a	78,75 a	79,75 a	90,50 ab	86,00 a	78,75 a
10h	62,00 a	73,25 a	77,50 a	78,50 b	61,75 b	48,00 b

Médias seguidas de mesma letra dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Desdobramento da interação tempos de pré-embebição de sementes dentro de doses de Stimulate®, referente às plântulas anormais de girassol aos 4 DAS.

Tempos	Doses de Stimulate® (mL L ⁻¹) - Plântulas anormais (%)					
	0	1	2,5	4,0	5,5	7,0
4h	23,50 a	23,00 a	15,25 a	3,50 b	6,50 b	62,00 a
7h	32,75 a	21,25 a	20,25 a	9,50 ab	14,00 b	19,00 b
10h	38,00 a	26,75 a	22,50 a	21,50 a	38,25 a	51,25 a

Médias seguidas de mesma letra dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Desdobramento da interação tempos de pré-embebição de sementes dentro de doses de Stimulate®, referente ao comprimento da parte aérea de plântulas de girassol aos 4 DAS.

Tempos	Doses de Stimulate® (mL L ⁻¹) - Comprimento da parte aérea (cm)					
	0	1	2,5	4,0	5,5	7,0
4h	4,49 a	4,74 b	4,95 a	5,94a	5,61 a	4,87 a
7h	4,71 a	5,50 a	5,25 a	4,83 a	4,46 b	4,95 a
10h	4,48 a	5,19 ab	5,29 a	5,39 a	5,57 ab	5,70 a

Médias seguidas de mesma letra dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o comprimento da raiz e comprimento total de plântulas, os três tempos de pré-embebição testados (4, 7 e 10 horas) promoveram respostas semelhantes, pois não diferiram estatisticamente em função das concentrações, com exceção do controle (Tabelas 5 e 6). Para a variável comprimento total de plantas, observou-se que até a dose 2,5 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, não houve diferenças

significativas dos resultados para os tempos de pré-embebição estudados (Tabela 6).

Citocinina e auxina desempenham papéis fundamentais no crescimento radicular. Ambos têm papéis em diversos processos, como o desenvolvimento vascular da raiz, a iniciação de raízes laterais e gravitropismo raiz (ALONI et al., 2006; VANNESTE; FRIML, 2009). Segundo Sversson (2006), as zonas de alongamento das

Stimulate® na germinação...

SANTOS, C. A. C. et al.

raízes reagem bem às auxinas e à cinetina com um aumento do comprimento, portanto, em alguns

casos, o ácido giberélico pode causar a redução da sua espessura.

Tabela 5. Desdobramento da interação tempos de pré-embebição de sementes dentro de doses de Stimulate®, referente ao comprimento da raiz de plântulas de girassol aos 4 DAS.

Tempos	Doses de Stimulate® (mL L ⁻¹) - Comprimento da raiz (cm)					
	0	1	2,5	4,0	5,5	7,0
4h	11,38 b	13,68 a	14,55 a	16,95a	13,22 a	8,74 b
7h	13,70 ab	15,45 a	12,95 a	10,64 b	7,63 b	7,17 b
10h	14,64 a	15,32 a	14,36 a	14,22 b	14,52 a	14,30a

Médias seguidas de mesma letra dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Desdobramento da interação tempos de pré-embebição de sementes dentro de doses de Stimulate®, referente ao comprimento total de plântulas de girassol aos 4 DAS.

Tempos	Doses de Stimulate® (mL L ⁻¹) - Comprimento total (cm)					
	0	1	2,5	4,0	5,5	7,0
4h	15,87a	18,16 a	19,50 a	22,89a	18,83 a	13,70 b
7h	18,41 a	21,19 a	18,24 a	15,48 c	12,09 b	12,52 b
10h	19,13 a	20,52 a	19,62 a	19,61 b	20,08 a	20,00 a

Médias seguidas de mesma letra dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se que para todas as variáveis analisadas, o tempo de 4 horas apresentou melhores resultados em relação aos demais tempos avaliados, sendo isto observado principalmente na concentração de 4 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução. Esses resultados estão de acordo com Santos e Vieira (2005), que analisando doses de um bioestimulante composto por citocinina, ácido indol butírico e ácido giberélico em aplicação via sementes em algodoeiro, observaram incremento na área foliar, altura e crescimento inicial de plantas. Segundo esses autores, o bioestimulante aplicado via sementes é capaz de originar plântulas mais vigorosas, com maior comprimento e porcentagem de emergência em areia e terra vegetal. Leonel e Pedroso (2005) também relatam aumentos significativos na altura (de 40,7 cm para 52,1 cm) e número de folhas (de 7,1 para 9,5) em plântulas de *Passiflora alata* tratadas com ácido giberélico.

As curvas resultantes dos desdobramentos das interações significativas dos tratamentos doses de Stimulate® dentro dos tempos de pré-embebição de sementes encontram-se nas Figuras 1 e 3 (3A, 3B, 3C e 3D).

Verifica-se uma tendência crescente da germinação, até o ponto máximo estimado de 3,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, no tempo de pré-embebição de 4 horas (Figura 1). Nesta concentração, observou-se uma germinação total estimada de 96,7%, ou seja, um incremento de 42% em relação ao controle (68,1%). Para o tempo de pré-embebição de 7 horas, verifica-se uma tendência

crescente da germinação até o ponto de máximo estimado de 4,2 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, o que promoveu uma germinação total estimada de 87,7%, ou seja, um incremento de 29,4% em relação ao controle que apresentou 67,7%. Segundo Mc Donald e Khan (1983), a aplicação exógena do promotor (giberelina) influencia o metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes.

No tempo de pré-embebição de 10h, verificou-se que na concentração de 2,8 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução (ponto de máximo), a germinação estimada foi de 77,1%, o que representa um incremento de 21,5% em relação ao controle (63,5%) (Figura 1). Segundo Stenzel et al. (2003), isso ocorre porque a giberelina estimula a síntese de enzimas que digerem as reservas armazenadas no endosperma, formando açúcares simples, aminoácidos e ácidos nucleicos, que são absorvidos e transportados para as regiões de crescimento do embrião, estimulando o alongamento celular, fazendo com que a raiz rompa o tegumento da semente, acelerando a germinação com maior uniformidade. Além das giberelinas, as citocininas e as auxinas participam em diversos processos fisiológicos de desenvolvimento, incluindo a germinação de sementes e a quebra de dormência das gemas (TAIZ; ZEIGER, 2008).

Após o desdobramento da interação doses de Stimulate® dentro dos tempos de embebição, a variável: plântulas anormais (Figura 3A) apresentou equações de regressão ajustadas para modelos

quadráticos dos três tempos de pré-embebição avaliados 4, 7 e 10 horas, onde se verificou, no ponto de mínimo das curvas, que a porcentagem de plântulas anormais foi de 3,3%, 12,3% e 22,8%

respectivamente, ou seja, entre o intervalo entre 3,0 e 4,2 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, observam-se os menores índices de plântulas anormais.

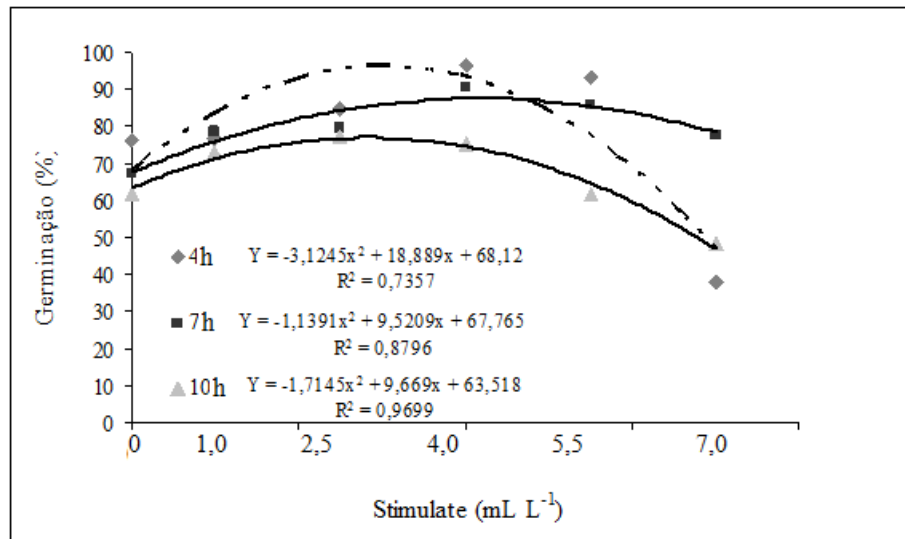


Figura 1. Desdobramento da interação (doses de Stimulate® dentro de tempos de embebição de sementes) da análise de variância referente à germinação de sementes de girassol aos 4 DAS.

Os resultados deste experimento confirmam os efeitos da interação dos reguladores na germinação de sementes em laboratório. Albrecht, Braccini e Scapim (2010), concluíram que o Stimulate® aplicado via semente, altera a qualidade das sementes de soja, aumentando a porcentagem de plântulas normais e a sanidade das mesmas.

Perdas na qualidade fisiológicas das plântulas de girassol foram observadas, o que provocou um aumento na porcentagem de plântulas anormais, sugerindo que esse aumento tenha sido causado por efeito fitotóxico do bioestimulante

vegetal e da exposição prolongada à pré-embebição das sementes. Isso ocorre por que durante a hidratação (principalmente em sementes com teor de água inferior a 11%), há necessidade de atuação de mecanismos de reparo dos componentes celulares naturalmente danificados com a desidratação durante a maturação da semente (MARCOS FILHO, 2005). Desta forma, a condição de anaerobiose ocorrida pela pré-embebição prolongada, em consequência da redução de oxigênio no sistema, impedirá o funcionamento dos mecanismos de reparo de membranas (Figura 2B).

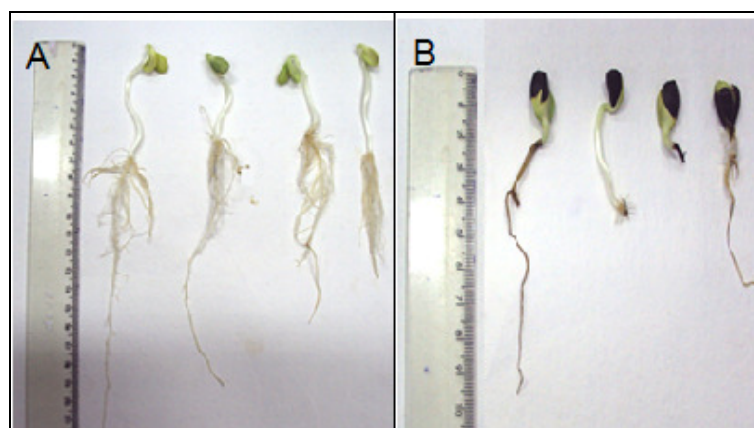


Figura 2. (A) Plântulas normais de girassol oriundas de sementes submetidas à pré-embebição em solução contendo 4,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução por 4 horas. (B) Plântulas anormais de girassol, oriundas de sementes submetidas à pré-embebição em solução contendo 7,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução por 10 horas, aos 4 DAS.

Efeitos negativos dos reguladores de crescimento presentes no bioestimulante vegetal, também foram verificados por Pierezan et al. (2012). Para esses autores, a dose de 35 mL de Stimulate® 0,5 kg⁻¹ de semente inibiu o processo de germinação e a qualidade da muda de jatobá, aos 40 DAS.

Quanto ao tempo prolongado de exposição das sementes, Perez et al. (1999), também não encontraram resultados promissores em sementes de madeira nova (*Pterogyne nitens Tul.*), quanto à sua viabilidade e vigor, quando utilizaram a imersão em água por 24, 48 e 72 horas, sugerindo que o processo germinativo foi prejudicado por períodos prolongados de pré-embebição em água, em decorrência de dificuldades ocasionadas no suprimento de oxigênio às sementes.

Portanto, observa-se que os processos de germinação de sementes e emergência de plântulas de girassol dependem da disponibilidade de água e oxigênio, sendo que qualquer alteração no ambiente

de semeadura pode prejudicar ou favorecer esses processos.

Para a variável comprimento da parte aérea (no tempo de embebição de 7 horas) e para as variáveis comprimento da raiz e comprimento total de plântulas (no tempo de 10 horas), a análise de variância revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste F para os tratamentos (Figura 3). Apesar do resultado significativo, não foi possível o ajuste de uma equação de regressão com valores de coeficiente de determinação (R^2) altos e com significado biológico. Segundo Banzatto e Kronka (2006), quando é determinada uma equação de regressão é conveniente apresentar o correspondente coeficiente de determinação (R^2) que representa, em porcentagem, quanto à variação na resposta é explicada pela regressão em questão. Portanto, em conformidade com esses autores, apenas as curvas de tendência em função das concentrações utilizadas são demonstradas nas Figuras 3B, 3C e 3D.

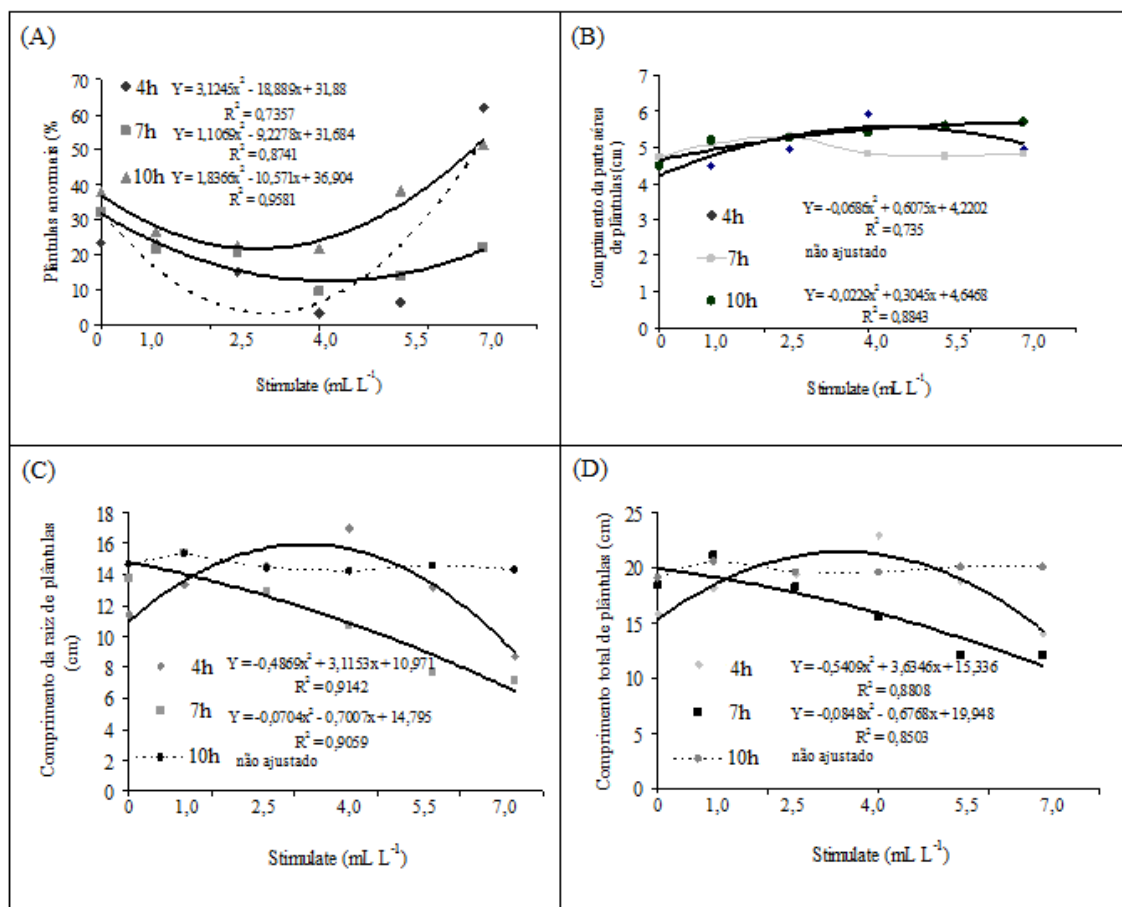


Figura 3. Desdobramento da interação doses de Stimulate® dentro de tempos de pré-embebição da análise de variância, referente à porcentagem de plântulas anormais (A), comprimento da parte aérea de plântulas (B), comprimento da raiz de plântulas (C) e comprimento total de plântulas (D) de girassol aos 4DAS.

Para o tempo de pré-embebição de 4 horas, o modelo matemático quadrático ajustado para a variável comprimento da parte aérea de plântulas, revelou que para a dose estimada de 4,4 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, o comprimento estimado foi de 5,6 cm. Esse comprimento representa um aumento de 32,7% em relação ao controle (4,2 cm). Para o tempo de 10 horas o modelo matemático revelou dose estimada de 6,6 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução. Essa concentração promoveu um crescimento estimado de 5,7 cm, o que representa 22% de incremento em relação ao controle (Figura 3B).

Para a variável comprimento da raiz de plântulas a equação quadrática, para o tempo de pré-embebição de 4 horas, revelou um pico do crescimento estimado da raiz de 16 cm na concentração ótima de 3,2 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, ou seja, um incremento de 45,8% (Figura 3C). Já para o tempo de pré-embebição de 7 horas, a dose máxima estimada de 5,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução promoveu o crescimento da raiz de 9,6 cm, o que representa uma queda de 54% em relação ao controle, que apresentou crescimento médio de 14,7 cm (Figura 3C).

O comprimento de plântula (somatório da raiz e parte aérea) demonstrou comportamento similar ao crescimento da raiz, apresentando, para o tempo de pré-embebição de 4 horas, crescimento máximo de 21,4 cm para uma dose estimada de 3,4 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, o que representa

um incremento de 40% em relação ao controle (Figura 3D).

Prado Neto et al. (2007) também encontraram resultados positivos quando aplicaram Stimulate® em sementes de jenipapo. Esses autores perceberam que para o comprimento de plântulas, o uso do bioestimulante vegetal na dose de 10 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, superou o tratamento controle em 46,3%. Resultados semelhantes foram verificados por Silveira et al. (2011), em soja, e Soares et al. (2012), em alface, após aplicação via semente observaram incremento na porcentagem de germinação, no vigor das plântulas, no comprimento total e no crescimento das raízes primárias.

Foi verificado que para o tempo de pré-embebição de 7 horas, o máximo crescimento de plântulas encontrado foi de 15,8 cm, na concentração estimada de 4,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, o que resultou em 25,6% de decréscimo em relação ao controle (19,9%), demonstrando um comportamento similar ao comprimento da raiz.

Verificou-se, também, maior porcentagem de emergência de plântulas no substrato e não somente porcentagem de germinação. O resumo da análise de variância para a porcentagem de emergência, aos 3 DAS, e índice de velocidade de emergência (IVE), aos 5 DAS, está descrito na Tabela 7, sendo que para o IVE, não houve resultado significativo para a interação (GENÓTIPOS*DOSES ST) e nem para os tratamentos isolados.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para as variáveis: Porcentagem de Emergência de Plântulas (PEP), aos 3 DAS, e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), aos 5 DAS, de três genótipos de girassol em resposta aos tratamentos de pré-embebição de sementes em soluções de Stimulate® mais o controle.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		PEP	IVE
GENÓTI	2	6503,166**	662,608 ^{ns}
DOSES ST	1	1176,000*	49,69 ^{ns}
GENÓTI*DOSES ST	2	174,500**	2,76 ^{ns}
ERRO	18	18,444	3,30
CV (%)		11,00	7,49
MÉDIA GERAL		36,83	24,25

**Significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

A porcentagem de emergência de plântulas (PEP), aos 3 DAS, revelou resultado significativo (P<0,01) para a interação pelo teste F para os tratamentos. O desdobramento da interação entre os genótipos de girassol e dois tratamentos na pré-embebição sementes (Tabela 8), exibe a superioridade do híbrido Agrobél 962 em relação

aos demais genótipos, tanto para sementes tratadas com água, quanto para sementes tratadas com solução de Stimulate®.

Quando os três genótipos foram pré-embebidos em água, ocorreu 54% de emergência para Agrobél 962, enquanto Catissol 01 e Agrobél 972 foi de 33% e 4%, respectivamente. Entretanto,

sementes dos três genótipos quando foram pré-embebidas em solução de Stimulate®, apresentaram superioridade na emergência em relação ao tratamento com água. Verificou-se para o híbrido Agrobela 962, uma emergência de 64%, enquanto Catissol 01 e Agrobela 972 foi de 55% e 8%, respectivamente. O ganho na emergência para

sementes tratadas com Stimulate® em relação ao controle (água) para a variedade Catissol 01 e o híbridos Agrobela 962, foi de 67% e 28%, respectivamente. Apesar de não diferir estatisticamente, o híbrido Agrobela 972 obteve um aumento de 100%, para sementes tratadas com o bioestimulante (Tabela 8).

Tabela 8. Desdobramento da interação entre os genótipos de girassol e tratamento de pré-embebição sementes, referente à porcentagem de plântulas emergidas de girassol emergidas aos 3DAS.

Genótipos	Porcentagem de emergência de plântulas – PEP (%)	
	Água	Stimulate® (4mL L ⁻¹ /4h)
Agrobela 962	54,00 aB	69,00 aA
Catissol 01	33,00 bB	55,00 bA
Agrobela 972	4,00 cA	8,00 cA

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na vertical e maiúscula na horizontal diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Esses resultados estão de acordo com Ferreira et al. (2007), quando observaram que as concentrações de 12 e 16 mL de Stimulate® kg⁻¹ de sementes de maracujá (*P. edulis f. flavicarpa* Deg.) promoveram as maiores porcentagens de emergência e desenvolvimento de plântulas.

Segundo Machado (2000), o atraso na emergência de plântulas expõe as sementes à ação dos patógenos de solo por maior período de tempo, o que aumenta a possibilidade de infecção e a colonização do eixo embrionário. No caso de sementes de girassol, com mais de 45% de reservas oleaginosas, esse atraso é ainda mais prejudicial, pois favorece a infecção por patógenos, além de aumentar as chances de deterioração em função da peroxidação de lipídios (RAMOS et al., 2009)

Pouco se sabe sobre o real efeito dos bioestimulantes na qualidade fisiológica das sementes e na produtividade das culturas, além disso, os conhecimentos sobre as consequências do

tempo de exposição das sementes a essas substâncias ainda são superficiais.

Verifica-se portanto, que técnicas que induzem a maior germinação e qualidade fisiológica são fatores importantes para aumentar o potencial germinativo e o desempenho das sementes e, por conseguinte, a uniformidade das plantas em condições de campo (ARAGÃO et al, 2003).

CONCLUSÃO

A pré-embebição de sementes de girassol por um período de 4 horas no intervalo de 3,0 a 4,0 mL de Stimulate® L⁻¹ de solução, incrementa a germinação de sementes, origina plântulas mais vigorosas e reduz a porcentagem de plântulas anormais. Contudo, períodos prolongados de pré-embebição aumentam a porcentagem de plântulas anormais.

ABSTRAT: This study aimed to evaluate the effects of Stimulate® on germination, emergence and seedling vigor of sunflower. For the standard germination test, seeds of the variety Catissol 01 were pre-soaked at the following concentrations: 1,0, 2,5, 4,0, 5,5 and 7,0 mL of Stimulate® L⁻¹ aqueous solution, taking control as pre-soaking seeds in water. Then, the seeds were subjected to three times of different presoaking: 4, 7 and 10 hours. After the treatments, the seeds were distributed in germination papers and kept in a germinator at a temperature of 25°C with a photoperiod of 12 hours. The experimental design was completely randomized in a factorial of 3 x 6, with 4 replicates of 50 seeds in each paper roll germtest. A seedling vigor test was conducted simultaneously with the standard germination test. To study the rate of emergence and the percentage of emergence, seeds were genotyped: Catissol 01, Agrobela 962 and Agrobela 972. The seeds were subjected to two treatments: T1 = 4 mL solution containing Stimulate® L⁻¹ solution in the pre-soaking for 4 hours and T2 = pre-soaking of sunflower seeds in water for 4 hours, being registered daily emergence seedling. The experimental design was completely randomized in a factorial of 3 x 2. The results indicated that pre-soaking of sunflower seeds with vegetable biostimulant Stimulate® (4 mL Stimulate® L⁻¹ in pre-soaking for 4 hours) increased germination, promoting the formation of more vigorous seedlings and reducing the percentage of abnormal seedlings, besides

promoting a higher percentage of seedling emergence. However, prolonged periods of pre-soaking increased the percentage of abnormal seedlings.

KEYWORDS: *Helianthus annuus* L. Bioregulators. Pre-soaking of seeds.

REFERÊNCIAS

- ALONI, R.; ALONI, E.; LANGHANS, M.; ULLRICH, C. I. Role of cytokinin and auxin in shaping root architecture: regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and gravitropism. **Annals of Botany**, Oxford, v. 97, n. 5, p. 883-893, 2006.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILA, M. R.; BARBOSA, M. C.; RICCI, T. T.; ALBRECHT, A. J. P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 191-198, 2009.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 39-48, 2010.
- ALKIO, M.; SHUBERT, A.; DIEPENBROCK, W.; GRIMM, E. Effect of source-sink ratio on the seed set and filling in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 26, n. 10, p. 1609-1619, 2003.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Publ. UEPG**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade aminolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 43-48, 2003.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 399p.
- 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 tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 008-014, 2012.
- FARIAS A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; NETO CASSETARI, D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químicos e biológicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 121-127, 2003.
- FERRARI, S.; JUNIOR, E. F.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. Produtividade do Desenvolvimento e algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.
- 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**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 595-599, 2007.

- KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECHER, L. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.
- LEITE, R. M. V. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 609 p.
- LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro doce com o uso de biorregulador. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 107-109, 2005.
- MACHADO, J. C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- MAGUIRE, J. D. Speeds of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 3, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- McDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.
- PEREZ, S. C. J. G. A; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Dormancy break and light effects on seed germination of *Peltophorum dubium* Taub. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 131-37, 1999.
- PIEREZAN, L.; SCALON S. P. Q.; PEREIRA Z. V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 127-133, 2012.
- PRADO NETO, M.; DANTAS, A. C. V. L.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V. O. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 693-698, 2007.
- RAMOS, N. P.; NOVO, M. C. S. S.; LAGO, A. A.; UNGARO, M. R. G. Girassol: emergência e crescimento inicial de plantas sob resíduos de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 45-51, 2009.
- SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.
- SANTOS, C. A. C.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P, BENJAMIM, D. A.; SANTOS, C. R. S. Crescimento inicial de maracujazeiro amarelo submetidas à giberelina. **Comunicata Scientia**, Bom Jesus, v. 1, n. 1, p. 29-34, 2010.
- SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; MAIA, M. S.; ASSIS, F. N. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 127-134, 1999.
- SILVEIRA, P. S.; VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. G.; GONÇALVES, C. A. Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento inicial e produtividade de soja. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 1, p. 67-74, 2011.
- 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. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 17-23, 2012.
- STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J.; Superação de dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 305-308, 2003.

SVERSSON, SVEN-BÔRJE. A Comparative Study of the Changes in Root Growth, Induced by Coumarin, Auxin, Ethylene, Kinetin and Gibberellic Acid. **Physiologia Plantarum**, Helsínquia, v. 1, n. 26, p. 115-135, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2008. 820p.

VANNESTE, S.; FRIML, J. Auxin: a trigger for change in plant development. **Cell**, Ghent, v. 136, n. 6, p. 1005-1016, 2009.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max L. Merrill*)**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47p.