

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE DOUTORADO**

**AÇÃO DE BIOESTIMULANTE VEGETAL NA GERMINAÇÃO,  
CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO  
GIRASSOL**

**CARLOS ALAN COUTO DOS SANTOS**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
ABRIL – 2013**

**AÇÃO DE BIOESTIMULANTE VEGETAL NA GERMINAÇÃO,  
CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO  
GIRASSOL**

**CARLOS ALAN COUTO DOS SANTOS**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007

Tese submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co-orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2013

## FICHA CATALOGRÁFICA

S237

Santos, Carlos Alan Couto dos.

Ação de bioestimulante vegetal na germinação, crescimento, desenvolvimento e produtividade do girassol / Carlos Alan Couto dos Santos.\_ Cruz das Almas, BA, 2013. 134f.; il.

Orientador: Clovis Pereira Peixoto.

Coorientador: Elvis Lima Vieira.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Girassol – Cultivo. 2.Girassol – Bioestimulante.  
I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.39

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE  
CARLOS ALAN COUTO DOS SANTOS



---

Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFBR  
(Orientador)



---

Prof. Dr. Lenaldo Muniz de Oliveira  
Departamento de Ciências Biológicas – UEFS



---

Prof. Dr. Marcos Roberto da Silva  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFBR



---

Prof. Dr. Paulo Araquém Ramos Cairo  
Departamento de Fitotecnia e Zootecnia – UESB



---

Prof. Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro  
Departamento de Botânica – ESALQ/USP

Tese homologada pelo Colegiado de Curso de Doutorado em Ciências Agrárias  
em.....

Conferindo o Grau de Doutor em Ciências Agrárias em.....

*Dedico este trabalho ao meu grande amor, minha esposa Adna Couto pelo companheirismo, ajuda nos trabalhos de pesquisa, dedicação e cuidado em todos os momentos, e a minha filha Isabelle Carla Couto, por tornar meus dias mais alegres e divertidos. Sem a orientação Divina e a presença de vocês em minha vida, eu não poderia realizar esse sonho!*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela proteção e cuidado.

Ao orientador Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto, pela orientação, confiança, paciência, amizade e pelos valiosos ensinamentos durante toda a realização dessa pesquisa. A este, serei sempre grato, pois além dos ensinamentos acadêmicos, me ensinou grandes lições que guardarei por toda vida.

Ao co-orientador Prof. Dr. Elvis Lima Vieira, pela orientação, amizade, paciência e confiança, pelos ensinamentos e apoio durante toda a execução desse trabalho.

A minha esposa Adna Couto e minha filha Isabelle Carla pelo amor, dedicação e cuidado. Amo vocês!

Aos meus pais José Carlos e Maria Dal Pezzo, pela educação dada, confiança, estímulo, carinho e apoio em todas as minhas decisões. Ao meu grande pai José Carlos Couto serei eternamente grato, pois sempre se fez presente me incentivando e auxiliando inclusive nas coletas de dados.

As minhas irmãs Selma Paim, Sandra Vieira, Celi Couto e Leila C. Brito pelo apoio e incentivo.

A Sra. Nória Lima e toda sua família pela ajuda, apoio e consideração.

Ao Prof. Dr. Manoel Evangelista e a sua esposa à Sra. Adilma Evangelista pelo apoio nos trabalhos, incentivo e orações.

A UFRB pela oportunidade de realização do curso.

Prof. Dr. José Torquato de Q. Tavares UFRB pelo apoio e incentivo à pesquisa ainda durante a graduação.

Aos professores da UFRB, em especial ao Prof. Dr. Marcos Roberto Silva pelas instruções valiosas sobre a cultura do girassol e ao Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo pelos ensinamentos de estatística.

Ao Prof. Dr. Ricardo D. Abreu pelas análises físico-químicas das amostras e ao Prof. Msc. Luciano Soares Sampaio pela colaboração no trabalho com sementes.

Aos componentes da Banca Examinadora pela disponibilidade, contribuições e críticas para o enriquecimento deste trabalho. A vocês meus sinceros agradecimentos, meu respeito e minha admiração.

Aos diretores do IFBaiano Valdir José Fonseca, Manoela Falcon, José Aécio Duarte e João Luís Feitosa, pelo incentivo, apoio e compreensão em momentos decisivos desse trabalho.

Ao Prof. Emerson Rocha, pela revisão dos resumos em inglês.

Aos colegas Igor Bulhões, Everton Carvalho, Vicente Peixoto, Rafael O. Trocoli (IFBaiano), Jamile Maria, Gisele Machado, Maxsuel Souza, Ana Maria Bispo, Lucas Ribeiro, Alfredo Bloisi, Luíz Bloisi, Cleiton Almeida, Honorato Pereira (EMBRAPA), Reginaldo R. de Oliveira, Avelar A. Alves e à Prof. Dr<sup>a</sup>. Adriana Passos, pela ajuda na realização dos trabalhos.

Aos técnicos da UFRB Eivaldo Silva e Alberico Raimundo pelo apoio nas atividades na área experimental da UFRB.

Aos meus ex-alunos do IFBaiano do Campus Senhor do Bonfim, Reinivaldo Alves da Silva e Miller Jailton da Silva pela cooperação nos trabalhos de pesquisa.

As empresas CEAPAR-Cerrado sementes, Heliagro e a Pirai Sementes pelas sementes fornecidas para a realização dos trabalhos.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 4º Distrito de Meteorologia de Salvador – BA, pelo fornecimento dos dados climatológicos.

Enfim, a todos meus familiares, amigos e colegas do IFBaiano e UFRB que sempre torceram pelo meu sucesso.

*Muito Obrigada!*

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	<b>01</b>
<b>Capítulo 1</b>	
STIMULATE® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE GIRASSOL.....	<b>29</b>
<b>Capítulo 2</b>	
BIOESTIMULANTE VEGETAL NO CRESCIMENTO INICIAL E NO SISTEMA RADICULAR DE PLANTAS DE GIRASSOL.....	<b>52</b>
<b>Capítulo 3</b>	
AÇÃO DO STIMULATE® NO CRESCIMENTO INICIAL E FORMAÇÃO DO BOTÃO FLORAL DE PLANTAS DE GIRASSOL.....	<b>68</b>
<b>Capítulo 4</b>	
DESEMPENHO FISIOLÓGICO E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL SOB A AÇÃO DO STIMULATE® EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SEMEADURA.....	<b>88</b>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	<b>114</b>
APÊNDICES.....	<b>116</b>
ANEXOS.....	<b>132</b>



# AÇÃO DE BIOESTIMULANTE VEGETAL NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL

Autor: Carlos Alan Couto dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co-orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a ação do Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento e produtividade do girassol. Realizaram-se testes de germinação de sementes e vigor de plântulas nas concentrações de 0,0, 1,0, 2,5, 4,0, 5,5 e 7,0 de mL Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução aquosa e três tempos de pré-embebição de sementes (4, 7 e 10 horas). Em condições de rizotrons, avaliou-se o crescimento inicial e o sistema radicular de plantas de girassol submetido ao Stimulate®. Posteriormente, avaliou-se o crescimento inicial e a formação do botão floral de plantas. Para isso, aplicou-se, além do controle, os tratamentos com água ou de solução aquosa contendo 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup>, via pré-embebição de sementes ou via pulverização foliar ou as duas formas de aplicação. Em Sistema Plantio Direto, foram avaliados o desempenho fisiológico e a produtividade do girassol sob a ação do Stimulate® em diferentes épocas de semeadura e arranjos espaciais. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey e/ou regressão polinomial. O Stimulate® na pré-embebição de sementes favoreceu a germinação, o vigor de plântulas e o crescimento do sistema radicular de plantas de girassol. A aplicação do Stimulate® via sementes e foliar promoveu maior crescimento inicial e formação precoce do botão floral. O índice de área foliar, acúmulo de massa seca, rendimento e massa de aquênios e o índice de colheita do capítulo foram incrementados com o Stimulate®, independente das épocas de semeadura e dos arranjos espaciais avaliados.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L, Stimulate®, pré-embebição de sementes, vigor de plântulas, índices fisiológicos.

# **ACTION OF THE PLANT BIOSTIMULANT ON THE GERMINATION, GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER**

Author: Carlos Alan Couto dos Santos

Adviser: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co-adviser: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effects of Stimulate<sup>®</sup> on seed germination, seedling vigor, growth and yield of sunflower. Tests were carried out on seed germination and seedling vigor in concentrations of 0,0, 1,0, 2,5, 4,0, 5,5 and 7,0 mL of Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> aqueous solution and three pre-soaking time of seeds (4, 7 and 10 hours). In rizotrons conditions, we evaluated the initial growth and root system of sunflower plants subjected to Stimulate<sup>®</sup>. Subsequently, we evaluated the initial growth and the formation of floral buds of plants. To this was applied, besides the control, treatments with water or aqueous solution containing 4 mL of Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup>, via pre-soaked seeds or by foliar sprays or the two forms of application. In the So-tillage System, were evaluated the physiological performance and productivity of sunflower under the action of Stimulate<sup>®</sup> in different sowing dates and spatial arrangements. Data were subjected to analysis of variance and to the Tukey's test and / or polynomial regression. The Stimulate<sup>®</sup> pre-soaked seeds favored germination, seedling vigor and growth of the root system of sunflower plants. The application of Stimulate<sup>®</sup> via seed and foliar promoted greater initial growth and early flower bud formation. The leaf area index, dry matter accumulation, yield and achene mass and harvest index of the inflorescence were increased with Stimulate<sup>®</sup>, regardless of sowing dates and the spatial arrangements evaluated.

**Key words:** *Helianthus annuus* L, Stimulate<sup>®</sup>, pre-soaking of seeds, seedling vigor, physiological indices.

## INTRODUÇÃO

### Aspectos gerais da cultura do girassol

O girassol comum (*Helianthus annuus L.*) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, é a espécie cultivada mais importante do ponto de vista comercial dentro do gênero *Helianthus*, que compreende 49 espécies e 19 subespécies, todas nativas das Américas. Algumas espécies são de ocorrência rara e algumas são plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem (UNGARO, 2006).

Segundo Fagundes et al. (2007), depois da soja, da palma e da canola, o girassol é a quarta oleaginosa em produção de grãos no mundo. Na safra de 2008/2009, o girassol obteve a produção mundial de 32 milhões de toneladas de grãos e uma produção de óleo de 11,5 milhões de toneladas. Nesse mesmo período, a produção brasileira foi de 157 mil toneladas, para uma área plantada de 111 mil hectares e uma produtividade média de 1.407,0 kg ha<sup>-1</sup> (BRASIL, 2009).

Segundo Ribeiro (1998), para cada tonelada de grãos de girassol são produzidos 400,0 kg de óleo, 250,0 kg de casca e 350,0 kg de torta com 45 a 50% de proteína bruta, e cada hectare plantado no período de florescimento, pode produzir entre 20 a 40 quilos de mel de abelha.

De acordo com Lentz et al. (2001), sua origem procede do México com indícios de sua domesticação no leste dos Estados Unidos (DALL'AGNOL et al., 2005), sendo conhecida como "flor do sol", devido a uma referência à característica da planta de girar sua inflorescência, seguindo o movimento deste (CASTRO e FARIAS, 2005).

A cultura do girassol representa uma alternativa de grande importância, por agregar renda à atividade agrícola e ser fonte de proteínas de alto valor biológico para alimentação humana e animal, além de se constituir em uma das oleaginosas utilizadas para a produção de biodiesel. A sua importância econômica tem aumentado com a produção de biocombustível no mundo, com destaque para a União Européia, que liderava a produção mundial com uma produção de 4,5 bilhões de litros em 2006, seguida pelos Estados Unidos e pelo Brasil (ARAÚJO et al., 2007).

No Estado da Bahia o girassol tem despertado interesse em várias regiões agrícolas, devido à sua importância econômica e versatilidade de uso (MACHADO et al., 2005), pois está inserido entre as espécies de maior potencial para produção de energia, como matéria prima para produção de biocombustíveis. O cultivo do girassol em diferentes regiões agrícolas do Estado tem despertado o interesse de empresários devido à sua versatilidade de utilização e, principalmente, devido à possibilidade de sua utilização como óleo combustível, uma vez que a Bahia é considerada pólo estratégico para o desenvolvimento do Probiodiesel (DINHEIRO RURAL, 2005; REDE BAIANA DE BIOCOMBUSTÍVEL, 2005).

Segundo a CONAB (2011), a participação da Bahia quanto à produtividade de aquênios ainda é pequena, em torno de 0,40% do cenário nacional. Atualmente o estado possui um rendimento médio de 684,0 kg ha<sup>-1</sup> de aquênios, necessitando de pesquisas que busquem aumentar esse índice (ANEXO A).

### **Ação do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> nas plantas cultivadas**

O Stimulate<sup>®</sup>, um produto comercial que possui em sua composição química três reguladores vegetais (o ácido indolbutírico, a cinetina e o ácido giberélico). É um produto registrado pela Stoller do Brasil LTDA, que nos últimos anos, vem sendo alvo de pesquisas para utilização em grandes culturas, como olericultura e fruticultura.

Segundo Castro e Vieira (2001), o Stimulate® é classificado como um bioestimulante vegetal, pois se refere a uma mistura de reguladores vegetais com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, nutrientes, vitaminas).

Muitos países já utilizam na agricultura a prática de aplicação reguladores vegetais, objetivando uma tecnologia mais avançada para conseguir obter uma produtividade maior e com qualidade. Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, muitos compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (CASTRO e VIEIRA, 2003).

Levando-se em consideração que o Stimulate® tem em sua constituição o ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005% (Figuras 1A, 1B e 1C), sendo estes hormônios vegetais, que atuam como mediadores de processo fisiológicos, acredita-se que este bioestimulante pode em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (VIEIRA e CASTRO, 2001).

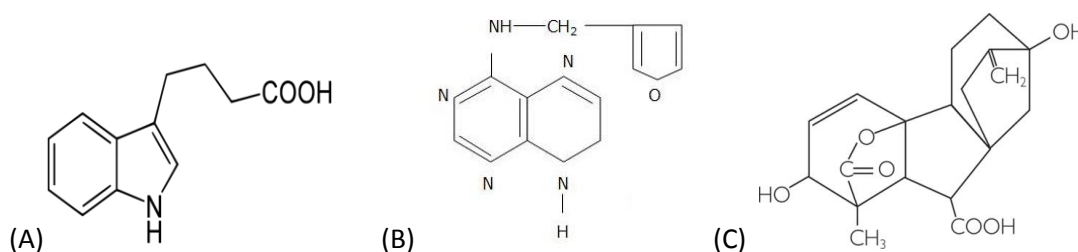
Os hormônios, assim como as enzimas, o DNA e as vitaminas, têm a propriedade de exercer efeitos, por vezes de capital importância morfofisiológica, quando presentes em baixas concentrações. O hormônio é formado em certas partes da planta e é translocado para outros locais onde provoca respostas bioquímicas, fisiológicas e/ou morfológicas (CASTRO e VIEIRA, 2001). O metabolismo, crescimento e morfogênese de plantas superiores dependem de sinais transmitidos de uma parte à outra da planta por mensageiros químicos, e por hormônios endógenos (TAIZ e ZEIGER, 2009).

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, 2004). O ácido indolil-3-acético (AIA), principal auxina nas plantas, tem um papel-chave em

processos do desenvolvimento vegetal, como na formação de raízes, dominância apical, tropismo e senescência, atuando também, como sinal para a divisão, alongamento e diferenciação celular (LJUNG et al., 2002).

As citocininas foram descobertas inicialmente como os fatores promotores de divisão celular, sendo que os estudos que se seguiram elucidaram a participação dessa classe hormonal como participante de muitos aspectos do desenvolvimento vegetal, como na germinação de sementes, diferenciação de cloroplastos, desenvolvimento de gemas laterais, indução de gemação adventícia (a partir de calos, discos foliares, hipocótilos ou seções internodais), ciclo celular, dominância apical, dentre outros eventos (SAKAKIBARA, 2006).

O ácido giberélico ( $GA_3$ ) possui efeito marcante no processo de germinação de sementes, ativando enzimas hidrolíticas que atuam no desdobramento das substâncias de reserva da semente. As giberelinas também estimulam o alongamento e divisão celular (VIEIRA e MONTEIRO, 2002). Esse regulador vegetal, também é utilizado em videiras para o aumento de tamanho e fixação de bagos, descompactação de cachos e eliminação de sementes (PIRES e BOTELHO, 2002).



**Figura 1-** (A) ácido indolbutírico (IBA). (B) cinetina. (C) ácido giberélico ( $GA_3$ ).  
 Fonte - Google imagens

Quanto ao estímulo a floração, Castro et al. (1997) trabalhando com laranjeiras “Pêra” observaram incremento no peso médio de frutos com bioestimulante Stimulate<sup>®</sup>, enquanto Sanches (2001) e Santos et al. (2003) observaram aumento do número de inflorescências, em citrus, com o mesmo

bioestimulante e inibição da formação de flores tardias e redução do número de frutos com GA<sub>3</sub>.

Apesar desta técnica ser uma ferramenta bastante efetiva no manejo da floração de muitas espécies, muitas vezes os resultados são contraditórios. Isso se deve em parte a fatores referentes à aplicação, absorção, estágio fenológico da planta e a condições edafoclimáticas (GOLDSCHMIDT et al., 1998). Para Silva et al. (2003), em cada espécie vegetal, os hormônios podem exercer distintas funções no controle do desenvolvimento e função dos órgãos florais.

Os órgãos vegetais podem ser influenciados por estas substâncias de tal maneira que a morfologia da planta é alterada (DARIO, NETO e MARTIN, 2004). Assim, os biorreguladores e bioestimulantes favorecem o crescimento mais harmonioso com o desenvolvimento voltado para a maior produção e melhor qualidade final das culturas (LAMAS, 2001).

Alleoni, Bosqueiro e Rossi (2000), relatam que a imersão de sementes em soluções com reguladores vegetais pode possibilitar a quebra de dormência e uniformidade na emergência, além de evitar a fitotoxicidade destes produtos quando aplicados na parte aérea via pulverização foliar, que pode ocasionar modificações morfológicas e fisiológicas das plântulas, dependendo da concentração utilizada destes reguladores vegetais. A associação da aplicação nas sementes e via foliar, indica acréscimos no estande, no número de grãos, vagem e na massa seca de plantas no florescimento.

Vieira (2001) estudou o efeito de diferentes dosagens de Stimulate®, nas culturas da soja, feijão e arroz, e obteve aumentos expressivos sobre a produtividade das plantas, quando o produto foi aplicado diretamente sobre as sementes. O autor constatou que a concentração de 3,50 mL de Stimulate por 0,5 kg<sup>-1</sup> de sementes proporcionou a quantidade máxima de plântulas normais (51,90% superior à testemunha). O máximo valor de massa seca de plântulas foi obtido com a concentração de 4,1 mL de Stimulate®, que superou em 55,30% o controle. Com a concentração de 1,3 mL, o crescimento radicular vertical alcançou o máximo valor (26,5 cm), sendo superior à testemunha. Quanto à produtividade, foram obtidos 157,4 grãos por planta de soja, com a concentração de 5 mL de Stimulate, que superaram em 24,3% a produtividade do controle.

Contudo, Dario et al. (2005) observaram que as aplicações de Stimulate® no tratamento de sementes, via sulco de semeadura e aplicação foliar, aos 43 dias após a emergência da soja, não apresentaram resposta em relação à testemunha para as variáveis percentual de germinação, número de vagens por planta e rendimento de grãos. Diferente de Santos et al. (2005), que quando analisaram doses de um bioestimulante composto por citocinina, ácido indolbutírico e ácido giberélico em aplicação via sementes em algodoeiro, observaram incremento na área foliar.

Klahold et al. (2006), após verificar o efeito do bioestimulante Stimulate® aplicado via semente e pulverização foliar, na cultura da soja, constataram que a combinação de doses de bioestímulo vegetal, aplicadas via semente (0, 3 e 5,0 mL Stimulate® kg<sup>-1</sup> de sementes) na semeadura e via foliar (0,0; 0,075; 0,150 e 0,225 mL Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução), aos 58 dias após a emergência (DAE), concluíram que em algumas das variáveis estudadas, houve efeito negativo na resposta à aplicação de bioestimulante, para algumas doses testadas. Respostas positivas foram verificadas para massa seca de flores, raízes, razão raiz/parte aérea, número de flores de vagens e de grãos e produção por planta. Moterle et al. (2008), verificaram que além do aumento na massa de mil grãos as plantas de soja alcançaram uma produtividade de grãos de 2.927,0 kg ha<sup>-1</sup>, quando utilizaram o tratamento de sementes (0,0 e 500,0 mL 100,0 kg<sup>-1</sup> de sementes) e aplicação foliar (250, 375 e 500 mL ha<sup>-1</sup>) em dois estádios de desenvolvimento da cultura (V5 e R3).

Santos (2009) avaliou os efeitos do bioestimulante vegetal Stimulate® na germinação de sementes e no vigor de plântulas de soja (*Glycine max*) aplicado nas sementes, nas doses de 0,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 mL Stimulate® kg<sup>-1</sup> de sementes e como controle utilizou-se água destilada 6,0 mL kg<sup>-1</sup> de sementes. Concluiu então que, em relação à porcentagem de germinação, a dose estimada de 4,6 mL de Stimulate® kg<sup>-1</sup> de sementes, promoveu 94,7% de germinação, caracterizando um incremento de aproximadamente 5,9% em relação ao controle. O autor observou que a partir da dose 10,0 mL de Stimulate® não houve efeito positivo na germinação, caracterizando um decréscimo de 15,1% no percentual de germinação até a dose 12,0 mL de Stimulate® em relação ao ponto de



máximo. As doses compreendidas entre 2,0 e 8,0 mL do produto apresentam valores significativamente superiores em relação às doses mais elevadas 10,0 e 12,0 mL e ao controle.

Albrecht et al. (2009), também observaram resultados positivos, quando avaliaram os componentes de produção e a qualidade de fibra do algodoeiro, em resposta ao uso do bioestimulante, via tratamento de sementes (0,0, 100,0, 150,0 e 200,0 cm<sup>3</sup> de Stimulate<sup>®</sup> 100,0 kg<sup>-1</sup> de sementes) e aplicação foliar (0,0, 25,0, 37,0, 50,0 e 50,0 cm<sup>3</sup> de Stimulate<sup>®</sup> ha<sup>-1</sup>). Concluíram que todas as formas de aplicação do biorregulador aumentaram significativamente a produtividade, o rendimento de fibra, a massa média do capulho e a uniformidade das fibras e não foram fitotóxicas às plantas.

Albrecht et al. (2010) avaliaram a qualidade fisiológica e sanitária das sementes, em resposta à aplicação do biorregulador Stimulate<sup>®</sup> na cultura da soja. Os tratamentos, arranjados em esquema fatorial, foram compostos pela combinação do tratamento de sementes com o biorregulador (sem e com 0,500 L 100,0 kg<sup>-1</sup> de sementes) e cinco doses do produto (0,0; 0,125; 0,250; 0,375 e 0,500 L ha<sup>-1</sup>) aplicadas via foliar. Concluíram que o Stimulate<sup>®</sup> altera a qualidade das sementes, aumentando a porcentagem de plântulas normais e a sanidade..

Silveira et al. (2011), objetivando avaliar o efeito do biorregulador vegetal Stimulate<sup>®</sup> na cultura da soja (germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento inicial e produtividade), verificaram que as doses do Stimulate<sup>®</sup> causaram efeitos significativos nas variáveis porcentagem de germinação, plântulas anormais, sementes mortas, índice de velocidade de emergência de plântulas em areia aos quatro dias após a semeadura (DAS), índice de velocidade de emergência (IVE) total, comprimento total de plântulas e massa seca total de plântulas.

Resultados diferentes, com relação à influência na germinação, foram verificados por Soares et al (2012), ao avaliarem a germinação e o vigor de sementes de dois cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) pré-embebidas (16h) em solução aquosa do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> (nas concentrações de 0,0, 5,0, 10,0, 15,0, 20,0, 25,0 e 30,0 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup>), constataram que em condições favoráveis para a germinação da alface, a utilização de bioestimulante

não causa efeito significativo nos cultivares estudados, entretanto sua adição aumenta a velocidade de germinação das sementes, o vigor das plântulas, seu comprimento total e o crescimento das raízes primárias, aumentando as chances de sucesso do estabelecimento da cultura, sendo que cultivares ou lotes de menor vigor respondem melhor à utilização de bioestimulantes.

Para Dantas et al. (2012), todas as concentrações utilizadas de Stimulate<sup>®</sup>, via pulverização foliar, promoveram o incremento na altura de planta, massa seca da parte aérea e da raiz de plantas de tamarindeiro.

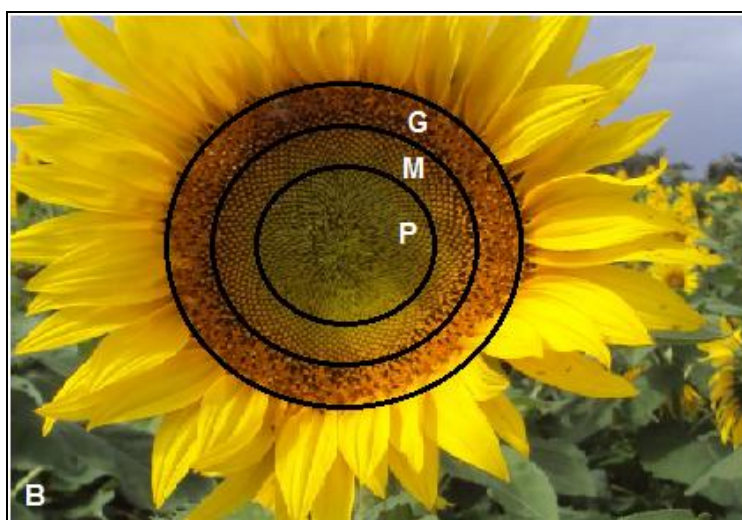
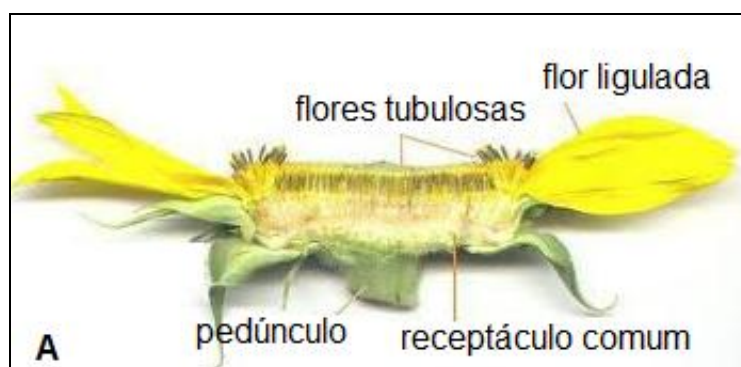
Segundo Vieira e Monteiro (2002), o entendimento sobre o controle hormonal do crescimento do girassol é fragmentado e superficial, pois uma mesma substância pode passar do papel de ativadora do crescimento para inibidora, pois a ação dessas substâncias depende das condições ambientais, características e potencialidade genética das plantas.

### **Fatores hormonais e o desenvolvimento do girassol**

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. Outro ponto-chave a ser considerado é o estabelecimento do estande no campo. Lotes de sementes de baixa qualidade, além de reduzirem, retardarem e desuniformizarem a emergência no campo, podem causar alterações na competição de plantas na comunidade vegetal. Isso faz que plântulas que emergem primeiro tenham vantagem sobre aquelas com emergência retardada (SCHUCH, 1999).

Segundo Rees e Bergelson (1997), Haugland e Tawfuq (2001) e Sanderson e Elwinger (2002), a emergência precoce aumenta a capacidade competitiva de plantas, promovendo elevado vigor de plântula, rapidez de expansão foliar, formação de dossel denso e elevada altura de planta. Além disso, altera o ciclo de desenvolvimento das plantas e promove o crescimento rápido do sistema radicular.

Uma das causas da desuniformidade na germinação e conseqüentemente na emergência do girassol, pode ser atribuída à distribuição das flores e abertura não sincronizada (Figuras 2A e 2B). Segundo Leite, Brighenti e Castro (2005), devido a esse 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).



**Figura 2.** Esquema da distribuição dos aquênios no capítulo. (A) corte longitudinal do capítulo. Fonte: Google imagens. (B) detalhe da distribuição e abertura centrípeta das flores (G- aquênios grandes, M - aquênios médios e P - aquênios pequenos).

Fatores hormonais também são responsáveis pela desuniformidade observada em sementes de girassol. Trabalhos clássicos como o de Wallace e Schwarting (1954), já evidenciavam dormência relacionada à presença de inibidores; assim, compostos fenólicos insolúveis em água, existentes no embrião no momento da colheita, impediriam a germinação.

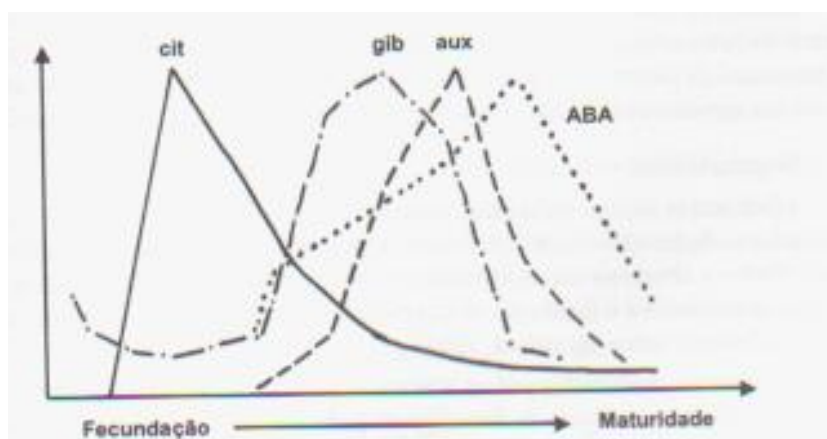
Cseresnyes (1979) considerou que a ocorrência da desuniformidade é controlada geneticamente, de modo que sua profundidade depende do cultivar. Desta forma, durante o processo de maturação o balanço das quantidades de substâncias promotoras e inibidoras é continuamente alterado e, dependendo do grau de maturidade, maiores quantidades de inibidores podem acentuar o nível de dormência das sementes de girassol. Segundo Marcos Filho (2005), os fitormônios estão envolvidos em vários processos: o período de repouso; acúmulo de reservas; desenvolvimento de tecidos externos à semente (frutos); o armazenamento de reservas para o uso posterior à germinação e desenvolvimento inicial de plântulas.

Há dois casos de dormência focalizados no embrião. O primeiro é conhecido como embrião rudimentar ou morfológicamente imaturo; nessa situação, as sementes não apresentam embrião totalmente estruturado do ponto de vista morfológico, quando atingem o ponto de colheita, sendo constituído por tecidos compostos por células pouco ou não-diferenciadas. No segundo caso, em que o girassol se enquadra, as sementes se desligam da planta-mãe com sua estrutura morfológica completa, mas com o embrião 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 fisiológica incompleta; estas apresentam, por exemplo, desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação (ex. ABA), (Figura 3) e, além disso, podem ter se desenvolvido sem que uma ou mais condições específicas do ambiente tenham sido satisfeitas.

As sementes, no início de desenvolvimento, apresentam quantidades significativas de citocininas, auxinas, ácido abscísico e giberelinas. Os níveis máximos de cada um deles não são coincidentes, mas as variações geralmente

seguem padrões pré-estabelecidos (Figura 3). A principal função do ácido abscísico (ABA) está ligada à inibição da germinação durante a maturação.

Condições edafoclimáticas também influem no grau de uniformidade de uma lavoura de girassol, podendo apresentar fatores relacionados ao solo (fertilidade, características físicas, sistema de preparo, etc.), temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade e práticas de manejo da cultura, condições adversas verificadas desde a ocasião de implantação da lavoura, profundidade inadequada de semeadura, baixo ou elevado estande de plantas, estiagem prolongada, baixo vigor de sementes, etc. (LEITE, BRIGHENTI e CASTRO, 2005).



**Figura 3.** Níveis de hormônios durante o desenvolvimento de sementes de ervilha (Adaptado de Hilhorst, 1997). Cit - citocinina; gib - giberelinas; aux - auxinas; ABA – ácido abscísico.

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

Dada a importância do girassol como fator sócio-econômico, pesquisas vêm sendo dirigidas para essa cultura, no sentido de se alcançar maiores produtividades associada à redução nos custos de produção. Nesse contexto, entra o papel dos biorreguladores vegetais, os quais têm apresentado resultados favoráveis no aumento da produtividade de algumas culturas, tais como citros,

feijão, milho, soja, algodão e maracujá (ALLEONI, BOSQUEIRO e ROSSI, 2000; MILLÉO et al., 2000; VIEIRA e CASTRO, 2001; VIEIRA e CASTRO, 2004; BRACCINI et al., 2005; PRADO NETO et al., 2007; FERRARI et al., 2008; MOTERLE et al., 2008); ALBRECHT et al., 2009, SANTOS et al, 2010).

### **Época de semeadura e arranjos espaciais na cultura do girassol**

Na cultura do girassol ocorrem interações entre genótipos e ambientes, havendo variação do comportamento de cultivares em função da região e época de semeadura (LEITE, BRIGHENTI e CASTRO, 2005; PORTO, CARVALHO e PINTO, 2007; SILVA, 2009). Portanto, há poucas informações disponíveis sobre cultivares adaptados e épocas de semeadura apropriadas para as diferentes regiões (COSTA, SILVA e RIBEIRO, 2000). Segundo Leite, Brighenti e Castro (2005), a época ideal de semeadura do girassol é determinada pela disponibilidade hídrica e pela temperatura característica de cada região.

No Brasil, recomenda-se especial cuidado em não cultivá-lo em épocas favoráveis as enfermidades, especialmente aquelas que ocorrem no final do ciclo das plantas, imediatamente após o florescimento. A baixa sensibilidade fotoperiódica da planta de girassol permite que, no Brasil, o seu cultivo possa ser realizado durante o ano todo, em todas as regiões produtoras de grãos.

Portanto, a escolha da época de semeadura e do arranjo espacial para a implantação da cultura podem influenciar na produtividade. Com isso, na escolha do arranjo ideal de plantas para a cultura é necessário levar em consideração o potencial genético dos cultivares, as condições edafoclimáticas da região e as práticas de manejo empregadas na condução da cultura (LONG, FEIL e DIEPENDBROC, 2001; SILVEIRA et al., 2005; SOUZA, 2010).

Segundo Leite, Brighenti e Castro (2005), espaçamentos entrelinhas de 0,70 m têm proporcionado os melhores rendimentos para o girassol, no Brasil e no exterior. Portanto, espaçamentos mais estreitos possibilitam que a cultura atinja mais rapidamente o ponto de fechamento do dossel vegetativo, permitindo melhor controle das plantas daninhas, pelo sombreamento das mesmas. Essa

hipótese também foi confirmada por Andrade et al. (2002) e Zarea, Ghalavand e Daneshian (2005).

Esses resultados também foram confirmados por Silva et al. (2009), que após comparar a influência de dois espaçamentos entrelinhas (0,40 e 0,50 m), no rendimento de aquênios, concluiu que o espaçamento de 40 cm proporcionou maior rendimento ( $1.272,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ), sendo superior em 20% o valor obtido no espaçamento de 50 cm ( $1.060,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Segundo esses autores, o uso de espaçamentos reduzidos proporciona o sombreamento mais rápido das entrelinhas, diminuindo a perda de água por evaporação, reduzindo assim, o impacto da gota de chuva na superfície do solo e melhorando o desempenho na aplicação de produtos fitossanitários. Além disso, proporciona um efeito supressor no desenvolvimento das plantas daninhas.

A fim de minimizar os problemas relacionados com a baixa disponibilidade hídrica observada em épocas não apropriadas para a semeadura do girassol, pode-se adotar, como prática de manejo, o Sistema Plantio Direto (SPD). Tem-se observado bons resultados com o SPD (CORREIA, DURIGAN, KLINK, 2006; RAMOS et al, 2008; CAPONE et al., 2012).

Para Assis e Lanças (2005), o plantio direto é uma prática conservacionista especialmente adequada para as condições de ambiente de regiões tropicais, onde se faz necessário manter o solo protegido do sol e da chuva, caracterizando-se pela sua eficiência no controle de perdas de solo e água e na redução nos custos operacionais, principalmente pela eliminação de operações de preparo de solo. Sua adoção tem viabilizado a implantação de sistemas de produção que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental, tornando-se a base da sustentabilidade, desta forma diminuindo os efeitos prejudiciais da estiagem.

Segundo Brighenti et al. (2004), no SPD, um fator crítico é o controle de plantas daninhas, feito quase exclusivamente por produtos químicos. Esses autores, avaliando os períodos mais críticos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol cultivado com espaçamento de 0,70 m, encontraram que o período total de prevenção e interferência foi de 30 dias após a emergência (DAE).

Segundo Carvalho e Pissaia (2002), as culturas agrícolas de grande expressão econômica têm sido objeto principal de pesquisas, relacionadas com o SPD, havendo necessidade de estudos com cultivos menos explorados, mas que representem alternativas para rotação de culturas, como é o caso do girassol.

### **A análise de crescimento: uma técnica para inferir sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas**

Segundo Cairo, Oliveira e Mesquita (2008), o crescimento de um vegetal é um aumento irreversível de volume, que resulta em mudanças no tamanho e no peso das células, tecidos e órgãos. Interpretar o crescimento das plantas tem sido objeto de curiosidade e estudo de cientistas há mais de 150 anos.

Para Peixoto et al. (2002), análise de crescimento é uma das ferramentas bastante utilizadas por fisiologistas de plantas para estudar o desenvolvimento de diferentes genótipos de uma ou mais espécies, sendo esta uma resultante das interações da planta com o ambiente. Segundo Benincasa (2004), a análise de crescimento é um meio acessível e preciso de se inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal.

Dessa forma, o acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em função do tempo são utilizados na estimativa de vários índices fisiológicos relacionados às diferenças de desempenho entre cultivares.

Os índices envolvidos, determinados na análise de crescimento, indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento, onde ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos. Portanto, a análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo. Esse desempenho é influenciado pelos fatores bióticos e abióticos à planta (LARCHER, 2000).



No presente trabalho, os índices estudados foram: taxa de crescimento da cultura (TCC), índice de área foliar (IAF) e índice de colheita do capítulo (ICcap). As fórmulas matemáticas respectivas são:

$TCC = (W_2 - W_1) / S / (T_2 - T_1)$ , expresso em  $g \text{ planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , onde S representa a área ocupada pela cultura no substrato disponível.  $W_1$  e  $W_2$  é a variação da massa seca entre dois períodos e  $T_1$  e  $T_2$  a variação de tempo entre os períodos.

$IAF = L/S$ , expresso em  $dm^2/dm^2$ , tem sido expressa por um número puro (adimensional), resultante da razão entre a área foliar (L) e a área do terreno ou substrato (S).

$ICcap (\%) = PE/PB$ , determinado pela relação entre a massa da matéria seca total acumulada ou produtividade biológica (PB) no final do ciclo e da produção econômica (PE), neste caso a massa seca do capítulo (aquênios + receptáculo).

O TCC representa a produção de fitomassa de uma comunidade, dá uma idéia da produtividade de uma cultura, já que também pode ser expressa com base na relação entre a produção de fitomassa e a eficiência de incorporação de matéria seca (CAIRO, OLIVEIRA e MESQUITA, 2008).

Segundo Peixoto, Cruz e Peixoto (2011), a TCC é o parâmetro considerado mais importante em fisiologia da produção e empregado para comunidades vegetais. Representa a quantidade total de matéria seca acumulada por unidade de área de solo ou outro substrato (vegetação aquática, por exemplo, caso se trate de cultivo hidropônico), em um determinado tempo. É a taxa de produção de matéria seca de uma comunidade vegetal.

Ainda segundo esses autores, a área foliar de uma planta constitui um parâmetro relevante para fotossíntese e, como tal, é muito importante para a produção de carboidratos, lipídeos e proteínas. O IAF representa a área foliar total por unidade de área do terreno. Funciona como indicador da superfície disponível para interceptação e absorção de luz. O IAF pode variar com a população de plantas, distribuição de plantas e variedades.

Existe uma relação entre TCC e IAF. Os maiores valores de TCC são obtidos com IAF intermediários, denominados IAF ótimos, os quais variam com a

espécie e com estágio de crescimento (CAIRO, OLIVEIRA e MESQUITA, 2008). Segundo Benincasa (2004), o IAF ótimo, quase sempre, não é fácil de ser determinado, sobretudo nos estudos de plantas em comunidade. Em algumas circunstâncias, as limitações fotossintéticas causadas pelo auto-sombreamento podem ser compensadas por menores taxas de evapotranspiração, as quais, muitas vezes, podem ser mais decisivas para a produtividade de que a fotossíntese.

Peixoto, Cruz e Peixoto (2011), enfatizam ainda que existe um IAF ótimo para cada cultura, que varia geralmente de 2,0 a 5,0. Isto por que: a) Durante o crescimento da comunidade vegetal o IAF deve ser suficiente para interceptar o máximo de luz; b) O IAF deve atender para os objetivos que controlam o cultivo da planta. Isto é, se o interesse é a produtividade econômica (produto comercializado, deseja-se um IAF ótimo) ou a produtividade biológica (fitomassa total, quando interessa um IAF máximo).

Pereira e Machado (1987) fazem referência ao índice de colheita (IC) como um quociente frequentemente usado para medir a eficiência de conversão de produtos sintetizados em material de importância econômica. Em relação a uma cultura madura, o IC define-se como a razão entre a massa da matéria seca da fração econômica produzida (grão, raiz, fruto) e a fitomassa seca total colhida. A eficiência de conversão de produtos sintetizados (matéria seca total ou produtividade biológica) em material de importância econômica (produto comercializado ou produtividade econômica) é determinada pelo genótipo e pelo ambiente.

Esses índices fisiológicos envolvidos e determinados na análise de crescimento indicam a capacidade de o sistema assimilatório (fonte) das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação aos locais de utilização ou de armazenamento (FONTES et al., 2005).

Segundo Benincasa (2004) todo crescimento resultará da produção de material suficiente para atender às necessidades metabólicas do material já existente e, ainda, para armazenar ou construir novo material estrutural, uma vez

que conceitualmente, a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta é função do tamanho inicial (período em que se inicia a observação).

Segundo Peixoto, Cruz e Peixoto (2011), a análise quantitativa de crescimento tem sido usada por pesquisadores de plantas na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações no ambiente. Seu uso torna-se apropriado quando são usados conceitos básicos de análise de crescimento e os critérios essenciais para a obtenção dos dados.

Com base nos efeitos já conhecidos dos reguladores vegetais na fisiologia das plantas, dos benefícios do SPD e tendo em vista a escassez de pesquisas referentes à melhor época e arranjos espaciais para a semeadura do girassol, Objetivou-se no presente trabalho, avaliar ação do bioestimulante vegetal na germinação, crescimento, desenvolvimento e produtividade do girassol.

## REFERÊNCIAS

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. 609-1619, 2003.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

ANDRADE, F. H.; CALVINO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 5, p. 975-980, 2002.

ARAÚJO, E. S.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. S. Balanço energético da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de biodiesel. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 1., 2007, Teresina. Energia de resultados: palestras e resumos. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 143). Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/agroenergia/trabalhos/004.PDF>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

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.

ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 515-522, 2005.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: UNESP, 2004. 41p.

BRACCINI, A. L.; MONFERDINI, M. A.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; BRAMBILLA, D.; ARAGÃO, R. M.; BRAMBILLA, T. Emergência das plântulas e componentes da produção de sementes em resposta a diferentes doses e formas de aplicação do bioestimulante Stimulate 10X na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27. 2005, Cornélio Procópio. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 565-566.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 399p.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. O. J.; SCAPIM, C. A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 251-257, 2004.

CAPONE, A.; BARROS, H. B.; SANTOS, E. R.; CASTRO, E. F. de; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Efeito de épocas de semeadura de girassol na safrinha, em sucessão à soja no Cerrado Tocantinense. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 102-109, 2012.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008.72p

CAPONE, A.; BARROS, H. B.; SANTOS, E. R.; CASTRO, E. F. de; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Efeito de épocas de semeadura de girassol na safrinha, em sucessão à soja no Cerrado Tocantinense. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 102-109, 2012.

CARVALHO, D. B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: I - rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 41-45, 2002.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. Adubação. In: **A cultura do girassol**. Londrina – PR. Editora EMBRAPA, p. 17-19, 1997.

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: CAMPOS LEITE, R. V. de et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSo, 2005. p. 163-218.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, p. 73-100, 2003.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2001. 132p

COSTA, V. C. A.; SILVA, F. N.; RIBEIRO, M. C. C. Efeito de épocas de semeadura na germinação e desenvolvimento em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Científica Rural**, v. 5, n. 1, p. 154-158, 2000.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em:

<[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina\\_objcmsconteudos=2#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos). Acesso em: 26 maio de 2011.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.

CSERESNYES, Z. Studies on the duration of dormancy and methods of determining the germination of dormant seeds of *Helianthus annuus*. **Seed Science and Technology**, v. 7, n. 2, p. 179-188, 1979.

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 1-2.

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.

DARIO, G. J. A.; NETO, D. D.; MARTIN, T. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento de arroz irrigado. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.11, n.1, p.183-191, 2004.

DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; DOURADO, N. D.; MANFRON, P. A.; BONNECARRERE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 12, n. 1, p. 63-70, 2005.

DINHEIRO RURAL. Bahia de todos os campos. **Dinheiro Rural**, São Paulo, v. 2, n. 9, p. 67-89, 2005. EMBRAPA. Reunião Técnica, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/dezembro/foldernoticia>>. Acesso em: 26 jun. 2008.

FAGUNDES, J. D.; GISELE, S.; MELLO, A. M.; BELLÉ, R. A.; STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 987-993, 2007.

FERRARI, S.; JUNIOR, E. F.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. Produtividade e desenvolvimento do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

GOLDSCHMIDT, E. E.; TAMIM, M.; GOREN, R. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees: A critical analysis. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 1, n. 463, p. 201-216, 1998.

HAUGLAND, E.; TAWFIQ, M. Root and shoot competition between established grass species and newly sown seedlings during spring growth. **Grass and Forage Science**, Local, v. 56, n. 2, p. 193-199, 2001.

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.



LAMAS, F. M. Reguladores de crescimento. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Algodão, 2000. 296 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LESSA, L. S. Avaliação agronômica, seleção simultânea de caracteres múltiplos em híbridos diplóides (aa) e desempenho fisiológico de cultivares de bananeira. 2007. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia.

LEITE, R. M. V. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 609 p.

LENTZ, D.; POHL, M. E. D.; POPE, K. O.; WYATT, A. R. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in México. **Economic Botany**, New York, v. 55, n. 3, p. 370-376, 2001.

LJUNG, K.; HULL, A.K.; KOWALCZYK, M.; MARCHANT, A.; CELENZA, J.; COHEN, J.D.; SANDBERG, G. Biosynthesis, conjugation, catabolism and homeostasis of indole-3-acetic acid in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Molecular Biology**, Umea, v. 50, n. 2, p. 309-332, 2002.

LONG, M.; FEIL, B.; DIEPENBROCK, W. Effects of plant density, row spacing and row orientation on yield and achene quality in rainfed sunflower. **Acta Agronomica Hungarica**, Budapest, v. 49, n. 4, p. 397-407, 2001.

MACHADO, C. S.; CARVALHO, C. A. L.; NASCIMENTO, A. S.; LEITE, I. B.; PEREIRA, L. L. Característica de dois híbridos de *Helianthus annuus* cultivados no Recôncavo Baiano. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16., 2005, Londrina: **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2005. p. 80-81.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MILLÉO, M. V. R.; VENÂNCIO, W. S.; MONFERDINI, M. A. Avaliação da eficiência agronômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays L.*). **Arquivos Instituto Biologia**, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 1-145, 2000.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agronômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2008.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 51-76, 2011.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S. Efeito de épocas de semeadura e densidades de plantas sobre o rendimento de cultivares de soja no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 2, p. 265-293, 2002.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Instituto Agronômico. Campinas, 1987. 33 p. (IAC-Boletim Técnico n. 114).

PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V. Emprego de Reguladores de crescimento em viticultura. In: Viticultura e Enologia: atualizando conceitos. Belo Horizonte: EPAMIG- FECD, 2002. p. 59-81.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 491-499, 2007.

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.; GALLI, J. A.; AMORIM, E. P.; SILVA, M. R.; MARTINS, A. L. M.; Semeadura do híbrido Lyra de mamona (*Ricinus communis* L.) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 2, p. 481-486, 2008.

REDE BAIANA DE BIOCOMBUSTÍVEL. **Oleaginosas da Bahia**, 2005. Disponível em: <<http://www.redebaianadebiocombustivel.ba.gov.br/index.php?menu=oleaginosa>>. Acesso em: 18 set. 2008.

REES, M.; BERGELSON, J. Asymmetric light and founder control in plant communities. **Journal Theory Biology**. Amsterdam, v. 184, n. 3, p. 353-358, 1997.

RIBEIRO, L. R. Girassol: opção de cultivo para a produção de óleo comestível. In: SIMPÓSIO AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 1998, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza : EMBRAPACNPAT, 1998. p. 58-62.

SAKAKIBARA, H. Cytokinins: activity, biosynthesis and translocation. **Annual Review of Plant Biology**, Yokohama, v. 13, n. 1, p. 431-449, 2006.

SANCHES, F. R. Efeito de ácido giberélico na floração da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.). 2001, 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SANDERSON, M. A.; ELWINGER, G. F. Plant density and environment effects Orchardgrass-White clover mixtures. **Crop science**. Madison, v. 42, n. 6, p. 2055-2063, 2002.

SANTOS, C. M. G. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento do algodoeiro. 2004. 61f. Tese (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Cruz das Almas.

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.

SANTOS, C. R. S. dos. Stimulate na Germinação de sementes e vigor de plântulas e no crescimento inicial da soja. 2009. 55f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SANTOS, E. J.; PRADO, A. K. S.; PIZZOLATO, A. C.; MEDINA, C. L. Efeito de bioestimulantes vegetais sobre o florescimento da laranjeira pêra induzida por deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 9., 2003, Atibaia. **Resumos...** Atibaia: IAC, UNICAMP, USP, 2003. p. 226.

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.

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.

SILVA, J. A. B.; LAGÔA, A. M. M. A.; MACHADO, E. C. Teores de ácido abscísico (ABA) e ácido 3-indol-acético (AIA) em órgãos florais de laranjeiras com clorose variegada dos citros (CVC). CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA

VEGETAL, 9., 2003, Atibaia. **Resumos...** Atibaia: IAC, UNICAMP, USP, 2003, p. 240.

SILVA, A. G.; PIRES, R.; MORÃES, E. B.; OLIVEIRA, A. C. B.; CARVALHO, C. G. P.; Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 31-38. 2009.

SILVEIRA, P. S.; VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. G.; GONÇALVES, C. A. Stimulate<sup>®</sup> na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento inicial e produtividade de soja. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 1, p. 67- 74, 2011.

SILVEIRA, J. M.; CASTRO, C.; MESQUITA, C. M.; PORTUGAL, F. A. F. Semeadura e manejo da cultura do girassol. In: LEITE; R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 375-409.

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

SOUZA, L. H. B. Crescimento e desenvolvimento da cultura do girassol no Recôncavo da Bahia. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia, Salvador.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2009, 820p.

UNGARO, M. R. G. Potencial da cultura do girassol como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel. In: CAMARA, G. M.; HEIFFIG, L. S. (ed.) **Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para o biodiesel**. Piracicaba: ESALQ, 2006. p. 57-80.

VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.). 2001. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. (EDS.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p. 79-104.

WALLACE, R. H.; SCHWARTING, A. E. Study of chlorophyll in a white mutant strain of *Helianthus annuus*. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 29, n. 5, p. 431-436, 1954.

ZAREA, M. J.; GHALAVAND, A.; DANESHIAN, J. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 25, n. 4, p. 513-518, 2005.

## **CAPÍTULO 1**

### **STIMULATE<sup>®</sup> NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE GIRASSOL<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo aceito para publicação pelo Comitê Editorial do periódico científico Bioscience Journal

## STIMULATE<sup>®</sup> NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE GIRASSOL

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a ação do Stimulate<sup>®</sup> 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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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<sup>®</sup> (4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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.



## STIMULATE<sup>®</sup> IN SEED GERMINATION, SEEDLING VIGOR AND EMERGENCE OF SUNFLOWER

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effects of Stimulate<sup>®</sup> 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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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, Agrobél 962 and Agrobél 972. The seeds were subjected to two treatments: T1 = 4 mL solution containing Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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<sup>®</sup> (4 mL Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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.

## 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 e CASALI, 1999; ALLEONI et al., 2000; VIEIRA e CASTRO, 2001; ARAGÃO et al., 2003; VIEIRA e CASTRO, 2004; ALONI et al., 2006; KLAHOLD et al., 2006; SVERSSON, 2006; FERRARI et al., 2008; ALBRECHT et al., 2009; ALBRECHT, BRACCINI e SCAPIM, 2010; VANNESTE e 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<sup>®</sup> 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 e 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 semeadura interferem nos parâmetros agronômicos da cultura do girassol e que os reguladores presentes no Stimulate<sup>®</sup> 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<sup>®</sup>, 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<sup>®</sup> (ácido indolbutírico 0,005%, cinetina 0,009% e ácido giberélico 0,005%) e sementes da variedade Catissol 01 e dos híbridos Agrobél 962 e Agrobél 972. As sementes foram adquiridas em instituições idôneas, 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 Agrobél 962 e 4,9% para e Agrobél 972, determinadas pelo método de estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  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<sup>®</sup>.

**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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução aquosa e como controle água (0,0 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup>), 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 semeadura (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°C ± 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<sup>®</sup>), 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 e KRONKA, 2006).

Para o estudo das diferentes concentrações de Stimulate<sup>®</sup> 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<sup>-1</sup> 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 <sup>ns</sup>	65,77**	77,14**	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
CONC ST	5	0,24**	0,23**	0,95 <sup>ns</sup>	36,48**	36,98**	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
TEMPOS*CONC ST	10	0,06**	0,06**	1,00*	20,42**	29,26**	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
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	25,0	5,10	12,97	18,10	0,00	0,01	0,02

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo.

Os desdobramentos das interações significativas dos tratamentos tempos de pré-embrição 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de solução, sendo que na concentração 4,0 os resultados entre os tempos de 7 e 10 horas não diferiram estatisticamente. Conseqüentemente, 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<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> ) - Germinação total %					
	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 <sup>-1</sup> ) - 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<sup>®</sup>, referente ao comprimento da parte aérea de plântulas de girassol aos 4 DAS.

Tempos	Doses de Stimulate (mL L <sup>-1</sup> ) – 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	5,94 a	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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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 e FRIML, 2009). Segundo Sversson (2006), as zonas de alongamento das 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<sup>®</sup>, referente ao comprimento da raiz de plântulas de girassol aos 4 DAS.

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

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<sup>®</sup>, referente ao comprimento total de plântulas de girassol aos 4 DAS.

Tempos	Doses de Stimulate (mL L <sup>-1</sup> ) – Comprimento total (cm)					
	0	1	2,5	4,0	5,5	7,0
4h	15,87 a	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 b	12,09 b	12,52 b
10h	19,13 a	20,52 a	19,62a	19,61 a	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.

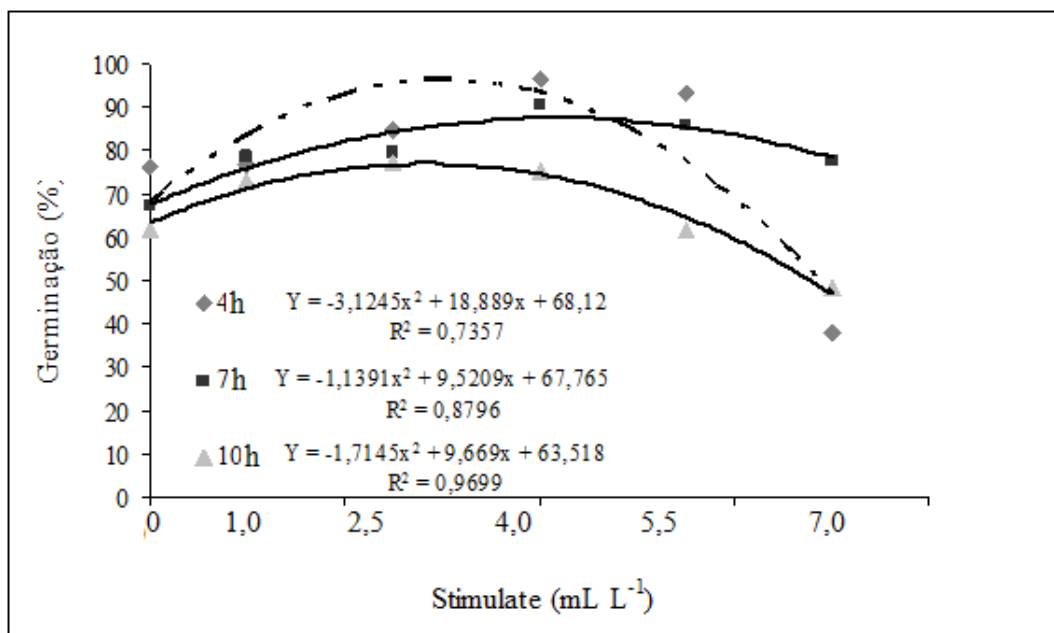
Verifica-se que para todas as variáveis analisadas, o tempo de 4 horas apresentou melhores resultados em relação aos demais tempos avaliados, sendo isto observado principalmente na concentração de 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução. Esses resultados estão de acordo com Santos e Vieira (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<sup>®</sup> 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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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-embrição de 10h, verificou-se que na concentração de 2,8 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> 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 nucléicos, 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 e ZEIGER, 2008).



**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.

Após o desdobramento da interação doses de Stimulate<sup>®</sup> 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 testados 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<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, observam-se os menores índices de plântulas anormais.

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<sup>®</sup> 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).

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<sup>®</sup> 0,5 kg<sup>-1</sup> de semente inibiu o processo de germinação e a qualidade da muda de jatobá, aos 40 DAS.



**Figura 2.** (A) Plântulas normais de girassol oriundas de sementes submetidas à pré-embebição em solução contendo 4,0 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de solução por 10 horas, aos 4 DAS.

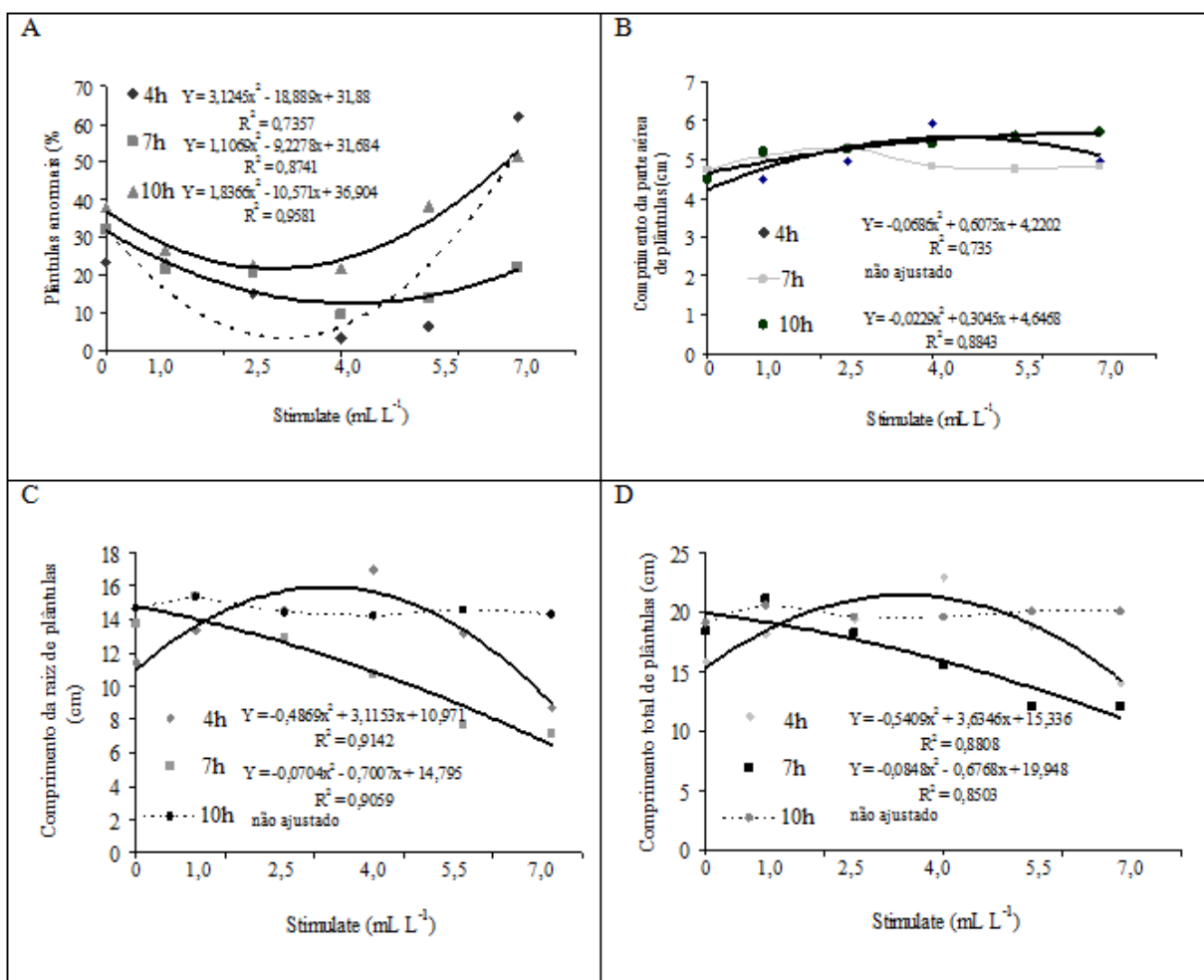
Quanto ao tempo prolongado de exposição das sementes, Perez et al. (1999), também não encontraram resultados promissores em sementes de madeira nova (*Pterogyne nitens Tul.*), quanto à sua viabilidade e vigor, quando utilizaram a imersão em água por 24, 48 e 72 horas, sugerindo que o processo germinativo 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 da 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.

Para o tempo de pré-embrição 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de solução. Essa concentração promoveu um crescimento estimado de 5,7 cm, o que representa 22% de incremento em relação ao controle (Figura 3B).



**Figura 3.** Desdobramento da interação doses de Stimulate® dentro de tempos de pré-embrição 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 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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 tratamento 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
GENÓT	2	6503,166**	662,608 <sup>ns</sup>
DOSES ST	1	1176,000*	49,69 <sup>ns</sup>
GENÓT* DOSES ST	2	174,500**	2,76 <sup>ns</sup>
ERRO	18	18,444	3,30
		11,00	7,49
CV (%)		36,83	24,25
MÉDIA GERAL			

\*\*Significativo a 1% de probabilidade. <sup>ns</sup> 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 Agrobrel 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 Agrobrel 962, enquanto Catissol 01 e Agrobrel 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 Agrobrel 962, uma emergência de 64%, enquanto Catissol 01 e Agrobrel 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 Agrobrel 962, foi de 67% e 28%, respectivamente. Apesar de não diferir estatisticamente, o híbrido Agrobrel 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 <sup>-1</sup> /4h)
Agrobel 962	54 aB	69 aA
Catissol 01	33 bB	55 bA
Agrobel 972	4,0 cA	8,0 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<sup>-1</sup> 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).



## CONCLUSÕES

A pré-embebição de sementes de girassol por um período de 4 horas no intervalo de 3,0 a 4,0 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> 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.

## 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. 609-1619, 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.

## **CAPÍTULO 2**

### **BIOESTIMULANTE VEGETAL NO CRESCIMENTO INICIAL E NO SISTEMA RADICULAR DE PLANTAS DE GIRASSOL<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Artigo submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira

## BIOESTIMULANTE VEGETAL NO CRESCIMENTO INICIAL E NO SISTEMA RADICULAR DE PLANTAS DE GIRASSOL

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o crescimento inicial e o sistema radicular de plantas de girassol (*Helianthus annuus L.*) em condições de rizotron, sob tratamento com o bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup>. Utilizaram-se sementes de girassol dos genótipos Catissol 01 e Agrobél 962 além do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup>. As sementes de girassol dos dois genótipos foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 = pré-embebição de sementes em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução durante 4 horas, T2 = pré-embebição de sementes em água durante 4 horas e T3 = controle, sementes sem nenhum tratamento. Em seguida as sementes, foram colocadas nos rizotrons em casa de vegetação. Ao final do experimento, sete dias após a semeadura (DAS), avaliou-se: comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total de plantas (CTP), crescimento radicular vertical total (CRVT), crescimento radicular vertical diário (CRVD), velocidade de crescimento radicular vertical diário da raiz primária (VCRD), comprimento radicular total (CRT), massa seca de haste (MSH), folha (MSF), raiz (MSR) e total de plantas (MST). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado no esquema fatorial 2 x 3 (dois genótipos e três tratamentos), com quatro repetições, contendo uma planta em cada rizotron. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O uso do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> foi mais eficiente no crescimento inicial de plantas de girassol e promoveu melhor crescimento da raiz pivotante.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus L.*, Stimulate<sup>®</sup>, pré-embebição de sementes, rizotron.

## PLANT BIOSTIMULANT IN THE INITIAL GROWTH AND IN THE ROOT SYSTEMS OF SUNFLOWER PLANTS

**ABSTRACT:** The study aimed to evaluate the initial growth and the roots of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) under conditions of rizotron, under treatment with plant biostimulant Stimulate<sup>®</sup>. It was used for sunflower seeds genotypes Catissol 01 and 962 Agrobela beyond the plant biostimulant Stimulate<sup>®</sup>. The sunflower seeds of the two genotypes were subjected to the following treatments: T1 = pre-soaking of seeds in 4 mL of Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> solution for 4 hours, T2 = pre-soaking of seeds in water for 4 hours and T3 = control, seeds without any treatment. Then the seeds were placed in rizotrons in a greenhouse. At the end of the experiment, seven days after seeding (DAS), were evaluated: shoot length (CPA), total length of plants (CTP), total vertical root growth (CRVT), daily vertical root growth (CRVD), root growth speed, daily primary vertical root (VCRD), total root length (CRT), stem dry weight (MSH), leaf (MSF), root (MSR) and total plant (MST). The experimental design was completely randomized in a factorial 2 x 3 (two genotypes and three treatments) with four replications with one plant in each rizotron. Data were subjected to analysis of variance and treatment means to the Tukey's test at 5% probability. The use of plant biostimulant Stimulate<sup>®</sup> was more effective in the initial growth of sunflower plants and promoted better growth of the tap root.

**Key-words:** *Helianthus annuus* L, Stimulate<sup>®</sup>, pre-soaking seeds, rizotron.



## INTRODUÇÃO

As plantas com sistema radicular profundo e vigoroso e com grande massa de raízes são mais tolerantes ao déficit hídrico no solo, em função do maior perfil do solo explorado, incrementando a absorção de água e de nutrientes e a ancoragem da planta (CASTRO; FARIAS, 2005). Para o girassol, esta característica também é válida, principalmente, pelo fato de que normalmente é cultivado em condições de safrinha, com grande restrição de água a partir do início do florescimento (LEITE et al., 2005).

Diferentes resultados de pesquisa preconizam o uso de biorreguladores como forma de acelerar e incrementar a germinação das sementes e, também, promover o crescimento das plantas (LEITE et al., 2003; ALONI et al., 2006; SVERSSON, 2006; PRADO NETO et al. 2007; CASTRO et al., 2008; VANNESTE; FRIML, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2009; SANTOS et al., 2011; ANASTASIA et al., 2012, DANTAS et al., 2012).

O Stimulate<sup>®</sup> 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 e VIEIRA, 2005). Segundo Dantas et al. (2012), a aplicação de reguladores de crescimento durante os estágios 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 rápida e uniforme, melhorando a absorção de nutrientes e o rendimento.

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 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.

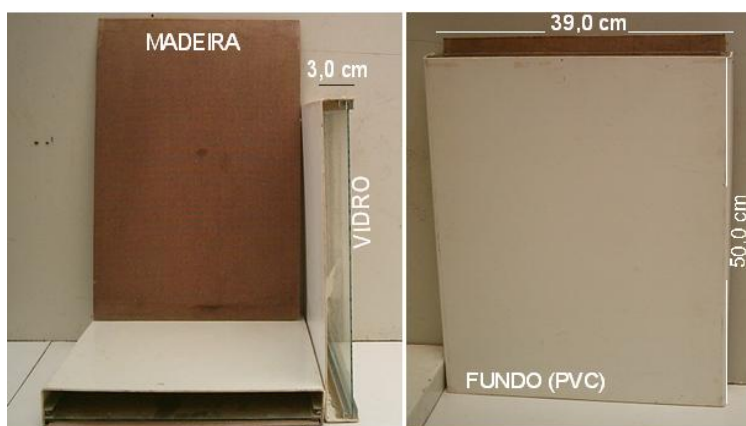
São várias as questões relevantes a respeito do crescimento, desenvolvimento inicial de plantas e do sistema radicular do girassol, que podem ser respondidas por meio de observações naturais realizadas com auxílio de

instrumentos como rizotrons. Neste contexto, objetivou-se avaliar o crescimento inicial e o sistema radicular de plantas de girassol (*Helianthus annuus L.*) em condições de rizotron, sob tratamento com o bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no município de Cruz das Almas – BA. Utilizaram sementes de girassol dos genótipos Catissol 01 e Agrobél 962, além do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> (0,009% de cinetina, 0,005% de ácido indolbutírico e 0,005% de ácido giberélico). As sementes de girassol dos dois genótipos foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 = pré-embebição de sementes de girassol em solução aquosa de 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução durante 4 horas, T2 = pré-embebição de sementes em água durante 4 horas e T3 = controle, sem pré-embebição.

Com a finalidade de observar os efeitos dos tratamentos sobre o crescimento inicial de plantas e do sistema radicular do girassol, utilizou-se 24 rizotrons de formato retangular com uma altura de 50,0 cm, largura com 39,0 cm e 3,0 cm de espessura, dispostos em bancadas com 25° de inclinação com a horizontal. Os rizotrons foram constituídos de PVC de poliestileno, vidro transparente (4,0 mm), canaletas de alumínio e madeira, com volume de 5.850 cm<sup>3</sup> (Figura 1).



**Figura 1:** rizotrons utilizados para o estudo do crescimento radicular de plantas de girassol. Fonte: acervo pessoal do Prof. Dr. Elvis L. Vieira.

Após o tratamento das sementes, a semeadura foi realizada deixando três sementes em cada rizotron, estes, foram colocados em casa de vegetação sobre mesa de madeira e inclinados em sua face plana contendo vidro (4 mm), formando um ângulo de 25° com a vertical (GLINSKI et al. 1993), o que favoreceu o crescimento e espalhamento das raízes sobre a face interna do vidro do rizotron, facilitando a visualização, as mensurações e a obtenção dos desenhos dos sistemas radiculares das plantas. Todo o sistema foi umedecido, de modo a manterem o substrato próximo à capacidade de campo durante 7 dias. Aos 3 DAS, foi realizado um desbaste deixando uma plântula em cada rizotron.

A partir dos desenhos dos sistemas radiculares efetuados com canetas permanente, em folhas de plásticos transparentes identificadas e afixadas na face externa do vidro, foi possível determinar o crescimento radicular diariamente até o final do experimento. Foram realizadas medições diárias da raiz pivotante para os dois genótipos. As avaliações foram finalizadas quando a primeira raiz pivotante tocou a parte inferior do rizotron, o que ocorreu aos 7 DAS.

Ao final do experimento, 7 DAS, avaliaram-se: comprimento da parte aérea (CPA), em cm, comprimento total de plantas (CTP), em cm, crescimento radicular vertical total (CRVT), em cm, crescimento radicular vertical diário (CRVD), em cm, velocidade de crescimento radicular vertical diário da raiz primária (VCRD), em  $\text{cm dia}^{-1}$ , comprimento radicular total (CRT - raiz principal + secundárias), em cm, e massa seca de haste (MSH), folha (MSF), raiz (MSR) e total (MST) de plantas, em gramas. A determinação do comprimento da raiz e da haste foi realizada com uma régua graduada (BRASIL, 2009). As massas secas foram 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 2 x 3, dois genótipos de girassol (Catissol 01 e Agrobél 962) e três tratamentos (T1, T2 e T3), com quatro repetições, contendo uma planta em cada rizotron. Os dados foram submetidos à análise de variância 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise de variância, observou-se o desdobramento da interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre genótipos e tratamentos para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), crescimento radicular vertical total (CRVT), crescimento radicular vertical diário (CRVD), velocidade de crescimento radicular vertical diário da raiz primária (VCRD), comprimento total de plantas (CTP), massa seca de haste (MSH), massa seca de folha (MSF) e a massa seca total (MST). Contudo, os resultados para o comprimento radicular total (CRT) (raiz principal + secundárias) e massa seca de raiz (MSR) não diferiram estatisticamente ( $p > 0,01$ ) para os tratamentos utilizados.

Na variedade Catissol 01, foi observado incremento em plantas submetidas ao tratamento com Stimulate<sup>®</sup> (T1) em relação ao controle (T3), para as variáveis: comprimento da parte aérea das plantas (CPA), crescimento radicular vertical total (CRVT), velocidade de crescimento radicular vertical diário da raiz primária (VCRD), comprimento total de plantas (CTP), massa seca de haste (MSH), massa seca de folha (MSF) e massa seca total (MST) na ordem de 48%, 24%, 24,3, 25%, 93%, 163% e 138%, respectivamente (Tabela 1A e 1B).

Para o híbrido Agrobél 962, também foram observadas diferenças significativas, com superioridade do tratamento com o Stimulate<sup>®</sup> (T1) em relação ao controle (T3). Nas variáveis comprimento da parte aérea das plantas (CPA), crescimento radicular vertical total (CRVT), velocidade de crescimento radicular vertical diário da raiz primária (VCRD), comprimento total de plantas (CTP), massa seca de haste (MSH), massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST), verificou-se aumento significativo de T1 sobre T3 na ordem de 32%, 14%, 14,3%, 18%, 110%, 138% e 93%, respectivamente (Tabelas 1A e 1B).

O aumento expressivo observado nessas variáveis para os genótipos, principalmente para MSH, MSF e MST, apresenta vantagens como a obtenção de plantas mais vigorosas, com maior capacidade competitiva com plantas daninhas. Além disso, uma haste com maior matéria seca alocada é importante, pois poderá translocar as suas reservas para o capítulo, e em seguida para os aquênios durante a fase reprodutiva do vegetal.

Santos e Vieira (2005), também verificaram que doses crescentes de Stimulate<sup>®</sup> aumentaram proporcionalmente a massa seca de plantas de algodão,

em condições de rizotrons. Segundo esses autores o bioestimulante promoveu um significativo acúmulo de matéria seca na planta em relação ao controle, podendo este fenômeno influenciar positivamente na produção final de frutos.

Verificou-se também que em ambos os genótipos, a pré-embebição de sementes em água (T2) superou o controle (CT) para a variável MST, indicando a ação benéfica apenas da hidratação das sementes, sobre essa variável.

**Tabela 1 (A e B).** Desdobramentos das interações entre os genótipos de girassol e duas formas de tratamento de sementes mais o controle, para as médias das variáveis: comprimento total da parte aérea (CPA), comprimento radicular vertical total (CRVT), velocidade de crescimento radicular vertical diário da raiz primária (VCRD), comprimento total de plantas (CTP), massa seca de haste (MSH), massa seca de folha (MSF), massa seca total (MST) de plantas de girassol cultivadas em condições de rizotrons, aos 7 DAS.

**A**

Tratament	CPA (cm)		CRVT (cm)		VCRD (cm d <sup>-1</sup> )		CTP (cm)	
	Agr.962	Cats01	Agr.962	Cats01	Agr.962	Cats01	Agr.962	Cats01
T1=ES	10,67 bA	12,58 aA	35,33 bA	42,00 aA	5,05 bA	6,00 aA	46,00 aA	54,00 aA
T2=EA	7,22 bB	10,78 aB	22,35 bB	35,00 aB	3,36 bC	5,21 aB	29,55 bB	45,80 aB
T3=CT	8,10 aB	9,13 aB	30,97 aA	33,83 aB	4,42 aB	4,83 aB	36,45 bB	42,95 aB
CV (%)	10,15		9,06		7,03		6,95	
Média Geral	9,75		33,45		4,81		43,22	

**B**

Tratamentos	MSH (g)		MSF (g)		MST (g)	
	Agr.962	Cats01	Agr.962	Cats01	Agr.962	Cats01
T1=ES	0,061 bA	0,079 aA	0,057 bA	0,092 aA	0,189 bA	0,210 aA
T2=EA	0,042 aB	0,043 aB	0,025 bB	0,053 aB	0,130 aB	0,112 aB
T3=CT	0,029 bC	0,041 aB	0,024 bB	0,035 aC	0,098 aC	0,088 aC
CV (%)	10,00		11,00		7,70	
Média Geral	0,05		0,05		0,14	

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

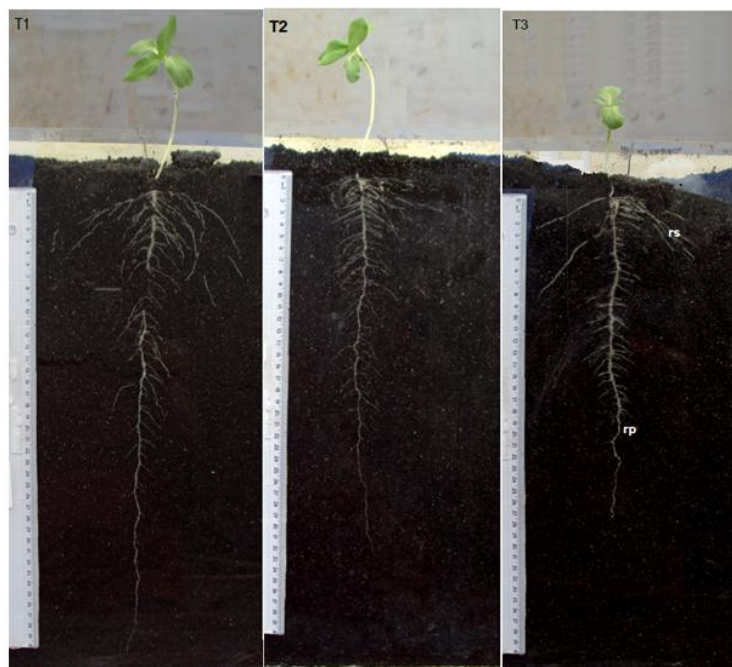
A variedade Catissol 01 apresentou maiores ganhos em comparação com o híbrido Agrobél 962, para a maioria das variáveis estudadas. Verificou-se maiores efeitos positivos do tratamento T1 sobre T3. Com exceção para a variável

massa seca de folhas (MSF), em que o híbrido Agrobelt 962 superou a variedade Catissol 01, sugerindo ser mais sensível ao bioestimulante vegetal, para essa variável. Esses resultados estão de acordo com Prado Neto et al. (2007), que 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<sup>-1</sup> de solução, superou o tratamento controle em 46,3%.

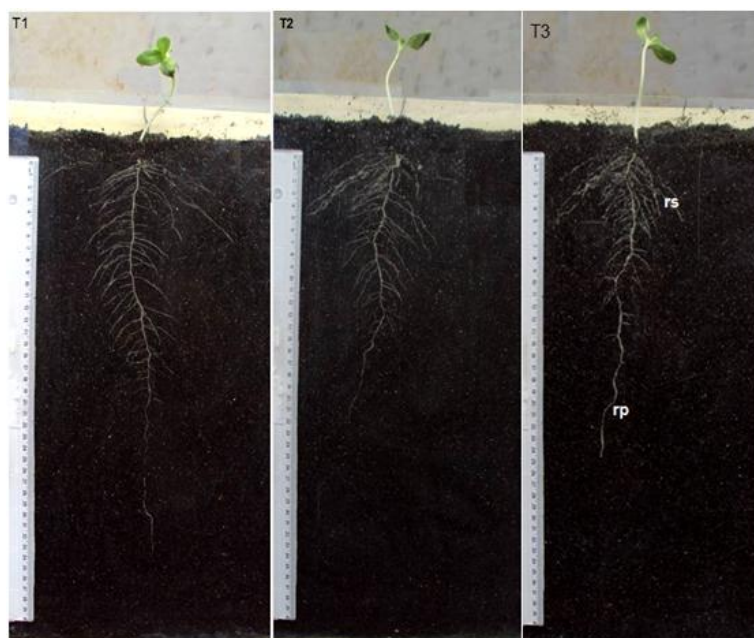
A análise de variância também revelou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) na interação entre genótipos e tratamentos para a variável crescimento radicular vertical total (CRVT) da raiz pivotante. A variedade Catissol 01 apresentou-se mais sensível ao tratamento T1 em relação ao controle (T3), quando comparado ao híbrido Agrobelt 962 (Tabela 1). Para a variedade Catissol 01 o incremento causado pelo tratamento T1 sobre T3, para a variável CRVT, foi de 24% (Figuras 1 e Tabela 1). Já o híbrido Agrobelt 962, o tratamento T1 (35,33 cm) diferiu estatisticamente de T2 (22,35 cm) e promoveu um aumento no CRVT de 58% (Tabela 1 e Figura 2).

Nas sementes de girassol tratadas com o bioestimulante Stimulate®, observou-se maior ramificação radicular, ou seja, maior número de raízes secundárias (Figura 1). O aumento no número de raízes secundárias tem grande influência em todo o vegetal, pois essas extremidades (regiões meristemática) são locais de biossíntese de citocininas. Para Taiz e Zeiger (2009), o meristema apical da raiz é o principal local de síntese de citocininas em plantas e estas são translocadas via xilema para a parte aérea da planta e quando se encontram nas folhas, são relativamente imóveis.

Castro et al. (2008), verificaram que em condições de rizotrons, aos 15 DAE, o crescimento das raízes de soja tratadas com Stimulate® (500 mL Stimulate® 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) superou o controle e aos demais tratamentos utilizados. Portanto, plantas com raízes mais numerosas são mais tolerantes ao déficit hídrico do solo, podendo também incrementar a absorção de água e de nutrientes pela planta.



**Figura 1.** Plantas de girassol da variedade Catissol 01, T1: oriundas de sementes pré-embebidas com Stimulate® (4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução durante 4 horas), T2: oriundas de sementes pré-embebidas em água durante 4 horas e T3: controle, em condições de rizotron aos 7 DAS. Raízes secundárias (rs) e raiz pivotante (rp).



**Figura 2.** Plantas de girassol do híbrido Agrobel 962, T1: oriundas de sementes pré-embebidas com Stimulate® (4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução durante 4 horas), T2: oriundas de sementes pré-embebidas em água durante 4 horas e T3: controle, em condições de rizotron aos 7 DAS. Raízes secundárias (rs) e raiz pivotante (rp).

Ao analisar o crescimento radicular vertical diário (CRVD), observou-se que a partir do 4º DAS, (Figuras 3 e 4) a raiz pivotante, mostrou-se menos responsiva à ação dos reguladores vegetais presentes no bioestimulante Stimulate® para os dois genótipos. Para Santos e Vieira (2005), essa menor resposta das raízes à ação dos reguladores exógenos deve-se ao fato das raízes se constituírem em uma das principais zonas de biossíntese de hormônios, sendo a ação e concentração específicas para diferentes partes do vegetal.

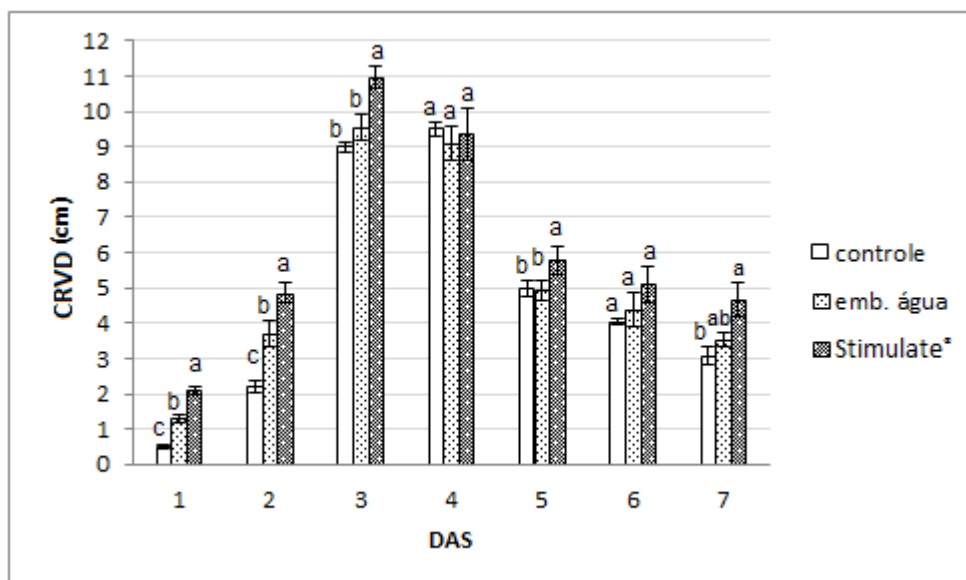
Independente dos tratamentos utilizados, observou-se picos no CRVD da raiz pivotante, tanto para a variedade Catissol 01 (Figura 3) quanto para o híbrido Agrobél 962 (Figura 4), aos 3 DAS e 4 DAS, respectivamente. Verificou-se médias de crescimento de 11 cm para Catissol 01 (3 DAS) e 7,5 cm para Agrobél 962 (4 DAS), para sementes pré-embebidas com Stimulate® (T1).

Para a variedade Catissol 01, durante todo o período de avaliação, as plantas oriundas de sementes pré-embebidas com Stimulate® (T1), apresentaram um crescimento diário superior aos demais tratamentos (Figura 3). Sendo que no 4º dia, os tratamentos não diferiram estatisticamente e ambos apresentaram comprimento da raiz pivotante de aproximadamente 9,4 cm (Figura 3).

Verificou-se também, que a pré-embebição das sementes em água (T2), promoveu médias superiores em relação ao controle (T3), aos 2 e 3 DAS para a variedade Catissol 01 (Figura 3), o que durante todo período de avaliação não foi observado no híbrido Agrobél 962 (Figura 4). Portanto, para ambos os genótipos, T2 promoveu média inferior a T1, evidenciando os efeitos fisiológicos do Stimulate® no crescimento inicial da raiz pivotante no período estudado (7 DAS) para o CRVD.

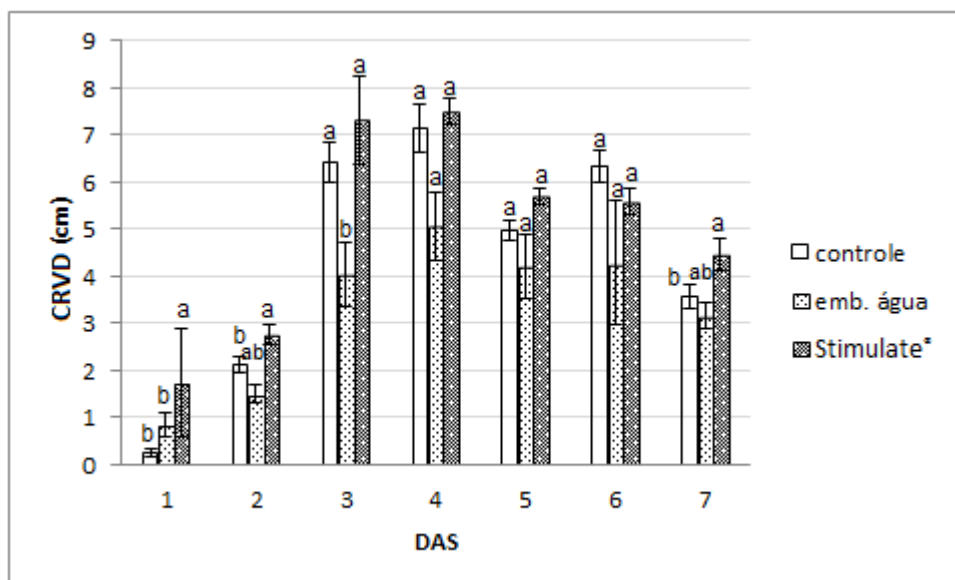
A queda no crescimento da raiz pivotante observada a partir do 4º e 5º DAS do CRVD, em ambos os genótipos, provavelmente surgiram em função da partição de reservas no interior do aquênio durante a germinação e emergência. Antes desse período, a degradação (hidrólises) de biomoléculas que ocorre em função da presença do GA<sub>3</sub> é destinada principalmente ao crescimento e emissão da radícula. A partir desse período (4º e 5º dias), com o desenvolvimento da haste, a partição de nutrientes dentro do aquênio fica mais equilibrada, reduzindo com isso o CRVD (Figuras 3 e 4).





**Figura 3.** Desempenho do crescimento radicular vertical diário (CRVD) de plantas de girassol da variedade Catissol 01, em resposta a três tratamentos: T1: plantas oriundas de sementes pré-embecidas com Stimulate<sup>®</sup> (4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução durante 4 horas), T2: plantas oriundas de sementes pré-embecidas em água durante 4 horas e T3: controle, durante 7 dias. Em cada dia, colunas com a mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores representam médias de 4 repetições (n=4) e as barras verticais representam o desvio padrão. Coeficientes de variação: 1 DAS = 14,50; 2 DAS = 15,7; 3 DAS=5,94; 4 DAS=11,60; 5 DAS=11,06; 6 DAS=18,26; 7 DAS=17,80.

Embora o crescimento da parte aérea possa ser expressivamente aumentado, principalmente pela presença do GA<sub>3</sub>, ele tem pouco ou nenhum efeito sobre o crescimento das raízes. Uma hipótese seria, que a via de transdução de sinal requerida para induzir o crescimento associado às giberelinas não seja expressa nas raízes. Além disso, os resultados mostram que a parte aérea pode tornar-se um forte dreno por nutrientes da planta em detrimento da raiz. Com relação a esses processos fisiológicos, Sversson (2006) explica que as zonas de alongamento das 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. Contudo, Leite et al. (2003) verificaram que a emergência das plantas de soja e o comprimento das raízes foram reduzidos com o tratamento de sementes com giberelina e citocinina, porém com o decorrer do experimento a diferença no crescimento radicular desapareceu.



**Figura 4.** Desempenho do crescimento radicular vertical diário (CRVD) de plantas de girassol do híbrido Agrobelt 962, em resposta a três tratamentos: T1: plantas oriundas de sementes pré-embebidas com Stimulate® (4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução durante 4 horas), T2: plantas oriundas de sementes pré-embebidas em água durante 4 horas e T3: controle, durante 7 dias. Em cada dia, colunas com a mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores representam médias de 4 repetições (n=4) e as barras verticais representam o desvio padrão. Coeficientes de variação: 1 DAS=14,50; 2 DAS=18,00; 3 DAS=24,63; 4 DAS=15,00; 5 DAS=17; 6 DAS=20,00; 7 DAS =15,68.

Emergência e crescimento inicial rápidos oferecem vantagens ao vegetal, pois refletem diretamente no vigor da plântula e, conseqüentemente, na sua estratégia de sobrevivência. Segundo Leite et al. (2005), o atraso na emergência expõe a semente em germinação ao ataque de patógenos e pragas presentes no solo. Além disso, plantas com sistema radicular profundo e vigoroso e com grande massa de raízes são mais tolerantes ao déficit hídrico do solo, em função do maior perfil do solo explorado, incrementando a absorção de água e de nutrientes e a ancoragem da planta.

## CONCLUSÕES

- O uso do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> é mais eficiente no crescimento inicial e no sistema radicular de plantas de girassol, promovendo melhor crescimento da raiz pivotante nos dois genótipos avaliados;
- O sistema radicular da variedade Catissol 01 mostrou-se mais sensível à ação do produto.

## 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.

ANASTASIA E.; GIANNAKOULA, A. E.; ILIAS, I. F.; MAKSIMOVIC, J. J. D.; MAKSIMOVIC, V. M.; ZIVANOVI, B. D. The effects of plant growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 46-53, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 399p.

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 163-218.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.10, p.1311-1318, 2008.

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.

GLINSKI, D. S.; KARNOK, K. J.; CARROW, R. N. Comparison of reporting methods for root growth data from transparent interface measurements. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 1, p. 310-314, 1993.

LEITE, R. M. V. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 609 p.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

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 e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 693-698, 2007.

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.; CARVALHO, E. V.; LEDO, C. A. S. Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à pré-embebição de sementes e pulverização foliar com giberelina, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1855-1866, 2011.

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, 2009. 820p.

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

## **CAPÍTULO 3**

### **AÇÃO DO STIMULATE® NO CRESCIMENTO INICIAL E FORMAÇÃO DO BOTÃO FLORAL DE PLANTAS DE GIRASSOL<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup> Artigo publicado no periódico científico *Comunicata Scientia*.

## **AÇÃO DO STIMULATE<sup>®</sup> NO CRESCIMENTO INICIAL E FORMAÇÃO DO BOTÃO FLORAL DE PLANTAS DE GIRASSOL**

**RESUMO:** O objetivo desse estudo foi avaliar a ação do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> no crescimento inicial e na formação do botão floral do girassol (*Helianthus annuus L.*). Foram utilizados três genótipos de girassol (Agrobel 962, Agrobel 972 e Catissol 01), semeados no substrato comercial Vivato<sup>®</sup> e o bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> (0,009% de cinetina, 0,005% de ácido indolbutírico e 0,005% de ácido giberélico). Os tratamentos foram: T1 = controle, T2 = pré-embebição de sementes em água, T3 = sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, T4 = pré-embebição de sementes em água + pulverização foliar com água, T5 = pulverização foliar com água, T6 = sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução e T7 = pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução. Aos 9, 13 e 16 dias após a semeadura (DAS) realizou-se pulverizações foliares e aos 30 DAS avaliou-se: o comprimento da parte aérea, da raiz e total de plantas, massa seca da haste, folha, raiz e total de plantas, número de folhas, diâmetro da haste e área foliar. O experimento foi planejado da seguinte forma: etapa 1 – foi avaliado o crescimento inicial de dois híbridos. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 7 x 2 (7 tratamentos e 2 híbridos de girassol), com oito repetições. Etapa 2: foi avaliado o crescimento inicial da variedade Catissol 01(30 DAS), além da influência dos tratamentos na formação do botão floral, aos 30 e 34 DAS. Para o estudo do crescimento dos genótipos, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. A utilização do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> na pré-embebição de sementes mais a posterior pulverização foliar com solução de Stimulate<sup>®</sup> (T6), foi mais eficiente na promoção do crescimento inicial e estimula precocemente a formação do botão floral.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus L.*, bioestimulante vegetal, desenvolvimento, florescimento.

## STIMULATE® ACTION IN THE INITIAL GROWTH AND IN THE FORMATION OF SUNFLOWER PLANT FLORAL BUD

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effects of plant biostimulant Stimulate® on the growth and the floral bud formation in sunflower plants (*Helianthus annuus* L.). We used three sunflower genotypes (Agrobel 962, Agrobel 972 and Catissol 01), the substrate seeded commercial Vivato® and plant biostimulant Stimulate® (0,009% kinetin, 0,005% lindolebutyric acid and 0,005% gibberellic acid). The treatments were: T1 = control, T2 = pre-soaking seeds in water, T3 = Seeds pre-soaked in 4 mL of Stimulate® L<sup>-1</sup> solution, T4 = presoaking seeds in water + foliar spray with water, T5 = foliar spray with water, T6 = Seeds pre-soaked in 4 mL of Stimulate® L<sup>-1</sup> solution + foliar spray with 4 mL of Stimulate® L<sup>-1</sup> solution and T7 = foliar spray with 4 mL Stimulate® L<sup>-1</sup> solution. At 9, 13 and 16 days after seeding (DAS) was held foliar sprays and at 30 DAS was evaluated: the length of shoot, root and total plant, dry mass of the stem, leaf, root and total plant, number of leaves, stem diameter and leaf area. The experiment was designed as follows: Step 1 – it was rated the initial growth of two hybrids. The experimental design was completely randomized in a factorial 7 x 2 (7 treatments and 2 sunflower hybrids) with eight replications. Step 2: we evaluated the initial growth of the variety Catissol 01 (30 DAS), beyond the influence of treatments on flower bud formation at 30 and 34 DAS. To study the growth of the genotypes, the data were subjected to analysis of variance and treatment means by Tukey's test at 5% probability. The use of plant biostimulant Stimulate® pre-soaking of seeds over the subsequent foliar spray with solution Stimulate® (T6), was more effective in promoting early growth and stimulates early formation of the flower bud.

**Key-words:** *Helianthus annuus* L, plant biostimulant, development, flowering.



## INTRODUÇÃO

A produtividade e as características morfológicas de cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) podem ser modificadas por manejo de adubação e da genética ou por mudanças nos fatores específicos da regulação de seu desenvolvimento, como os hormônios.

Segundo Dantas et al. (2012), a aplicação de reguladores de crescimento durante os estágios iniciais de desenvolvimento da planta promove o crescimento da raiz, permite a rápida recuperação da planta após o estresse hídrico, aumenta a resistência a insetos, pragas, doenças e nematóides. Além disso, promove o estabelecimento de plantas rápido e uniforme, pois melhora a absorção de nutrientes.

O Stimulate<sup>®</sup> 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; VIERA, 2005). Os reguladores de crescimento (cinetina (citocinina), ácido indolbutírico (auxina) e ácido giberélico (giberelina)), presentes no Stimulate<sup>®</sup>, podem alterar a fisiologia das plantas, causando alterações em diversos aspectos de interesse agrônômico. Diversos trabalhos têm demonstrado a sua eficiência: Dourado Neto et al. (2004) em milho, Klahold et al. (2006) em soja, Echer et al. (2006) em maracujazeiro amarelo, Almeida e Vieira (2009) em *Nicotiana tabacum*, Santos et al. (2010) e Santos et al. (2012) em maracujazeiro amarelo, Dantas et al. (2012), em tamarindo e Soares et al. (2012), em alface.

As citocininas possuem grande capacidade de promover divisão celular, participando assim do processo de alongamento e diferenciação da célula, principalmente quando interagem com as auxinas, podendo também levar à formação do eixo floral (FONSECA, 2002). As auxinas possuem ação característica no crescimento celular, agindo diretamente no aumento da plasticidade da parede celular, conferindo a esta alongamento irreversível (VIEIRA; MONTEIRO, 2002).

O ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) possui efeito marcante no processo de germinação de sementes, ativando enzimas hidrolíticas que atuam no desdobramento das substâncias de reserva da semente. Também estimulam o alongamento e divisão celular (VIEIRA; MONTEIRO, 2002; STENZEL et al. 2003).

É possível que a associação dessas substâncias possa promover um crescimento inicial mais vigoroso e modificar o ciclo biológico do girassol.

Tendo em vista a escassez de pesquisas referentes ao uso do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> na cultura do girassol, objetivou-se avaliar a ação do bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> no crescimento inicial e na formação do botão floral do girassol (*Helianthus annuus L.*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação e no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Foram utilizados três genótipos de girassol (Agrobel 962, Agrobel 972 e a variedade Catissol 01) e o bioestimulante vegetal Stimulate<sup>®</sup> composto por 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido indolbutírico e 0,005% de ácido giberélico. Além do controle (CT), os tratamentos consistiram da aplicação de água ou de solução aquosa contendo 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup>, via pré-embebição de sementes ou via pulverização foliar ou a associação dessas duas formas de aplicação, conforme descrito abaixo:

T1 = controle (sem pré-embebição, CT);

T2 = sementes pré-embebidas em água (EA);

T3 = sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução (ES);

T4 = sementes pré-embebidas em água e posteriormente pulverização foliar com água (EA+PA);

T5 = pulverização foliar com água (PA);

T6 = sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução e posterior pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução (ES+PS);

T7 = pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução (PS).

Nos tratamentos em que foram utilizados pré-embebições de sementes (T2, T3, T4 e T6), utilizou-se o tempo de 4 horas.

Todas as sementes foram colocadas em sacos de polietileno (capacidade 3 kg) contendo substrato comercial Vivato<sup>®</sup>, e distribuídos na casa de vegetação. Inicialmente foram colocadas três sementes por saco e, aos 7 dias após a semeadura (DAS), realizou-se um desbaste deixando-se uma planta por saco.

Com o auxílio de um pulverizador costal com capacidade para cinco litros, foram realizadas as pulverizações foliares aos 9, 13 e 16 DAS. As pulverizações foram feitas nas primeiras horas da manhã, de forma a uniformizar o produto por toda planta, ou seja, molhadas intensamente, até ser atingido o ponto de escorrimento (COELHO et al., 1983).

Aos 30 DAS as plantas foram colhidas e fracionadas em raiz, haste e folhas. Avaliou-se: o comprimento da parte aérea, da raiz e total de plantas, massa seca da haste, folha, raiz e total de plantas, número de folhas, diâmetro da haste e área foliar. As raízes foram retiradas cuidadosamente dos sacos e lavadas para as determinações biométricas. Para a determinação do comprimento das raízes e da parte aérea foi utilizada uma régua graduada (BRASIL, 2009). A área foliar foi determinada mediante a relação da massa seca dos discos foliares (dez discos) e a massa seca total das folhas, cujos discos foliares foram obtidos com o auxílio de um perfurador de área conhecida (LIMA, 2007, PEIXOTO; CRUZ; PEIXOTO, 2011). Em seguida, todo o material foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e colocados na estufa a 65°C, até atingirem peso constante, o que ocorreu após 72 horas. Para a pesagem da massa seca utilizou-se balança de precisão (0,001 g).

O experimento foi planejado da seguinte forma: etapa 1 – foi avaliado o crescimento inicial de dois híbridos. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 7 x 2 (7 tratamentos e 2 híbridos de girassol), com oito repetições, sendo uma planta por repetição. Etapa 2: a variedade Catissol 01 foi submetida aos 7 tratamentos com 8 repetições, para avaliação do crescimento inicial das plantas (30 DAS). Diariamente, a partir dos 30 DAS, foram observadas as plantas da variedade Catissol 01 submetidas aos diferentes tratamentos, até a morfogênese para a formação do botão floral (ANEXOS B e C), o que se deu aos 34 DAS. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR para realização das análises estatísticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise de variância, verificou-se que houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para a interação entre os tratamentos e os híbridos avaliados para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), comprimento total de plantas (CTP), número de folhas (NF), massa seca de folha (MSF), massa seca de haste (MSH), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST). Contudo, a interação não diferiu estatisticamente ( $P > 0,01$ ) para as variáveis: área foliar (AF) e diâmetro da haste (DH).

O desdobramento da interação (Tabela 1A) revelou que tanto o genótipo Agrobrel 962 quanto o Agrobrel 972, o tratamento T6 (ES+PS), causou incremento sobre o tratamento controle T1 (CT). Para plantas do híbrido Agrobrel 962 submetidas a este tratamento, verificou-se incremento no comprimento da parte aérea de 27% em relação ao controle, enquanto que o híbrido Agrobrel 972 obteve 11% de incremento em relação ao controle e 28,4% em relação ao tratamento EA+PA (Tabela 1A).

Dantas et al. (2012) também observaram incremento na altura de plantas de tamarindo com o uso de Stimulate<sup>®</sup>, um acréscimo de 11,7% em relação ao controle. Dourado Neto et al. (2004), em milho, Almeida e Vieira (2009), em *Nicotiana tabacum*, verificaram resultados significativos após a aplicação foliar com Stimulate<sup>®</sup>. No entanto, Echer et al. (2006) não observaram diferenças para essa variável em maracujazeiro amarelo.

Ao avaliar a MSH, Tabela 1B, observa-se também, ganho considerável para o híbrido Agrobrel 962, este obteve um incremento de 42,9% em relação ao controle, quando submetido ao tratamento ES+PS. Portanto, as plantas do híbrido Agrobrel 972, submetidas ao tratamento ES+PS, atingiram em média 1,60 g e com isso diferiram estatisticamente de todos os tratamentos em que se utilizaram água (EA, EA+PA e PA), com incremento na MSH de 25%, 65% e 51%, respectivamente. Esse aumento é muito importante do ponto de vista fisiológico, pois segundo Castro e Farias (2005), o desenvolvimento da haste é um componente que influencia muito no acúmulo de matéria seca na planta.

**Tabela 1 (A e B).** Médias das variáveis em função do desdobramento da interação significativa entre os tratamentos e dois híbridos de girassol (Agrobel 962 e Agrobel 972). CPA=Comprimento da parte aérea, CR=comprimento da raiz, CTP=comprimento total de plantas, NF=número de folhas, MSF=massa seca de folha, MSH= massa seca de haste, MSR=massa seca de raiz e MST=massa seca total de plantas de girassol submetidas a 7 tratamentos (CT = controle, EA = sementes pré-embebidas em água, ES = sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, EA+PA = pré-embebição de sementes em água + pulverização foliar com água, PA = pulverização foliar com água, ES+PS = sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, PS = pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução), aos 30 DAS.

**(A)**

Tratamentos	CPA** (cm)		CR** (cm)		CTP** (cm)		NF*	
	Agr.962	Agr.972	Agr.962	Agr.972	Agr.962	Agr.972	Agr.962	Agr.972
1=CT	30,10 bB	37,80 aB	30,00 aA	30,31 aB	60,10 bB	68,10 aCB	11 aB	11 aA
2=EA	34,91 bAB	39,76 aAB	31,80 aA	27,70 aB	66,80 aAB	67,50 aB	13 aA	11 bA
3=ES	36,40 aA	35,63 aBC	33,80 aA	29,30 aAB	65,00 bA	70,00 aC	13 aA	11 bA
4=EA+PA	36,02 aA	32,73 bBC	30,00 aA	32,50 aAB	66,00 aAB	65,20 aC	14 aA	11 bA
5=PA	35,71 aA	35,84 aBC	29,50 bA	36,10 aA	65,30 bAB	72,00 aAB	13 aA	11 bA
6=ES+PS	38,30 bA	42,00 aA	30,61 bA	36,20 aA	69,00 bA	78,20 aA	14 aA	12 bA
7=PS	36,83 aA	38,08 aAB	30,10 aA	35,10 aAB	66,00 bAB	73,20 aAB	13 aA	11 bA
CV (%)	9,03		15,88		7,40		7,64	
Média Geral	36,43		31,65		68,01		12,06	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na horizontal e maiúscula na vertical diferem entre si pelo teste Tukey (\*\* 1%, \* 5%).

**(B)**

Tratamentos	MSF** (g)		MSH* (g)		MSR* (g)		MST**(g)	
	Agr.962	Agr.972	Agr.962	Agr.972	Agr.962	Agr.972	Agr.962	Agr.972
1=CT	1,57 aB	1,70 aCD	1,05 aB	1,35 aA	0,45 aA	0,57 aAB	3,01 aB	3,62 aBC
2=EA	1,92 aAB	1,82 aBCD	1,48 aA	1,28 aB	0,63 aA	0,51 aAB	4,03 aA	3,62 aBC
3=ES	2,08 aA	1,89 aBC	1,40 aA	1,17 aAB	0,52 aA	0,50 aAB	4,00 aA	3,60 aBC
4=EA+PA	1,98 aAB	1,57 bCD	1,40 aA	0,97 bB	0,58 aA	0,45 bB	3,96 aAB	3,00 bC
5=PA	1,90 aAB	1,45 bD	1,26 aA	1,06 aB	0,57 aA	0,46 aB	3,70 bAB	2,98 aC
6=ES+PS	2,25 aA	2,40 aA	1,50 aA	1,60 aA	0,60 aA	0,57 aAB	4,36 aA	4,54 aA
7=PS	2,00 aA	2,12 aAB	1,46 aA	1,37 aAB	0,60 aA	0,69 aA	4,01 aA	4,20 aAB
CV (%)	14,86		23,46		23,11		16,14	
Média Geral	1,90		1,31		0,55		3,76	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na horizontal e maiúscula na vertical diferem entre si pelo teste Tukey (\*\* 1%, \* 5%).

Para a variável CR, o híbrido Agrobelt 962 não sofreu efeitos significativos para os tratamentos estudados, contudo para o híbrido Agrobelt 972 houve incremento de 19,5% para plantas tratadas com ES+PS em relação ao controle, CT (Tabela 1A). A massa seca deste órgão (MSR), também se mostrou sensível à ação dos reguladores vegetais presentes no Stimulate® para o híbrido Agrobelt 972 (Tabela 1B). Quando as plantas desse genótipo foram submetidas ao tratamento PS, ocorreu incremento de 21% em relação ao controle. Este mesmo híbrido manteve a MSR sempre abaixo do controle, quando foi submetido aos tratamentos em que se utilizaram água (AE, PA, EA+PA), ou seja, apenas a hidratação, na ausência das substâncias reguladoras, não foi capaz de promover aumentos significativos.

Para as variáveis CTP e MST, o tratamento ES+PS apresentou melhores resultados, sendo observado em ambos os híbridos estudados, 15% de incremento em relação ao controle para a variável CTP. Portanto, para a MST o híbrido Agrobelt 962 obteve 45%, em quanto o Agrobelt 972 obteve 25,4% de incremento em relação ao controle.

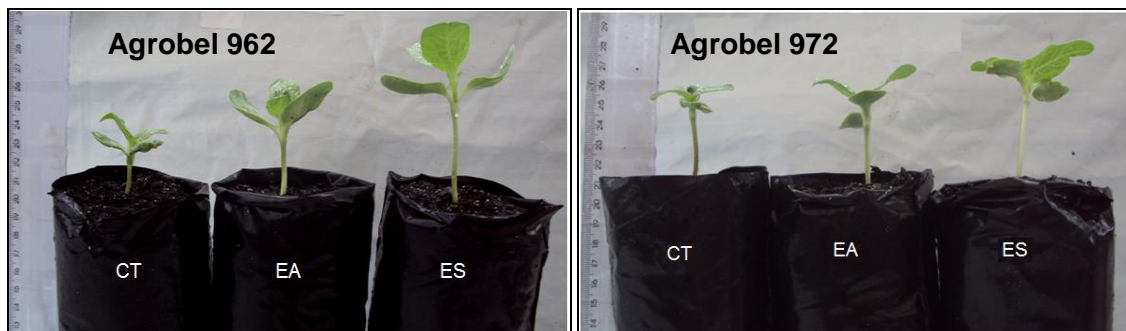
Esses resultados estão de acordo com Soares et al. (2012), que em alface, observaram que a adição de Stimulate®, via semente, incrementou o vigor das plântulas, seu comprimento total e o crescimento das raízes primárias, aumentando as chances de sucesso do estabelecimento da cultura. Para Klahold et al. (2006), o Stimulate® foi capaz de aumentar a massa seca de raízes e parte aérea de plantas de soja, aplicado via semente e pulverização foliar.

Com isso, observa-se que a interação entre os reguladores vegetais contidos no Stimulate® foi capaz de contribuir para um aumento irreversível do volume celular, o que resultou em mudanças no tamanho e no peso das células, e como também nos tecidos e órgãos. Conseqüentemente o bioestimulante vegetal promoveu um aumento na fitomassa alocada, contribuindo também para o aumento da massa seca total.

O crescimento inicial mais vigoroso é uma característica fisiológica importante, pois permite o aumento do potencial competitivo das plantas, permitindo que as folhas das mesmas causem um sombreamento mais rápido e eficiente do solo impedindo que as plantas daninhas cresçam mais rapidamente.

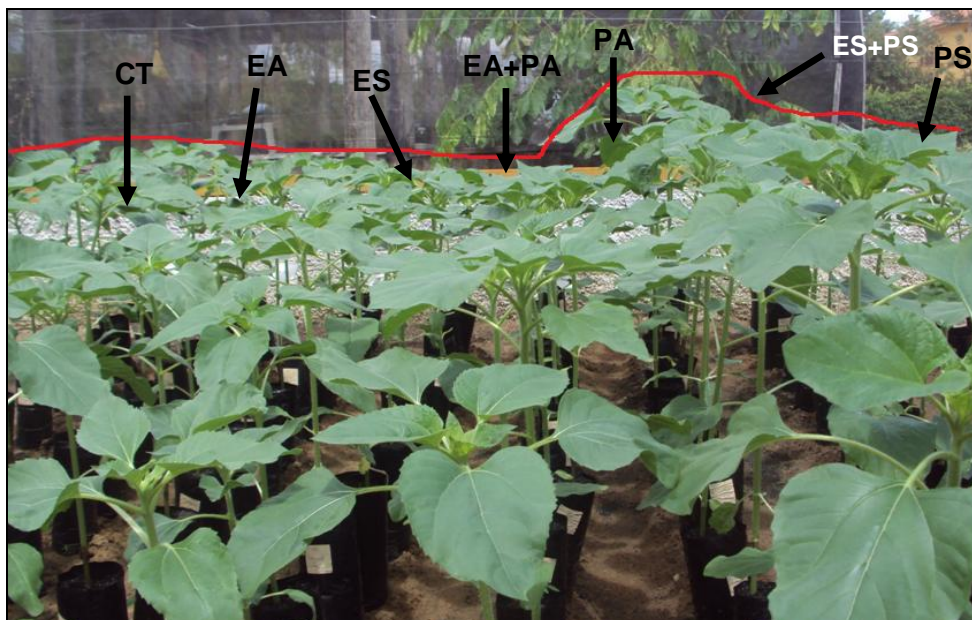
O efeito do Stimulate® foi observado ainda na fase de plântula. Verificou-se que aos 7 DAS, antes das pulverizações foliares, os dois híbridos apresentavam

maior vigor de plântula para o tratamento ES, quando comparadas aos tratamentos CT e EA (Figura 1). Efeitos positivos também foram observados por Silveira et al. (2011), que em soja, relataram incremento nas variáveis: velocidade de emergência de plântulas, comprimento total de plântulas e massa seca total de plântulas de soja submetidas ao Stimulate®.



**Figura 1.** Plântulas dos híbridos de girassol Agrobel 962 e Agrobel 972 aos 7 DAS, em função dos tratamentos: CT=Controle, EA=plantas oriundas de sementes embebidas em água por 4 horas, ES= sementes pré-embebidas em solução de 4 mL Stimulate® L<sup>-1</sup> por 4 horas.

Após uma comparação entre os híbridos, especificamente quando submetidos ao tratamento ES+PS, observou-se (Tabela 1A), que o híbrido Agrobel 972 foi superior, estatisticamente, em relação ao híbrido Agrobel 962, para as variáveis CPA, CR e CT em 10%, 18%, 13% respectivamente, ou seja, o híbrido Agrobel 972 apresentou um crescimento inicial mais rápido (Figura 2). Observou-se também que não houve diferenças estatísticas entre ambos, para as variáveis MSF, MSH, MSR e MST, quando se testou o tratamento ES+PS. Contudo, para a variável NF, o híbrido Agrobel 962 superou o Agrobel 972 em todos os tratamentos, com exceção do controle (Tabela 1A).

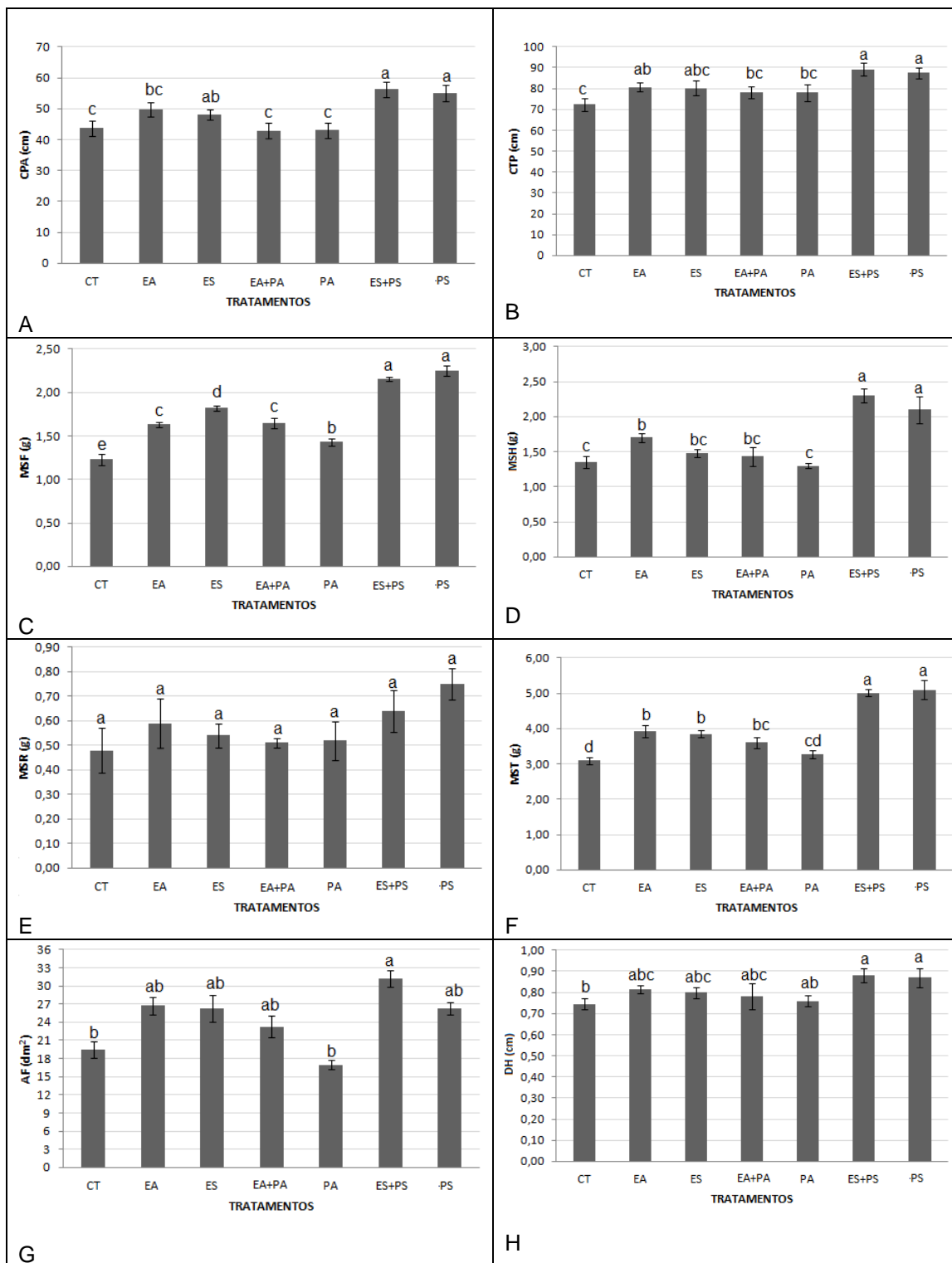


**Figura 2.** Plantas do híbrido de girassol Agrobrel 972 em casa de vegetação aos 30 DAS, em função dos tratamentos: CT = controle, EA = sementes pré-embecidas em água, ES = sementes pré-embecidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, EA+PA = pré-embecção de sementes em água + pulverização foliar com água, PA = pulverização foliar com água, ES+PS = sementes pré-embecidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, PS = pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução. Destaque para o tratamento T6 (ES+PS).

No estudo da variedade Catissol 01, as variáveis NF e CR não revelaram diferenças pelo teste F da análise de variância entre os tratamentos utilizados. No entanto, o teste revelou efeito significativo para CPA, CTP, MSF, MSH, MSR, MST, AF e DH (Figura 3).

Com base na Figura 3, o CPA das plantas submetidas ao tratamento ES+PS foi 56,3 cm, enquanto no tratamento CT foi de 42,5 cm. Isso representou um incremento de 32,4% em relação ao CT. Com exceção de ES e PS, as plantas submetidas ao tratamento ES+PS, apresentaram maior CPA e diferiram estatisticamente dos demais tratamentos (Figuras 3 e 4). Verificou-se incremento de 12,3% em relação ao tratamento EA, 31,1% em relação ao tratamento EA+PA e 31% em relação ao tratamento PA.





**Figura 3.** A=comprimento da parte aérea (CPA), B=comprimento total de plantas (CTP), C=massa seca de folha (MSF), D=massa seca de haste (MSH), E=massa seca de raiz (MSR), F=massa seca total (MST), G=área foliar (AF) e H=diâmetro da haste (DH) de Plantas de girassol, aos 30 DAS, em função dos tratamentos: CT = controle, EA = sementes pré-embebidas em água, ES=sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, EA+PA=pré-embebição de sementes em água + pulverização foliar com água, PA = pulverização foliar com água, ES+PS = sementes pré-embebidas em 4 mL de

Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, PS = pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução. Colunas com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores representam médias de 8 repetições (n=8) e as barras verticais representam o desvio padrão. Coeficientes de variação: CPA=9,39; CTP=7,44; MSF=16,70; MSC=20,66; MSR=26,70; MST=16,52; AF=28,94; DC=9,20. Variedade Catissol 01.



**Figura 4.** Altura da parte aérea de plantas de girassol da variedade Catissol 01, aos 30 DAS, submetidas aos tratamentos: CT=controle, EA=sementes pré-embebidas em água, ES= sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, EA+PA=pré-embebição de sementes em água + pulverização foliar com água, PA = pulverização foliar com água, ES+PS=sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução, PS=pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução.

Quando o girassol foi submetido ao tratamento ES+PS ocorreu um aumento na velocidade do crescimento inicial (Figura 4), e isso se deve ao fato da interação dos reguladores vegetais presentes no Stimulate<sup>®</sup> (o ácido indolbutírico, a cinetina e o ácido giberélico), estágio fenológico da planta e a forma de aplicação do Stimulate<sup>®</sup>. Quanto estágio fenológico da planta, a aplicação foliar em plantas jovens é mais eficiente. Segundo Taiz e Zeiger (2009), folhas novas apresentam maior absorção devido ao fato de possuírem características como: cutícula mais fina, maior atividade metabólica e menor estado iônico interno das células.

Quanto a forma de aplicação e a participação do ácido giberélico no processo, Santos et al. (2010) e Santos et al. (2011) relataram que ácido

giberélico promoveu aumento no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo, na aplicação via semente e na combinação das duas técnicas (via semente e foliar).

Segundo Stenzel et al. (2003) tal fato ocorre devido ao estímulo, pela giberelina, da síntese de enzima que digerem as reservas armazenadas no endosperma, formando açúcares simples, aminoácidos e ácidos nucléicos, 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.

No caso do girassol, melhorar a uniformidade no crescimento é muito importante, pois existem grandes diferenças entre os aquênios em um mesmo capítulo, o que repercute no vigor e no desempenho das plântulas. Alkio et al. (2003), explicam que devido o enchimento 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.

Para as variáveis CTP, MSF, MSH, MST e DH, o tratamento ES+PS apresentou incrementos, em relação ao controle (CT), na ordem de 25,2%, 79%, 73%, 64,5% e 20%, respectivamente (Figura 3). Contudo, para a MSR (Figura 3E) não houve diferenças entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5%.

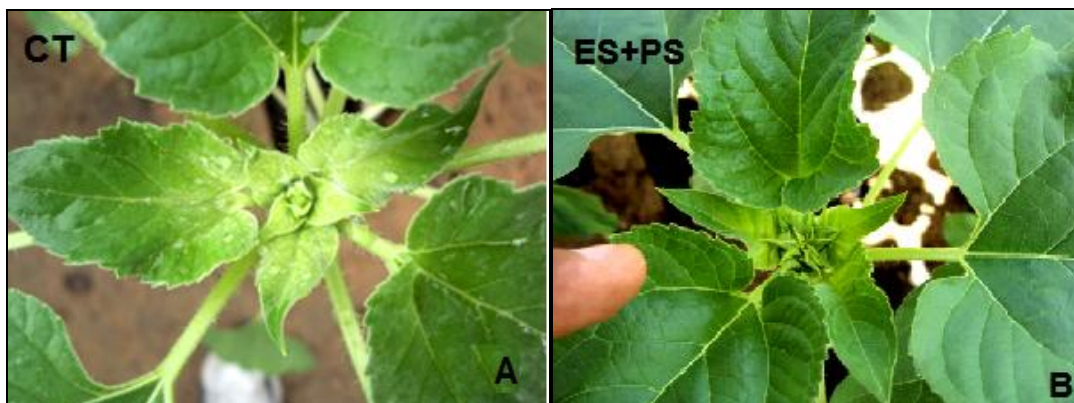
Em relação à área foliar (AF), que constitui um parâmetro relevante para fotossíntese e diversos índices fisiológicos, o tratamento ES+PS apresentou 60% de incremento em relação ao tratamento CT (Figura 3G).

Foi verificado também, efeito positivo dos tratamentos em que só foi utilizada água, mostrando a ação benéfica da hidratação das sementes (EA), da pulverização foliar (PA) e a combinação entre esses dois tratamentos (EA+PA) em relação ao controle (CT). Portanto, para a variável MST, nenhum desses tratamentos foi superior ao tratamento ES+PS (Figura 3).

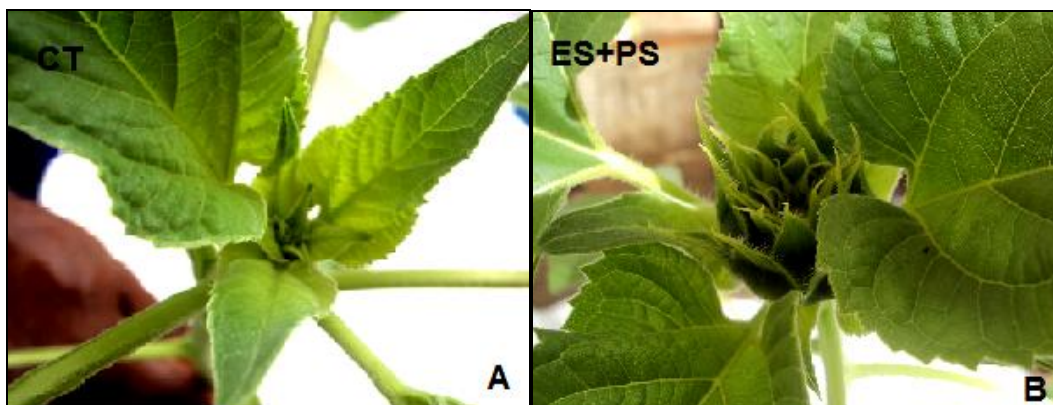
Além do efeito direto sobre o crescimento do girassol, a presença dos reguladores pode ter promovido a translocação de grande quantidade de assimilados e metabólitos envolvidos na emissão do botão floral, o que pode ter levado à precocidade no ciclo biológico, e conseqüentemente encurtando a fase

vegetativa, quando as plantas foram submetidas ao tratamento ES+PS. Assim, as mesmas evoluíram precocemente para o estágio reprodutivo (R).

Segundo Leite, Brighenti e Castro (2005), a etapa reprodutiva do girassol começa com o aparecimento da inflorescência (botão floral) e termina com a maturação da planta (ANEXO C). No estágio R1, a inflorescência está circundada visivelmente pela bráctea imatura. Olhando a planta de cima, as brácteas imaturas apresentam muitas pontas, parecidas com uma estrela, o que caracteriza o início da fase reprodutiva, R1 (Figura 5B). Enquanto isso, plantas do grupo controle, (CT) (Figura 5A), estavam na fase vegetativa (estádio V6), aos 30 DAS.



**Figura 5.** A = plantas do grupo controle (estádio V6), B = plantas oriundas de sementes pré-embecidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução (estádio R1). Variedade Catissol 01 aos 30 DAS.



**Figura 6.** A = plantas do grupo controle (estádio V7), B = plantas oriundas de sementes pré-embecidas em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução (estádio R2). Variedade Catissol 01 aos 34 DAS.

Aos 34 DAS, nova avaliação foi feita, e foi constatado que as plantas do grupo controle ainda estavam na fase vegetativa (V7) (Figura 6A), todavia as plantas submetidas ao tratamento ES+PS encontravam-se em estágio R2, da fase reprodutiva (Figura 6B), verificando com isso alteração na morfogênese das plantas de girassol, e que como consequência alteração do seu ciclo biológico.

Estes resultados estão de acordo com Fonseca (2002), quando verificou que os elevados níveis de citocinina encontrados nos ramos das mangueiras antes e durante o florescimento, além das respostas positivas sobre o florescimento em relação às aplicações exógenas de benzilaminopurina (BAP), permitiu concluir que as citocininas estejam envolvidas no processo de florescimento e, provavelmente, também na quebra de dormência das gemas. Ainda segundo esse autor, as auxinas podem estar envolvidas na produção de citocininas pelas raízes por estimularem o crescimento das mesmas.

Mullins et al. (2000) verificaram que na formação dos primórdios de inflorescência em videiras, as giberelinas e as citocininas parecem ser os principais compostos envolvidos. No entanto, a ação dessas substâncias depende das condições ambientais, características e potencialidade genética das plantas.

## CONCLUSÕES

- O tratamento de sementes ES+PS (sementes pré-embebidas em 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução), é mais eficiente no crescimento inicial do girassol;
- O tratamento ES+PS promove maior crescimento inicial e atua na promoção da formação precoce do botão floral da variedade Catissol 01.

## REFERÊNCIAS

- 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. 609-1619, 2003.
- ALMEIDA, A. Q.; VIEIRA, E. L. Efeito do Estimulante® na Produção de *Nicotiana tabacum* Tipo Brasil-Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. 1, p. 18-22, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 399p.
- CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 163-218.
- COELHO, Y. da S.; OLIVEIRA, A. A. R.; CALDAS, R. C. Efeitos do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 11, p. 1229-1232, 1983.
- 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.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, P. A. V. J.; MANFRON, P. A.; MARTINS, T. N.; BONNECARRÉ, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista de Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. V. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.
- FONSECA, Nelson. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) "Tommy Atkins". Lavras: UFLA, 2002.
- 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.

LIMA, J. F. PEIXOTO. C. P.; LEDO, C. A da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: University Press, 2000. 239p.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.13, p. 51-76, 2011.

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 submetido à giberelina. **Comunicata Scientia**, Bom Jesus, v.1, n.1, p.29-34, 2010.

SANTOS, C. A. C.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P.; CARVALHO, E. V.; LEDO, C. A. S. Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à pré-embrição de sementes e pulverização foliar com giberelina, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.13, p. 1855-1866, 2011.

SILVEIRA, P. S.; VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. G.; GONÇALVES, C. A. Stimulate<sup>®</sup> 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-embrição 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2009, 820p.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. (EDS.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p. 79-104.

## **CAPÍTULO 4**

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL SOB A  
AÇÃO DO STIMULATE® EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SEMEADURA**

## DESEMPENHO FISIOLÓGICO E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL SOB A AÇÃO DO STIMULATE® EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SEMEADURA

**RESUMO:** Os reguladores de crescimento presentes no bioestimulante vegetal Stimulate® podem atuar como mediadores de processos fisiológicos e incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando o alongamento e a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico e a produtividade do girassol sob a ação do Stimulate® em diferentes épocas de semeadura e arranjos espaciais. O experimento foi instalado no Campo Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas – BA. Para realização do experimento foi utilizado o bioestimulante vegetal Stimulate® e o híbrido de girassol Hélio 250. Os tratamentos utilizados foram T1: pré-embebição de sementes, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução, além do controle. T2: duas épocas de semeadura e T3: dois arranjos espaciais diferentes. Em esquema fatorial 2 x 2 e em blocos casualizados com seis repetições, foram avaliadas interações entre os tratamentos. Com base na massa seca e área foliar, foram determinados os seguintes índices fisiológicos: índice de área foliar, taxa de crescimento da cultura e índice de colheita do capítulo. Além dos índices, foram avaliados: massa de 1000 aquênios, número de aquênios por capítulos e rendimento de aquênios. O bioestimulante vegetal Stimulate® via sementes e foliar, incrementou o índice de área foliar e promoveu maior acúmulo de massa seca de plantas de girassol. O Stimulate® também promoveu maior rendimento, maior massa de aquênios e índice de colheita do capítulo, independente das épocas de semeadura e dos arranjos espaciais investigados.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus L.*, crescimento de plantas, bioestimulante vegetal, Sistema Plantio Direto.

## PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE AND PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER UNDER THE ACTION OF STIMULATE® IN DIFFERENT CONDITIONS OF SOWING

**ABSTRACT:** The growth regulators present in the plant biostimulant Stimulate® may act as a mediator of physiological processes and increase plant growth and development, stimulating elongation and cell division, and may also enhance absorption of water and nutrients by plants. The aim of this study was to evaluate the physiological performance and productivity of sunflower under the action of Stimulate® in different sowing dates and spatial arrangements. The experiment was carried out at the Experimental Station of the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, at Cruz das Almas city in Bahia State. To perform the experiment we used the plant biostimulant Stimulate® and the hybrid sunflower Helium 250. The treatments were T1: pre-soaking of seeds, for 4 hours, in 4 mL Stimulate® L<sup>-1</sup> + foliar spray solution with 4 mL Stimulate® L<sup>-1</sup> solution, beyond control. T2: two sowing dates and T3: two different spatial arrangements. In 2 x 2 factorial design and randomized block design with six replications were evaluated interactions between treatments. Based on dry weight and leaf area it was determined physiological indexes: leaf area index, crop growth rate and harvest index of the inflorescence. Besides the indexes, it was evaluated: mass of 1000 achenes, number of seeds per inflorescence and achene yield. The plant biostimulant Stimulate® via seed and leaf, increased the leaf area index and promoted greater dry matter accumulation of sunflower plants. The Stimulate® also promoted greater yield, greater mass of achene and harvest index of the inflorescence, regardless of sowing dates and spatial arrangements investigated.

**Key-words:** *Helianthus annuus* L, plant growth, plant biostimulant, No-tillage System.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o girassol é uma cultura promissora, por sua ampla adaptação a diferentes ambientes e excelente qualidade do óleo e, ainda, por estar inserido no programa nacional de produção e uso de biodiesel (UNGARO, 2006).

Na cultura do girassol ocorrem interações entre genótipos e ambientes, havendo variação do desempenho de cultivares em função da região e época de semeadura (LEITE et al. 2005; PORTO et al. 2007; SILVA, 2009). Há poucas informações disponíveis sobre os cultivares adaptados e épocas de semeadura apropriadas para as diferentes regiões. Segundo Leite et al. (2005), a época ideal de semeadura do girassol é determinada pela disponibilidade hídrica e pela temperatura característica de cada região.

Portanto, a escolha da época de semeadura e do arranjo espacial para a implantação da cultura pode influenciar na produtividade. Com isso, na escolha do arranjo ideal de plantas para a cultura é necessário levar em consideração o potencial genético dos cultivares, as condições edafoclimáticas da região e as práticas de manejo empregadas na condução da cultura (SILVEIRA et al., 2005).

Como prática de manejo, tem-se observado bons resultados com o sistema plantio direto (CORREIA et al. 2006; RAMOS et al. 2008; MACHADO et al. 2011; CAPONE et al. 2012). Para Assis e Lanças (2005), o plantio direto é uma prática conservacionista especialmente adequada para as condições de ambiente de regiões tropicais, onde se faz necessário manter o solo protegido do sol e da chuva, caracterizando-se pela sua eficiência no controle de perdas de solo e água e na redução nos custos operacionais, principalmente pela eliminação de operações de preparo de solo. Sua adoção tem viabilizado a implantação de sistemas de produção que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental, tornando-se a base da sustentabilidade e desta forma, diminuindo os efeitos prejudiciais da estiagem.

Aliado a essa prática de manejo, é possível potencializar o crescimento e desenvolvimento do vegetal com o objetivo de aumentar a produtividade fazendo uso de substâncias reguladoras de crescimento (SANTOS e VIEIRA, 2005; ASHAH et al. 2007; MOTERLE et al. 2008; ALBRECHT et al. 2009; SANTOS et al. 2010; ANASTASIA et al. 2012; DANTAS et al. 2012). O uso dessas substâncias, segundo Castro e Vieira (2003), tem sido frequente na agricultura em

muitos países, objetivando utilizar uma tecnologia mais avançada para obter uma produtividade maior e com qualidade.

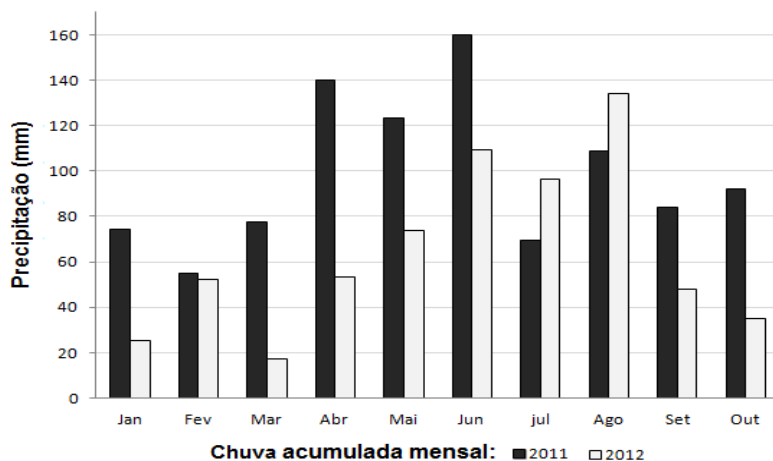
Segundo Santos e Vieira (2005), o Stimulate<sup>®</sup> (ácido indolbutírico 0,005%, cinetina 0,009% e ácido giberélico 0,005%) possui a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta.

É possível que o híbrido de girassol Hélio 250, quando implantado em uma época de semeadura ideal, em um arranjo espacial mais apropriado ao desenvolvimento da planta e aliado à utilização de substâncias reguladoras de crescimento, aumentará a sua produtividade. Tendo em vista a escassez de pesquisas referentes ao uso do Stimulate<sup>®</sup> na cultura do girassol, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho fisiológico e a produtividade do girassol sob a ação do Stimulate<sup>®</sup> em diferentes épocas de semeadura e arranjos espaciais em sistema de plantio direto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas – BA, no ano de 2011. Situado a 12° 40' 19" de latitude sul e 39° 06' 22" de longitude oeste de Greenwich, tendo 220 m de altitude. O clima é tropical quente e úmido, com pluviosidade média anual de 1170 mm, com variações entre 900 e 1300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,5° C e umidade relativa de 80% (REZENDE, 2004). Na Figura 1 encontram-se os dados de precipitação pluviométrica ocorrida durante o período do experimento para os dois anos de estudo.

O solo é classificado como Latossolo Amarelo Álico Coeso, de textura argilosa e relevo plano (RIBEIRO et al., 1995). Realizou-se a análise química, na camada de 0 – 20 cm (Apêndice 1).



**Figura 1.** Valores médios mensais de precipitação pluviométrica total (mm), durante os meses de janeiro a outubro de 2011 e 2012, no Município de Cruz das Almas – Ba. Fonte: INMET.

Para realização do experimento foi utilizado o bioestimulante vegetal Stimulate® (ácido indolbutírico 0,005%, cinetina 0,009% e ácido giberélico 0,005%) e o híbrido de girassol Hélio 250. Trata-se de um híbrido simples, com aquênios de cor preta, florescimento entre 50 a 60 dias, maturação fisiológica entre 85 a 105 dias, ótima resistência ao acamamento, moderada resistência a alternaria e ao mofo branco. Possui altura média das plantas de 1,60 m a 1,80 m, porcentagem de óleo 44 a 48% e é recomendado para todo Brasil (HELIAGRO, 2012). Foram testados os seguintes tratamentos:

T1: sementes pré-embebidas (por 4 horas) em 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução e posterior pulverização (4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução) das plantas, além do controle (CT);

T2: duas épocas de semeadura (EP1: maio e EP2: julho);

T3: dois arranjos espaciais (A1: 0,70 m x 0,32 m e A2: 0,45 m x 0,49 m, entrelinhas de semeadura e entre plantas, respectivamente).

Em esquema fatorial 2 x 2 e em blocos casualizados com seis repetições, foram avaliadas as seguintes interações:

- Na época 1: arranjos x tratamento com Stimulate®, além do controle;
- Na época 2: arranjos x tratamentos com Stimulate®, além do controle;
- No arranjo 1: épocas x tratamento com Stimulate®, além do controle;
- No arranjo 2: épocas x tratamento com Stimulate®, além do controle.

Cada unidade experimental foi constituída por oito linhas de 6,0 m de comprimento. Três linhas foram destinadas para levantamento de dados de produtividade, duas linhas para análises de crescimento e as demais linhas foram utilizadas como bordaduras (Apêndice 2).

O experimento foi realizado em uma área mantida em sistema plantio direto (SPD) desde 2008. Inicialmente aplicou-se 1,5 L de Glifosato + 0,5 L de U46 diluídos em água ( $100 \text{ L ha}^{-1}$ ) para a dessecação do capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) em 2011, e milho (*Pennisetum glaucum*) em 2012, visando a formação da palha. Após a dessecação, realizou-se a semeadura das sementes tratadas com Stimulate<sup>®</sup> e das sementes do grupo controle.

No ano de 2011, a adubação foi mecanizada e utilizou-se uma semeadora-adubadora de precisão para abertura dos sulcos de semeadura e ao mesmo tempo a área foi fertilizada de acordo com a recomendação para cada arranjo preconizado, utilizando-se  $424 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante NPK da fórmula comercial 04-14-08. A semeadura foi realizada manualmente utilizando três sementes por cova, sob a palha de capim braquiária. Aos 25 dias após a semeadura (DAS) foi realizada a adubação de cobertura com  $200 \text{ kg}$  de sulfato de amônio e  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro na forma de ácido bórico.

Em 2012, a semeadura foi realizada com o auxílio de matracas manuais sob a palha do milho, reguladas para semeadura de três sementes por cova e aplicação de  $320 \text{ kg ha}^{-1}$  do adubo Top-phos Master. Aos 25 DAS foi realizada a adubação de cobertura com  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  do adubo Sulfommo. Nos dois anos, aos sete dias após emergência (DAE) foi realizado o desbaste das plantas visando o estabelecimento de uma população de  $45 \text{ mil plantas ha}^{-1}$ .

A aplicação do tratamento foliar com Stimulate<sup>®</sup> foi realizada com um pulverizador costal (capacidade de 10 L) aos 09, 13 e 16 DAS. As pulverizações foram feitas nas primeiras horas da manhã, de forma a atingir toda a área foliar das plantas, ou seja, molhadas intensamente, até ser atingido o ponto de escorrimento. Foram consumidos em média  $385 \text{ litros ha}^{-1}$  de solução ( $4 \text{ mL Stimulate}^{\text{®}} \text{ L}^{-1}$  de solução) em cada ano e para melhorar a fixação do produto foi utilizado um espalhante adesivo Adesil<sup>®</sup> na concentração de 0,1%.

Nas linhas destinadas às coletas destrutivas (Apêndice 2), plantas foram colhidas quinzenalmente para análise, a partir de 30 DAE até a maturação plena,



sendo colhidas cinco plantas aleatórias por parcela para a determinação da massa seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) e da área foliar da planta ( $\text{dm}^2$ ).

Nas linhas destinadas ao estudo da produtividade, os capítulos da parcela útil de cada tratamento foram colhidos e avaliados após atingirem a maturidade fisiológica (estádio R9), conforme anexos B e C.

As massas secas e áreas foliares obtidas serviram como base para a obtenção dos índices fisiológicos. A massa seca total de cada planta resultou da soma da massa seca das diversas frações (raiz, haste, folhas e capítulo), após secarem em estufa de ventilação forçada ( $65^\circ \pm 5^\circ\text{C}$ ), até atingirem massa constante. A área foliar foi determinada mediante a relação da massa seca das folhas e massa seca de dez discos foliares obtidos com o auxílio de um perfurador de área conhecida (LIMA, 2007; PEIXOTO et al. 2011). Dessa forma, o acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em cada coleta foram utilizados na estimativa dos seguintes índices fisiológicos:

- Taxa de crescimento da cultura (TCC),  $\text{TCC} = (W_2 - W_1) / S / (T_2 - T_1)$ , expresso em  $\text{g planta}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , onde S representa a área ocupada pela cultura no substrato disponível.  $W_1$  e  $W_2$  é a variação da massa seca entre dois períodos e  $T_1$  e  $T_2$  a variação de tempo entre os períodos.

- Índice de área foliar (IAF),  $\text{IAF} = L/S$ , expresso em  $\text{dm}^2/\text{dm}^2$ , tem sido expressa por um número puro (adimensional), resultante da área foliar (L) e da área do terreno ou substrato (S). O programa *TableCurve 2D v5.01* foi utilizado para ajustes das curvas do IAF e TCC.

- ICcap (%) = PE/PB, determinado pela relação entre a massa da matéria seca total acumulada ou produtividade biológica (PB) e da produção econômica (PE), na maturação plena por ocasião da colheita, neste caso a massa seca do capítulo (aquênios + receptáculo).

Além dos índices fisiológicos, foram avaliados os componentes de produção da planta: M1000 - massa de 1000 aquênios, determinada através do peso de oito repetições, em gramas, de 100 aquênios, segundo as prescrições estabelecidas pelas Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009) devido a não existência de metodologia própria para determinação da massa de mil aquênios; NAC - número de aquênios por capítulos, calculado por meio da fórmula:  $\text{NAC} = [M \times 1000 / M1000 \times C]$ , onde: NAC = número de aquênios por capítulo, M= massa de aquênios na área útil (g), M1000 = massa de 1000 aquênios (g), C= número de

capítulos na área útil; rendimento de aquênios, determinado coletando-se os capítulos da área útil, corrigidos para 11% de umidade e transformado para  $\text{kg ha}^{-1}$ . Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo realizado desdobramento quando houve efeito significativo das interações, e as médias dos tratamentos submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR para realização das análises estatísticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste F da análise de variância revelou significância ( $p < 0,01$ ), entre os tratamentos, para todas as interações estudadas, inclusive para a massa seca total (MST) de plantas e área foliar (AF), que serviram como base para determinação dos índices fisiológicos TCC e IAF (apêndices 3 a 18).

A Figura 2 ilustra plantas de girassol submetidas aos tratamentos ES+PS e controle (2A) e um detalhe da cobertura morta sobre o solo em sistema plantio direto (SPD), no arranjo 1 (2B), aos 30 DAE. Observa-se que as plantas de girassol submetidas ao tratamento ES+PS apresentaram o crescimento inicial superior em relação ao tratamento controle.

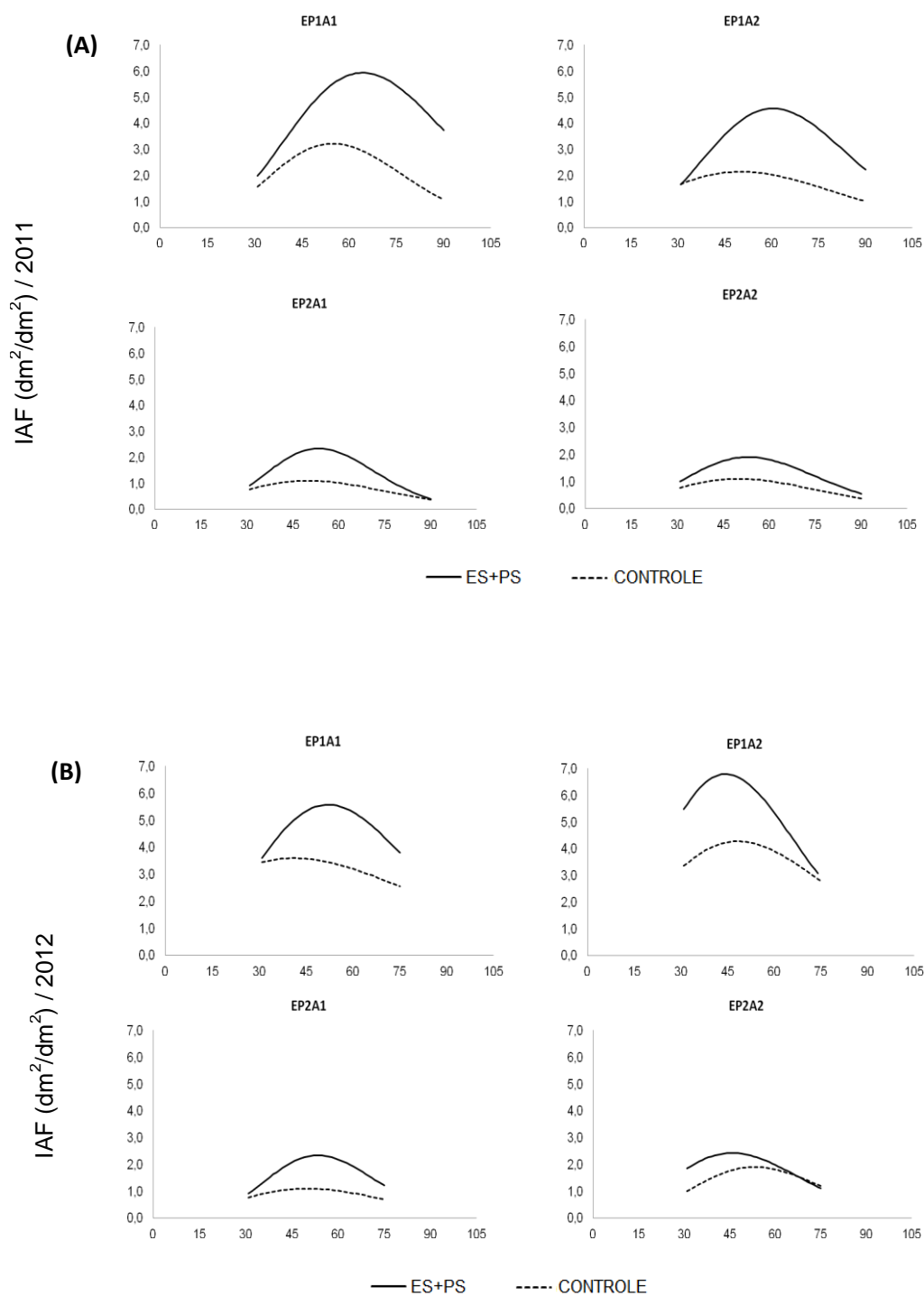


**Figura 2.** (A). Comparação entre plantas submetidas ao tratamento com Stimulate® (ES+PS = sementes pré-embecidas, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate®  $\text{L}^{-1}$  de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate®  $\text{L}^{-1}$  de solução) e controle. (B) Detalhe da cobertura morta sobre o solo no SPD, em plantas submetidas ao bioestimulante vegetal, na área experimental da UFRB (ano 2011) aos 30 DAE.

O IAF sofreu alterações em função dos tratamentos (Figuras 3A e 3B). Em EP1A1 (ano 2011), as plantas submetidas ao tratamento ES+PS apresentaram IAF máximo de 5,7 aos 65 DAE. Já as plantas do grupo controle apresentaram IAF máximo de 3,20 aos 58 DAE nas mesmas condições (Figura 3A). O desempenho superior no IAF das plantas submetidas ao bioestimulante foi observado em todas as condições de épocas e arranjos avaliados, e está diretamente relacionado ao maior incremento também da área foliar. Isso se deve ao fato, entre outros fatores, à presença dos reguladores de crescimento, pois essas substâncias proporcionaram um crescimento inicial mais acelerado e ao mesmo tempo favoreceu a expansão do tecido foliar. Esses fatores conjugados a melhores condições pluviométricas observadas na época 1 e à disposição das plantas no arranjo 1, influenciaram nos valores elevados do IAF. Quanto aos reflexos das substâncias reguladoras na área foliar, Santos e Vieira (2005) relataram também incremento nesta variável, quando fizeram uso do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> em aplicação via sementes em algodoeiro.

Mesmo em condições de menor precipitação pluviométricas, como foi observado no ano de 2012, as plantas submetidas ao tratamento ES+PS apresentaram IAF superior ao grupo controle (Figura 3B). Contribuindo também para o aumento do IAF, o sistema adotado (SPD) mostrou-se eficiente no sombreamento do solo, através da formação da palha, para o controle de plantas daninhas.

Após a formação do botão floral, aproximadamente em um intervalo entre 50 e 60 DAE, quando as folhas atingiram o maior IAF, ocorreu a queda na curva, possivelmente provocada pela senescência das folhas e, como consequência, queda do IAF (Figura 3B). Portanto, as condições de baixa precipitação afetaram drasticamente as folhas, como foi observado no ano de 2012, promovendo a queda do IAF em intervalos de tempo (DAE) mais precoces. Tal fato também foi observado por Peixoto et al. (2011). Esta redução do aparato fotossintético foi observada principalmente em 2012, na época 2 (Figura 3B). Tanto na época 1 quanto na época 2 do ano de 2012, observou-se redução no ciclo da cultura, com maturidade fisiológica (R9) observada aos 75 DAE. Altas temperaturas associadas à baixa pluviosidade podem ter sido responsáveis por tal fenômeno, diferente do ano de 2011, em que a maturidade fisiológica se deu aos 90 DAE (Figuras 3 e 4).



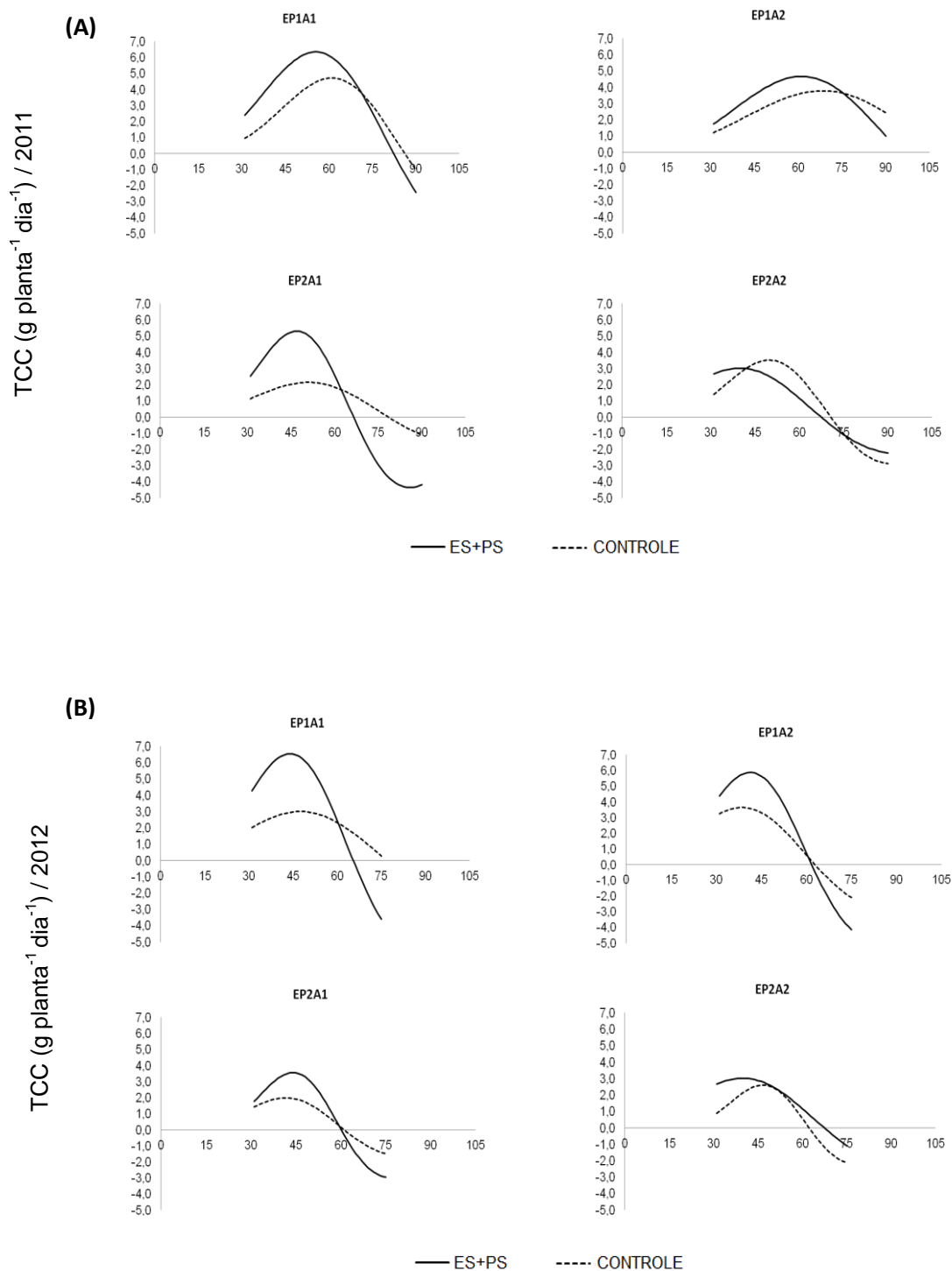
**Figura 3.** Curvas polinomiais do IAF em função dos DAE, de plantas oriundas dos tratamentos: ES+PS (sementes pré-embebidas, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução), além do controle, em duas épocas de semeadura (EP1: maio e EP2: julho) e dois arranjos espaciais (A1: 0,70 x 0,32 m e A2: 0,45 x 0,49 m). Área experimental da UFRB, Cruz das Almas, Bahia. (A) Ano 2011e (B) ano 2012.

Apesar do girassol ser considerado uma cultura que se adapta bem a diversos ambientes, podendo tolerar temperaturas baixas e períodos de baixa precipitação, Castro e Farias (2005) afirmam que, com relação à necessidade hídrica, da fase da semeadura até à emergência são necessários índices pluviométricos em torno de 0,5 a 0,7 mm dia<sup>-1</sup>. Essa quantidade de água deverá ser crescente podendo chegar até 6,0 a 8,0 mm dia<sup>-1</sup> durante a fase de floração ao enchimento de grãos. Assim, de um modo bastante prático, considera-se a fase mais sensível à baixa precipitação o período entre 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final da floração.

A maior TCC também foi verificada na EP1A1 em 2011, como está demonstrado na Figura 4A. As plantas submetidas ao tratamento ES+PS, verificou-se uma TCC máxima estimada de 6,20 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> aos 55 DAE. Nesse mesmo período, aos 55 DAE, o controle apresentou TCC de 4,51 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, o que representou um incremento de 37,50%. Entretanto, a TCC máxima observada para o controle só foi alcançada aos 59 DAE, com 4,60 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 4A).

As plantas de girassol tratadas com o bioestimulante, a partir dos 30 DAE, já apresentaram crescimento mais acelerado e como consequência obtiveram maiores TCC para todas as condições avaliadas (Figuras 4A e 4B). Nesta pesquisa, os valores de TCC encontrados estão muito acima das médias observadas em girassol por Machado et al. (2011). Esses autores, ao trabalharem com cinco híbridos de girassol, em SPD, sem o uso de reguladores de crescimento, verificaram TCC máxima de 1,71 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para o híbrido GNZ Neon no espaçamento entrelinhas de 0,70, em semeadura tardia (mês de agosto) para as condições do Recôncavo Baiano.

A época de semeadura também contribuiu para os diferentes desempenhos da TCC do girassol. Isso também foi verificado quando Cruz et al. (2010), após avaliarem cinco cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura na região Oeste da Bahia, verificaram reduções na TCC nas semeaduras tardias, quando comparadas com as realizadas no período preferencial.



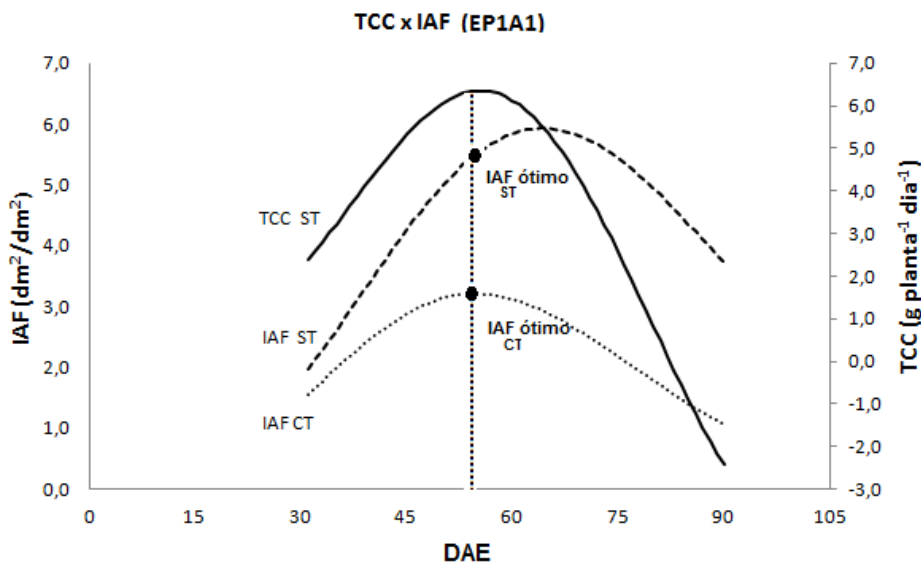
**Figura 4.** Curvas polinomiais da TCC, em função dos DAE, de plantas oriundas dos tratamentos: ES+PS (sementes pré-embecidas, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate<sup>®</sup> L<sup>-1</sup> de solução), além do controle, em duas épocas de semeadura (EP1: maio e EP2: julho) e dois arranjos espaciais (A1: 0,70 x 0,32 m e A2: 0,45 x 0,49 m). Área experimental da UFRB, Cruz das Almas, Bahia. (A) Ano 2011e (B) ano 2012.

Uma das hipóteses para esses elevados valores de IAF e TCC pode ser explicada pelo maior vigor das plântulas oriundas do tratamento das sementes com o Stimulate<sup>®</sup>, conferindo-lhe maior crescimento inicial. Segundo Braz e Rossetto (2009), a semeadura de aquênios de girassol de menor vigor produz plantas com menor MST e IAF aos 80 e 100 DAS, o que proporciona menor TCC no período de 60 a 100 dias após a semeadura. A superioridade da TCC no A1 em relação ao A2, também pode estar relacionada ao melhor aproveitamento das aplicações foliares, devido ao menor espaçamento entre plantas (apêndice 33) do arranjo 1 (0,32 m).

Existe uma relação entre TCC e IAF (Figura 5), como também foi verificado por Cairo et al. (2008). Os maiores valores de TCC são obtidos com IAF intermediários, denominados IAF ótimos, os quais variam com a espécie e com estágio fenológico.

Como a maior TCC (EP1A1 – ano 2011) observada foi de 6,20 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, encontrado aos 55 DAE para plantas tratadas com o biestimulante vegetal, o IAF ótimo encontrado, nesse mesmo período, para as plantas do grupo controle (IAF CT) foi de 3,18, ainda assim, bem abaixo do IAF encontrado para as plantas submetidas ao bioestimulante vegetal (IAF ST), que foi de 5,42 (Figura 5).

Conforme a Figura 5 observou-se que a partir de determinada etapa do crescimento o IAF cessou a contribuição para o aumento da TCC. Isso ocorreu em função do aumento da área foliar que promoveu o auto-sombreamento, e assim fez com que aumentasse a proporção de folhas com menor interceptação de luz e, como consequência, menor eficiência fotossintética, prejudicando o balanço fotossíntese / respiração, intensificado pela fotorrespiração, típica das plantas C<sub>3</sub>, como é o caso das plantas de girassol.



**Figura 5.** Relação entre TCC e IAF em função dos dias DAE. Destaque para os valores de IAF ótimos (IAF ST – plantas tratadas com Stimulate<sup>®</sup> e IAF CT – plantas do grupo controle) que maximizam a TCC. Referente à EP1 (maio) e A1 (0,70 x 0,32 m). Área experimental da UFRB, Cruz das Almas, Bahia, ano 2012.

Segundo Benincasa (2004), o IAF ótimo, quase sempre, não é fácil de ser determinado, sobretudo nos estudos de plantas em comunidade. Em algumas circunstâncias, as limitações fotossintéticas causadas pelo auto-sombreamento podem ser compensadas por menores taxas de evapotranspiração, as quais, muitas vezes, podem ser mais decisivas para a produtividade de que a fotossíntese.

Para as características M1000, RA e ICcap, a análise de variância revelou efeitos significativos ( $p < 0,01$ ) para todas as interações, com exceção da época 2 no ano 2012. Quanto ao NAC, não houve diferenças significativas ( $p > 0,01$ ) para os tratamentos testados (apêndices 25 à 32).

Para a variável M1000 foram observadas interações significativas ( $p < 0,01$ ) com estão demonstradas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Verificou-se que os aquênios oriundos de plantas de girassol tratadas com o bioestimulante vegetal apresentaram médias superiores ao controle, nos dois anos avaliados.

A média máxima observada foi de 68,81 g, observada na época 1 em plantas submetidas ao ES+PS no A2, o que representou um aumento de 50,50% em relação ao controle (ano 2011) (Tabela 1). Aumento na M1000 grãos, também foram verificados por Moterle et al. (2008) e Anastasi et al. (2012),



quando aplicaram, via semente e pulverização foliar o bioestimulante vegetal Stimulate® na cultura da soja. Para Capone et al. (2012), a maior M1000 aquênios observada foi de 51,77 g para o híbrido de girassol Hélio 250, após avaliarem várias épocas de semeadura em sistema plantio direto, na ausência de reguladores de crescimento.

Mesmo sob baixa precipitação pluviométrica no ano de 2012, época 1 e arranjo 2, as plantas submetidas ao bioestimulante apresentaram M1000 aquênios superior ao controle (Tabelas 3 e 4). Segundo Castro e Farias (2005), o baixo desempenho nestas condições pode limitar o enchimento de aquênios a partir das reservas acumuladas nas folhas, pecíolos, haste e capítulo e como consequência, levar a redução nos parâmetros de crescimento e consequentemente, decréscimos no rendimento final. Observa-se na Tabela 4B, que a interação EP1 x ES+PS, no arranjo 2, obteve um aumento de 40% na M1000 dos grãos oriundos das plantas submetidas ao ES+PS (47, 81 g) sobre o controle (34,37 g).

**Tabela 1 (A e B).** Desdobramento da interação significativa (arranjos x tratamentos) para as variáveis M1000, ICcap e RA. A1: 0,70 x 0,32 m e A2: 0,45 x 0,49 m. ES+PS (sementes pré-embebidas, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução), além do controle. (A) Época 1 e (B) Época 2. Ano 2011.

**(A)**

Tratam.	ÉPOCA 1					
	M1000 (g)		RA (kg ha <sup>-1</sup> )		ICcap (g g <sup>-1</sup> )	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2
<b>ES+PS</b>	58,90 Ba	68,81 Aa	2.108,36 Ba	2.805,20 Aa	0,45 Ba	0,58 Aa
<b>Controle</b>	49,40 Ab	45,72 Ab	1.761,98 Bb	2.172,76 Ab	0,37 Ab	0,29 Bb
<b>Média</b>	55,68		2.212,08		0,42	

**(B)**

Tratam.	ÉPOCA 2			
	RA (kg ha <sup>-1</sup> )		ICcap (g g <sup>-1</sup> )	
	A1	A2	A1	A2
<b>ES+PS</b>	1.401,60 Ba	1.895,99 Aa	0,40 Ba	0,45 Aa
<b>Controle</b>	1.073,56 Ab	940,99 Bb	0,35 Ab	0,37 Aa
<b>Média</b>	1.328,03		0,39	

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

Com relação à produtividade, houve incremento do RA nas duas épocas avaliadas em 2011, como é observado na Tabela 1 (A e B). Portanto, na época 1 foi alcançado um RA de  $2.805 \text{ kg ha}^{-1}$ , em plantas submetidas ao tratamento ES+PS no A2, o que representou um incremento de 29,1% em relação ao controle ( $2.172,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 1A). Essa produtividade encontra-se muito acima da média nacional que está em torno de  $1.492 \text{ kg ha}^{-1}$  (ANEXO A). Bem acima também dos valores encontrados por Backes et al. (2008),  $1.861 \text{ kg ha}^{-1}$ , Afférrri et al. (2008),  $2.142 \text{ kg ha}^{-1}$  e Capone et al. (2012), em SPD, com  $1.179,5 \text{ Kg ha}^{-1}$ .

Na Tabela 1B, verificou-se também, na época 2, incremento no RA de 101% em plantas submetidas ao tratamento ES+PS no A2 ( $1.895,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ) sobre o controle ( $940,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Uma das hipóteses para essa produtividade elevada, deve-se também à presença dos reguladores de crescimento, presentes no Stimulate<sup>®</sup>, que são capazes, mesmo em uma época de menor pluviosidade superar condições de estresse hídrico. Isso por que, esse produto é capaz de atuar no crescimento da raiz, permitindo a rápida recuperação após o estresse hídrico. Além disso, o melhor desempenho das plantas, para as variáveis M1000, RA e ICcap no A2 em comparação ao A1, pode estar associado a maior aproveitamento dos recursos naturais. A disposição das plantas no A2 foi importante, pois observou-se que a maior distância entre plantas na linha (0,49 m) levou a menor competição pela luz, e a menor distância entre linhas (0,45 m) promoveu menor estiolamento e menor perda de água por evaporação (apêndice 33), principalmente na época de menor precipitação pluviométrica.

Essa hipótese também foi reforçada por Andrade et al., (2002), Zarea et al. (2005), Leite et al. (2005) e Silva et al. (2009). Para Silva et al. (2009), após comparar a influência de dois espaçamentos entrelinhas (0,40 e 0,50 m), no rendimento de aquênios, concluíram que o espaçamento de 40 cm proporcionou maior rendimento ( $1.272 \text{ kg ha}^{-1}$ ), sendo superior em 20% o valor obtido no espaçamento de 50 cm ( $1.060 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Resultados semelhantes foram observados por Ashah et al. (2007), que após a aplicação foliar de cinetina e ácido giberélico em *Nigella sativa* (L.), aos 40 DAE, verificaram aumento da produção de sementes por planta.

**Tabela 2 (A e B).** Desdobramento da interação significativa (épocas x tratamentos) para as variáveis M1000 e ICcap. EP1: maio e EP2: julho. ES+PS (sementes pré-embebidas, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução), além do controle. (A) Arranjo 1 e (B) Arranjo 2. Ano 2011.

(A)

ARRANJO 1				
Tratam.	M1000 (g)		ICcap (g g <sup>-1</sup> )	
	EP1	EP2	EP1	EP2
ES+PS	58,90 Aa	45,35 Ba	0,45 Aa	0,40 Aa
Controle	49,40 Ab	34,26 Bb	0,37 Ab	0,35 Ab
Média	46,97		0,39	

(B)

ARRANJO 2				
Tratam.	M1000 (g)		ICcap (g g <sup>-1</sup> )	
	EP1	EP2	EP1	EP2
ES+PS	68,81 Aa	46,58 Ba	0,58 Aa	0,45 Ba
Controle	45,72 Ab	33,01 Bb	0,29 Bb	0,37 Ab
Média	48,53		0,42	

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

**Tabela 3.** Desdobramento da interação significativa (arranjos x tratamentos) para a variável M1000. A1: 0,70 x 0,32 m e A2: 0,45 x 0,49 m. ES+PS (sementes pré-embebidas, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução), além do controle. Época 1 no ano de 2012.

ÉPOCA 1		
Tratam.	M1000 (g)	
	A1	A2
ES+PS	46,70 Aa	47,81 Aa
Controle	46,24 Aa	34,37 Bb
Média	43,78	

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

**Tabela 4 (A e B).** Desdobramento da interação significativa (épocas x tratamentos) para as variáveis M1000 e ICcap. EP1: maio e EP2: julho. ES+PS (sementes pré-embebidas, por 4 horas, em 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução + pulverização foliar com 4 mL de Stimulate® L<sup>-1</sup> de solução), além do controle. (A) arranjo 1 e (B) Arranjo 2. Ano 2012.

(A)

ARRANJO 1		
Tratam.	ICcap (g g <sup>-1</sup> )	
	EP1	EP2
<b>ES+PS</b>	0,36 Bb	0,49 Aa
<b>Controle</b>	0,45 Aa	0,34 Bb
<b>Média</b>	0,41	

(B)

ARRANJO 2				
Tratam.	M1000 (g)		ICcap (g g <sup>-1</sup> )	
	EP1	EP2	EP1	EP2
<b>ES+PS</b>	47,81 Aa	28,76 Ba	0,52 Aa	0,50 Aa
<b>Controle</b>	34,37 Ab	26,27 Ba	0,53 Aa	0,43 Bb
<b>Média</b>	34,30		0,49	

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

Para o ICcap, foram observadas interações significativas ( $p < 0,01$ ) com estão demonstradas nas Tabelas 1, 2, e 4.

O maior ICcap foi observado também na época 1, na interação A2 x ES+PS. O índice de 0,58 indica que a interação, proporcionou nas plantas condições fisiológicas para a alocação de 58% da matéria seca total em produto econômico (capítulo + aquênio), ao passo que o controle alocou em produto econômico apenas 29% de toda matéria seca acumulada (Tabela 1A). Esse aumento representou 100% de acúmulo na matéria seca total, das plantas oriundas do tratamento ES+PS sobre o controle. Na época 2, a diferença foi um pouco menor, com 21,60% de superioridade na alocação de matéria seca do tratamento ES+PS no A2 (0,45) sobre o controle (0,37).

Em 2012, apesar da baixa taxa de crescimento das plantas como foi demonstrado em função do comportamento da TCC, as plantas tanto na época 1

quanto na época 2 apresentaram ICcap elevados, indicando maior alocação de matéria seca para os capítulos (Tabela 4). Portanto, a eficiência de conversão de produtos sintetizados em material de importância econômica não foi apenas determinada pelo genótipo e pelo ambiente, como também pela ação do Stimulate®.

Dantas et al. (2012), explicam que 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, promove o estabelecimento rápido e uniforme de plantas e melhora a absorção de nutrientes e seu rendimento. Para Albrecht et al (2009), após utilizarem Stimulate® no algodoeiro, observaram aumentos significativos na produtividade e na alocação de matéria seca para os capulhos.

Verifica-se portanto, que a ação do Stimulate® na cultura do girassol depende das condições ambientais, disposição das plantas no campo, características e potencialidade genética das plantas, podendo melhorar a qualidade fisiológica das plantas e aumentar a sua produtividade.

## CONCLUSÕES

- O tratamento com o bioestimulante vegetal incrementa o índice de área foliar e promove maior acúmulo de massa seca em plantas de girassol;
- O Stimulate<sup>®</sup> promove maior produtividade, maior massa de aquênios e índice de colheita do capítulo de plantas de girassol, independente das épocas de semeadura e dos arranjos espaciais investigados.

## REFERÊNCIAS

AFFÉRRI, F. S.; BRITO, L. R.; SIEBENEICHLER, S. C.; PELUZIO, J. M.; NASCIMENTO, L. C.; OLIVEIRA, T. C. Avaliação de cultivares de girassol, em diferentes épocas de semeadura, no sul do estado do Tocantins, safra 2005/2006. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 7, p. 79-87, 2008.

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.

ANASTASIA E. GIANNAKOULA, A. E.; ILIAS, I. F.; MAKSIMOVIC, J. J. D.; MAKSIMOVIC, V. M.; ZIVANOVI, B. D. The effects of plant growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 46-53, 2012.

ANDRADE, F. H.; CALVINO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 5, p. 975-980, 2002.

ASHAH, S. H.; AHMAD, I.; SAMIULLAH. Responses of *Nigella sativa* to foliar application of gibberellic acid and kinetin. **Biologia Plantarum**. Praha, v. 51, n. 3, p. 563-566, 2007.

ASSIS, R. L. de; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Campinas, v. 29: p. 515-522, 2005.

BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; GALLOTI, G. J. M.; ALVIMAR, B. A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 41-48. 2008.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: UNESP, 2004. 41p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 399p.

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Crescimento de plantas de girassol em função do vigor de aquênios e da densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 1989-1996, 2009.

CAPONE, A.; BARROS, H. B.; SANTOS, E. R.; CASTRO, E. F.; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Efeito de épocas de semeadura de girassol na safrinha, em sucessão à soja no Cerrado Tocantinense. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.1, p. 102-109, 2012.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008.72p

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: CAMPOS LEITE, R. V. de et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSo, 2005. p. 163-218.

CASTRO, P. R. C; VIEIRA, E, L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, C. **Feijão irrigado**: tecnologia e produtividade. Piracicaba: ESALQ, p. 73-100, 2003.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, Paraná, v. 11, n. 1, p. 33-42, 2010.



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**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 008-014, 2012.

HELIAGRO SCIENCE AND CROP. Disponível em: <[http://www.heliagro.com.br/imagens/lb\\_girassol250.jpg](http://www.heliagro.com.br/imagens/lb_girassol250.jpg)>. Acesso em: 5 nov. 2012.

LEITE, R. M. V. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 609 p.

LIMA, J. F. PEIXOTO. C. P.; LEDO, C. A da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007.

MACHADO, G. S.; PEIXOTO, C. P.; SILVA, M. R.; CRUZ, T. V.; PASSOS, A. R.; Crescimento de híbridos de girassol em sistema plantio direto no Recôncavo da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n. 13, p. 276-285, 2011.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2008.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.13, p. 51-76, 2011.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 491-499, 2007.

RAMOS, N. P.; GALLI, J. A.; AMORIM, E. P.; SILVA, M. R.; MARTINS, A. L. M.; Semeadura do híbrido Lyra de mamona (*Ricinus communis* L.) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 2, p. 481-486, 2008.

REZENDE, J. de O. **Recôncavo Baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, 2004, 194 p.

RIBEIRO, L. P.; SANTOS, D. M. B.; LIMA NETO, I. de A.; BARBOSA, M. F.; CUNHA, T. J. F. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de Plasticultura da Universidade Federal da Bahia/ Politeo em Cruz das Almas - BA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Cruz das Almas, v.19, n. 1, p.105-113, 1995.

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.

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.

SILVA, A. G.; PIRES, R.; MORÃES, E. B.; OLIVEIRA, A. C. B.; CARVALHO, C. G. P.; Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 31-38, 2009.

SILVEIRA, J. M.; CASTRO, C.; MESQUITA, C. M.; PORTUGAL, F. A. F. Semeadura e manejo da cultura do girassol. In: LEITE; R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 375-409.

UNGARO, M. R. G. Potencial da cultura do girassol como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel. In: CAMARA, G. M.; HEIFFIG, L. S. (ed.) **Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para o biodiesel**. Piracicaba: ESALQ, 2006. p. 57-80.

ZAREA, M. J.; GHALAVAND, A.; DANESHIAN, J. Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 25, n. 4, p. 513-518, 2005.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda são escassas as pesquisas com a cultura do girassol que buscam investigar a ação de substâncias reguladoras de crescimento na germinação, no vigor de plântulas, no crescimento inicial, no desempenho vegetativo e na produtividade.

Nessa pesquisa, foi possível observar que o girassol é sensível à ação de substâncias reguladoras de crescimento, e que o Stimulate<sup>®</sup>, por ser um bioestimulante vegetal constituído por três reguladores de crescimento (auxina, cinetina e ácido giberélico), pode ser uma alternativa biotecnológica buscando melhorar parâmetros de interesse agrônômico na cultura.

Foi verificado, que a associação de substâncias reguladoras de crescimento, aplicada exogenamente na parte aérea das plantas, via sementes, ou a associação dessas técnicas, são capazes de promover crescimento inicial mais vigoroso. Além disso, o bioestimulante foi capaz de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, e desta forma favorecer o equilíbrio hormonal da planta. É possível que a presença dos reguladores tenha promovido a translocação de grande quantidade de assimilados e metabólitos envolvidos no florescimento, o que pode levar à precocidade no ciclo da cultura em condições de campo. É importante salientar que tal fenômeno também é muito influenciado pela época de semeadura e arranjo espacial das plantas.

A análise de crescimento revelou-se como ferramenta importante para mensurar as respostas fisiológicas, que são expressas através do crescimento e do desenvolvimento do vegetal. São modificações que surgiram pela ação das substâncias reguladoras em interação com as épocas de semeadura e influenciadas também pelos arranjos espaciais investigados. Dessa forma, o acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em função

do tempo foram utilizados na estimativa de vários índices fisiológicos relacionados às diferenças de desempenho entre os tratamentos.

O crescimento inicial mais vigoroso em plantas de girassol, nem sempre poderá promover maior produtividade, mas poderá apresentar como vantagens: melhor aproveitamento da água no solo através de maior sistema radicular, sombreamento mais rápido da superfície do solo, reduzindo a competição com plantas daninhas, proporcionando efeito supressor sobre o seu desenvolvimento.

As plantas tratadas com o Stimulate<sup>®</sup> quando encontraram condições favoráveis, expressaram alta massa de mil aquênios, índice de colheita de capítulo e rendimento de aquênios em arranjo espacial e época de semeadura ideais. Aliado a isso, o SPD mostrou-se eficiente, preservando a água no solo, principalmente na época de menor precipitação pluviométrica.

Pouco se sabe sobre o real efeito dos bioestimulantes na qualidade fisiológica das sementes e na produtividade das culturas, no entanto, novos estudos devem ser realizados em condições controladas e em campo, variando-se a época de semeadura, arranjos espaciais das plantas o tempo de pré-embrição via sementes, pulverização foliar, concentrações e efeitos na produtividade vegetal, visando confirmar a eficiência e eficácia deste bioestimulante sobre os processos relacionados com o crescimento e o desenvolvimento do girassol.

Esse trabalho foi muito enriquecedor, pois demonstrou boas perspectivas para a utilização do bioestimulante, e espera-se que os resultados aqui encontrados contribuam cientificamente para novas pesquisas.

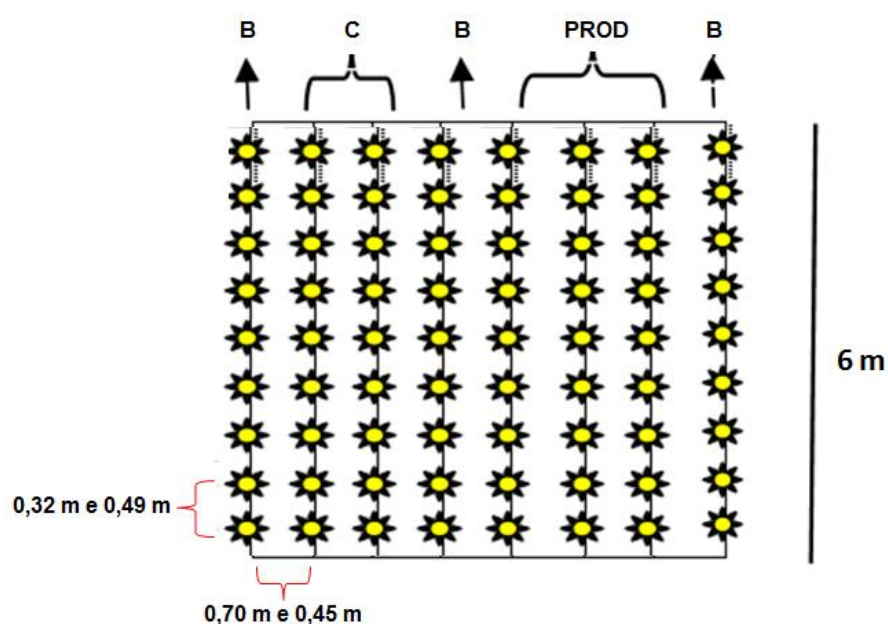
## APÊNDICES

**Apêndice 1.** Análise química do solo na profundidade de 0-20 cm da área experimental da UFRB, no município de Cruz das Almas, Bahia.

pH H <sub>2</sub> O	**P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B ppm	Na mmolc dm <sup>-3</sup>	*K	Ca	Mg	Al	CTC	MO g/dm <sup>3</sup>
<b>ANO 2011</b>														
5,65	12,56	5,10	66,58	12,93	0,83	3,40	0,10	13,50	1,36	12,44	5,69	1,07	34,36	10,68
<b>ANO 2012</b>														
6,24	13,77	10,53	58,70	12,93	0,83	4,85	0,10	8,25	1,70	13,08	7,64	1,28	33,36	7,26

\* determinação por meio de extrator mehlich.

\*\* determinação por meio de disponibilidade de P em extração por resina trocadora de íons.



**Apêndice 2.** Esquema da unidade experimental. B = três linhas destinadas a bordadura, C= duas linhas destinadas às análises de crescimento (amostras destrutivas). PR= três linhas destinadas à produtividade. Arranjo do experimento 1: 0,70 m x 0,32 m e arranjo do experimento 2: 0,45 m x 0,49 m, entrelinhas de semeadura e entre plantas respectivamente.

**Apêndice 3.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar na época 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )				
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE	90DAE
BLOCO	5	55,02 <sup>ns</sup>	532,54 <sup>ns</sup>	80,02 <sup>ns</sup>	89,34 <sup>ns</sup>	60,25 <sup>ns</sup>
ARRANJO	1	522,59*	3750,12**	2145,11**	5825,11**	3881,88**
TRAT	1	277,19 <sup>ns</sup>	5595,20**	40149,23**	15938,02**	21923,52**
TRAT*ARRANJO	1	512,93*	402,35 <sup>ns</sup>	1206,66**	281,83 <sup>ns</sup>	490,45*
ERRO	15	76,91	338,93	138,45	223,62	82,96
CV (%)		41,40	24,26	15,16	23,24	21,50
MÉDIA GERAL		21,18	75,87	77,63	64,35	42,36

\*Significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade e <sup>ns</sup>não significativo.

**Apêndice 4.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar na época 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	33,38*	4,61 <sup>ns</sup>	134,94 <sup>ns</sup>	17,14 <sup>ns</sup>
TRAT	1	651,61**	3541,21**	1283,60**	51,07 <sup>ns</sup>
ARRANJO	1	810,92**	533,48**	155,77 <sup>ns</sup>	298,87 <sup>ns</sup>
ARRANJO*TRAT	1	188,88**	480,30**	1385,23**	0,00
ERRO	15	12,15	28,60	85,08	11,92
CV (%)		13,47	16,34	21,42	18,93
MÉDIA GERAL		25,87	32,74	43,05	18,93

\* Significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade e <sup>ns</sup> não significativo.

**Apêndice 5.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar na época 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	292,86	112,35	240,29	404,07
ARRANJO	1	1067,68**	5075,82**	0,12	173,72
TRAT	1	4165,19*	7426,32**	16700,49**	261,65
TRAT*ARRANJO	1	3266,65**	621,11	171,26	1092,01
ERRO	15	210,88	415,23	138,45	208,78
CV (%)		16,63	19,18	16,28	22,61
MÉDIA GERAL		87,33	106,21	102,00	63,90

\* Significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade e <sup>ns</sup> não significativo.

**Apêndice 6.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar na época 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	112,61	41,96	191,90	287,76
TRAT	1	8988,73**	3131,66*	9120,38**	16,01
ARRANJO	1	1814,76**	4150,74**	2311,04**	2275,92
ARRANJO*TRAT	1	444,16**	637,35	949,13*	39,09
ERRO	15	590,84	465,58	196,74	290,70
CV (%)		19,92	35,07	26,22	18,93
MÉDIA GERAL		31,50	61,51	49,68	36,33

\* Significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade e <sup>ns</sup> não significativo.



**Apêndice 7.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar no arranjo 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )				
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE	90DAE
BLOCO	5	25,26	58,60**	184,90	191,70	7,20
TRAT	1	79,33**	2131,40**	2374,10	5633,10**	7243,10**
EPOCA	1	75,50	21853,00**	13022,90**	25525,00**	8204,90**
TRAT*ÉPOCA	1	8,40	73,50	6566,10**	6421,30**	7243,00**
ERRO	15	18,64	110,60	116,40	106,30	15,10
CV (%)		23,64	18,00	16,90	8,20	14,50
MÉDIA GERAL		18,30	58,20	63,80	47,80	27,60

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 8.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar no arranjo 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )				
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE	90DAE
BLOCO	5	102,49	49,11	73,64	72,47	51,75
TRAT	1	204,68	5923,51**	3060,51**	4376,48**	5273,81**
EPOCA	1	0,00	8206,78**	6744,05**	3403,40**	3963,94**
TRAT*ÉPOCA	1	1541,95**	84,04	6974,50**	2613,17**	3963,94**
ERRO	15	859,67	38,54	92,62	76,71	67,51
CV (%)		26,31	11,68	16,92	24,83	55,42
MÉDIA GERAL		28,77	53,16	56,88	35,27	14,82

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 9.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar no arranjo 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	36,40	486,05	137,67	569,05
TRAT	1	1659,27**	5073,79**	10713**	551,54
EPOCA	1	20084,01	1734,69*	23109,34**	2526,11
TRAT*ÉPOCA	1	1088,96	99,53	1506,39**	662,35
ERRO	15	133,51	295,08	85,49	323,41
CV (%)		22,33	20,65	13,04	31,92
MÉDIA GERAL		51,73	83,17	70,90	56,33

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 10.** Resumo da análise de variância para a variável área foliar no arranjo 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (ÁREA FOLIAR – dm <sup>2</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	198,88	425,23	813,07	141,60
TRAT	1	14069,06**	5027,77**	14695,75**	10,94
EPOCA	1	17369,49**	31442,66**	10878,33**	7188,60**
TRAT*ÉPOCA	1	7,44	1615,35*	25,83	183,93
ERRO	15	173,49	333,41	187,23	169,80
CV (%)		19,63	21,59	16,94	29,68
MÉDIA GERAL		67,10	84,56	80,78	43,90

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 11.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas na época 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )				
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE	90DAE
BLOCO	5	15,55	116,66	147,28	34,46	432,41
ARRANJO	1	154,33**	1729,85**	3182,56**	7267,94**	0,201
TRAT	1	99,70*	5230,88**	30028,56**	17873,91**	15434,95
TRAT*ARRANJO	1	130,12**	414,31*	2927,54**	2167,72**	1422,02
ERRO	15	14,81	62,83	156,32	135,69	356,89
CV (%)		22,00	15,76	12,39	6,25	9,43
MÉDIA GERAL		17,49	50,29	100,88	186,36	200,26

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 12.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas na época 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )				
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE	90DAE
BLOCO	5	28,71	53,09	219,22	74,89	16,41
TRAT	1	270,29**	838,92**	427,00	48,32	62,29
ARRANJO	1	1446,83**	9548,11**	12176,51**	5632,79**	215,99
ARRANJO*TRAT	1	327,77**	115,50	9313,49**	1176,50**	0,29
ERRO	15	13,30	60	166,71	57,57	36,43
CV (%)		18,69	15,48	12,08	7,28	7,64
MÉDIA GERAL		19,52	50,20	106,91	104,24	79,00

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 13.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas na época 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	59,69	116,66	415,13	255,00
ARRANJO	1	439,64**	1729,85**	1430,97	7267,94**
TRAT	1	403,44**	5230,88**	32752,48**	7468,07
TRAT*ARRANJO	1	682,66**	414,31*	640,46	4778,21**
ERRO	15	32,63	62,83	559,57	362,99
CV (%)		17,34	18,73	16,60	13,15
MÉDIA GERAL		32,95	89,30	142,52	144,93

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 14.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas na época 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol, em diferentes arranjos em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	13,21	319,12	255,72	491,68*
TRAT	1	355,20**	7048,99**	8511,53**	28,34
ARRANJO	1	7,83	492,22	473,92**	613,47
ARRANJO*TRAT	1	459,28**	83,29	580,46*	280,03
ERRO	15	12,30	165,61	105,00	150,45
CV (%)		21,92	38,88	16,82	19,69
MÉDIA GERAL		16,00	33,10	60,93	62,29

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 15.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas no arranjo 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )				
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE	90DAE
BLOCO	5	11,20	4,30	163,50	59,70	109,20
TRAT	1	426,90**	8068,20**	47142,80**	20967,70**	7752,80
EPOCA	1	8,70	1261,10**	9,20**	61132,40**	86027,10**
TRAT*ÉPOCA	1	0,60	8,20	105,10	1256,40**	5460,80**
ERRO	15	12,40	52,30	146,30	111,40	108,10
CV (%)		22,70	14,10	10,80	6,90	7,40
MÉDIA GERAL		15,60	51,50	111,80	153,30	140,40

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 16.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas no arranjo 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE / ano 2011).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )				
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE	90DAE
BLOCO	5	21,40	216,67*	234,12	52,61	435,04
TRAT	1	48,46	1228,11**	1064,94*	24039,18**	90448,71**
EPOCA	1	748,56**	6434,58**	4423,68**	4088,72**	2589,20**
TRAT*ÉPOCA	1	828,39**	797,82**	2774,12**	537,83*	1270,46*
ERRO	15	293,80	807,66	166,38	80,81	253,43
CV (%)		20,63	14,99	13,43	6,55	11,47
MÉDIA GERAL		21,45	48,96	96,03	137,32	138,77

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 17.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas no arranjo 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	21,81	157,87	295,88	841,28
TRAT	1	2,98	18388,93**	26023,26**	5193,51**
EPOCA	1	1051,91**	17767,58**	43209,89**	54118,65**
TRAT*ÉPOCA	1	18,60	3693,46**	2021,98*	6968,33**
ERRO	15	20,07	229,13	453,27	311,80
CV (%)		20,32	27,14	19,75	16,86
MÉDIA GERAL		22,04	55,78	107,81	104,72

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 18.** Resumo da análise de variância para a variável massa seca total de plantas no arranjo 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em diferentes épocas de plantio, em coletas realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAE / ano 2012).

FV	GL	QM (MASSA SECA TOTAL - g planta <sup>-1</sup> )			
		30DAE	45DAE	60DAE	75DAE
BLOCO	5	45,41	148,51	200,81	139,38
TRAT	1	8,80	13162,50**	12525,45**	387,12
EPOCA	1	2560,60**	20183,42**	36791,60	29658,86**
TRAT*ÉPOCA	1	1870,19**	468,43	1614,23	5,67
ERRO	15	26,75	276,56	269,35	123,64
CV (%)		19,23	24,96	17,16	10,85
MÉDIA GERAL		26,90	66,62	95,64	102,50

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 19.** Equações polinomiais para o índice de área foliar (IAF) e Taxa de crescimento da cultura (TCC) de plantas de girassol submetidas a tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em duas épocas de semeadura, dois arranjos espaciais em Cruz das Almas, ano 2011.

		IAF	
		CONTROLE	STIMULATE®
EP1	A1	$y = -0,002x^2 + 0,242x - 3,764$ $R^2 = 0,961$	$y = -0,0036x^2 + 0,4665x - 9,3422$ $R^2 = 0,9928$
	A2	$y = -0,000x^2 + 0,081x + 0,014$ $R^2 = 0,978$	$y = -0,0031x^2 + 0,3871x - 7,4696$ $R^2 = 0,9879$
EP2	A1	$y = -0,0005x^2 + 0,0523x - 0,2812$ $R^2 = 0,9645$	$y = -0,0018x^2 + 0,2021x - 3,4399$ $R^2 = 0,9262$
	A2	$y = -0,0012x^2 + 0,1337x - 1,8664$ $R^2 = 0,9535$	$y = -0,0009x^2 + 0,0784x + 0,6122$ $R^2 = 0,9552$

		TCC	
		CONTROLE	STIMULATE®
EP1	A1	$y = -0,0057x^2 + 0,6724x - 15,226$ $R^2 = 0,9715$	$y = -0,0073x^2 + 0,798x - 15,602$ $R^2 = 0,9883$
	A2	$y = -0,0021x^2 + 0,2819x - 5,8472$ $R^2 = 0,9776$	$y = -0,0039x^2 + 0,468x - 9,4033$ $R^2 = 0,9871$
EP2	A1	$y = -0,0022x^2 + 0,2166x - 3,3752$ $R^2 = 0,9809$	$y = -0,004x^2 + 0,2939x - 0,9692$ $R^2 = 0,9004$
	A2	$y = -0,0039x^2 + 0,3587x - 5,3995$ $R^2 = 0,9352$	$y = -0,0016x^2 + 0,0851x + 2,3506$ $R^2 = 0,9131$

**Apêndice 20.** Equações polinomiais para Taxa de crescimento da cultura (TCC) e Índice de área Foliar (IAF), de plantas de girassol submetidas a tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em duas épocas de semeadura, dois arranjos espaciais em Cruz das Almas, ano 2012.

		<b>IAF</b>	
		<b>CONTROLE</b>	<b>STIMULATE®</b>
EP1	A1	$y = -0,000x^2 + 0,071x + 2,146$ $R^2 = 0,995$	$y = -0,003x^2 + 0,418x - 5,543$ $R^2 = 0,992$
	A2	$y = -0,002x^2 + 0,272x - 2,653$ $R^2 = 0,988$	$y = -0,004x^2 + 0,390x - 2,100$ $R^2 = 0,979$
EP2	A1	$y = -0,0008x^2 + 0,0768x - 0,8744$ $R^2 = 0,988$	$y = -0,0027x^2 + 0,2965x - 5,7274$ $R^2 = 0,9902$
	A2	$y = -0,0017x^2 + 0,1844x - 3,0956$ $R^2 = 0,9939$	$y = -0,0017x^2 + 0,1587x - 1,3264$ $R^2 = 0,9786$
		<b>TCC</b>	
		<b>CONTROLE</b>	<b>STIMULATE®</b>
EP1	A1	$y = -0,003x^2 + 0,341x - 5,077$ $R^2 = 0,996$	$y = -0,010x^2 + 0,87x - 12,28$ $R^2 = 0,981$
	A2	$y = -0,003x^2 + 0,195x + 0,743$ $R^2 = 0,984$	$y = -0,007x^2 + 0,546x - 4,436$ $R^2 = 0,972$
EP2	A1	$y = -0,002x^2 + 0,193x - 1,699$ $R^2 = 0,967$	$y = -0,006x^2 + 0,507x - 7,279$ $R^2 = 0,941$
	A2	$y = -0,0059x^2 + 0,535x - 9,795$ $R^2 = 0,951$	$y = -0,0029x^2 + 0,209x - 0,807$ $R^2 = 0,9903$



**Apêndice 25.** Resumo da análise de variância para as variáveis número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (RA) e índice de colheita do capítulo (ICcap) durante a época 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol em diferentes arranjos espaciais /ano 2011).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	16277,83	92,42*	8029,90	0,00
ARRANJO	1	28982,33	60,39	1840177,71**	0,16**
TRAT	1	5803,69	1583,28**	1437113,31**	0,05*
ARRANJO*TRAT	1	18239,20	280,87**	122739,76**	0,31**
ERRO	15	10450,28	25,83	10274,24	0,00
CV (%)		11,51	9,13	4,58	21,52
MÉDIA GERAL		887,831	55,68	2.212,08	0,43

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade

**Apêndice 26.** Resumo da análise de variância para as variáveis número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (Kg ha<sup>-1</sup>) e índice de colheita do capítulo (ICcap) durante a época 2, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol em diferentes arranjos espaciais /ano 2011).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	121143,97	7,76	74885,22	0,01
ARRANJO	1	202917,28	49,42	3842,15	1,19**
TRAT	1	14812,83	708,68	3810213,18**	0,37*
ARRANJO*TRAT	1	86024,92	8,88	1319025,03**	0,32*
ERRO	15	55998,61	6,51	60944,03	0,06
CV (%)		27,53	6,92	15,75	31,17
MÉDIA GERAL		859,71	36,89	1250,22	0,61

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 27.** Resumo da análise de variância para as número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (Kg ha<sup>-1</sup>) e índice de colheita do capítulo (ICcap) durante a época 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol em diferentes arranjos espaciais /ano 2012).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	39530,31	105,05**	82222,84	0,00
ARRANJO	1	555165,01	328,26**	195393,06*	0,07**
TRAT	1	220903,76	213,60**	109273,06	0,01
ARRANJO*TRAT	1	120703,00	120,15*	87098,60	0,00
ERRO	15	65163,27	13,99	32744,38	0,00
CV (%)		24,00	8,64	10,56	15,45
MÉDIA GERAL		1063,83	43,29	1714,40	0,47

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 28.** Resumo da análise de variância para as variáveis número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (Kg ha<sup>-1</sup>) e índice de colheita do capítulo (ICcap) durante a época 1, em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle em plantas de girassol em diferentes arranjos espaciais /ano 2012).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	6015,18	25,43	14716,48	0,00
ARRANJO	1	2086,33	194,50	8,79	0,02
TRAT	1	4427,56	46,20	6283,37	0,04
ARRANJO*TRAT	1	1548,28	30,79	1488,78	0,00
ERRO	15	6857,41	39,77	11152,05	0,00
CV (%)		38,20	19,79	37,36	11,36
MÉDIA GERAL		216,77	31,86	282,67	0,43

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 29.** Resumo da análise de variância para as variáveis número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (RA) e índice de colheita do capítulo (ICcap) no arranjo espacial 1 (0,70 m x 0,32 m), em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em duas épocas de semeadura /ano 2011).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	22778,51	6,27	77975,79	0,03
ÉPOCA	1	41769,14*	1500,17**	3369491,24**	0,73**
TRAT	1	92427,81**	1244,85**	1714905,92**	0,25*
TRAT*ÉPOCA	1	384,58	66,08*	15592,33	0,44*
ERRO	15	138312,65	11,40	71159,25	0,05
CV (%)		12,29	7,08	15,33	16,46
MÉDIA GERAL		781,48	47,71	1740,12	0,65

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 30.** Resumo da análise de variância para as variáveis número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (RA) e índice de colheita do capítulo (ICcap) no arranjo espacial 2 (0,45 m x 0,49 m), em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em duas épocas de semeadura /ano 2011).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	114124,35**	4,15	120864,18	0,00
ÉPOCA	1	5075,07	3593,98**	5545822,44**	0,00
TRAT	1	98044,97	2337,31**	1930509,44**	0,25**
TRAT*ÉPOCA	1	10380,90	228,69**	21160,06	0,21**
ERRO	15	41578,59	26,00	164030,81	0,01
CV (%)		21,76	9,80	17,20	17,87
MÉDIA GERAL		937,12	52,03	2354,42	0,387

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 31.** Resumo da análise de variância para as variáveis número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (RA) e índice de colheita do capítulo (ICcap) no arranjo espacial 1 (0,70 m x 0,32 m), em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em duas épocas de semeadura /ano 2012).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	55380,87	128,62*	7264,73	0,01
ÉPOCA	1	2976209,81**	904,66**	10782083,86*	0,00
TRAT	1	213127,53*	64,06	5875,32	0,00
TRAT*ÉPOCA	1	126572,30	18,92	1698,31	0,08
ERRO	15	46195,46	34,80	21302,37	0,00
CV (%)		38,41	14,44	15,31	16,54
MÉDIA GERAL		559,59	40,85	953,54	0,41

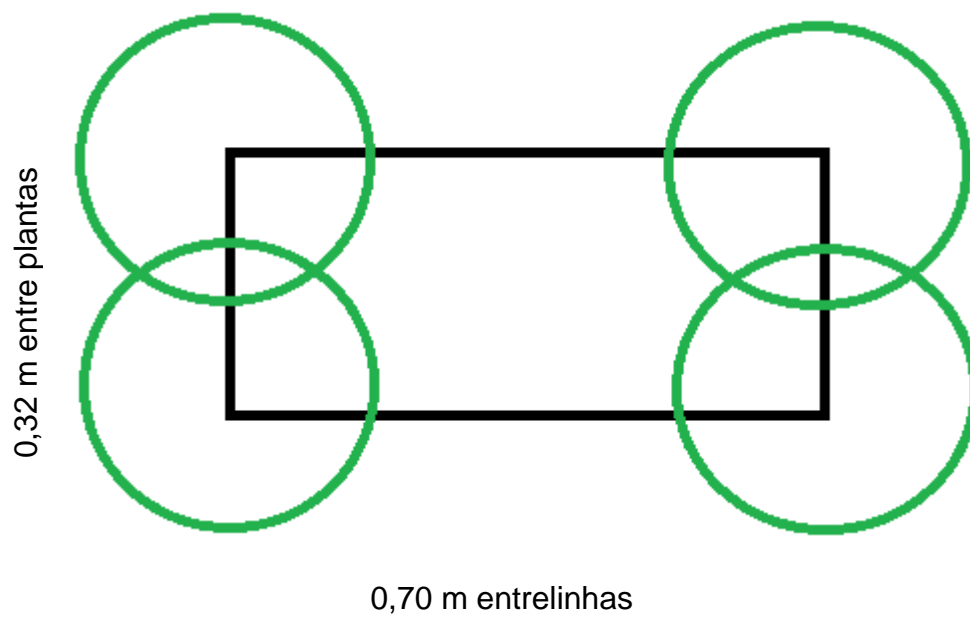
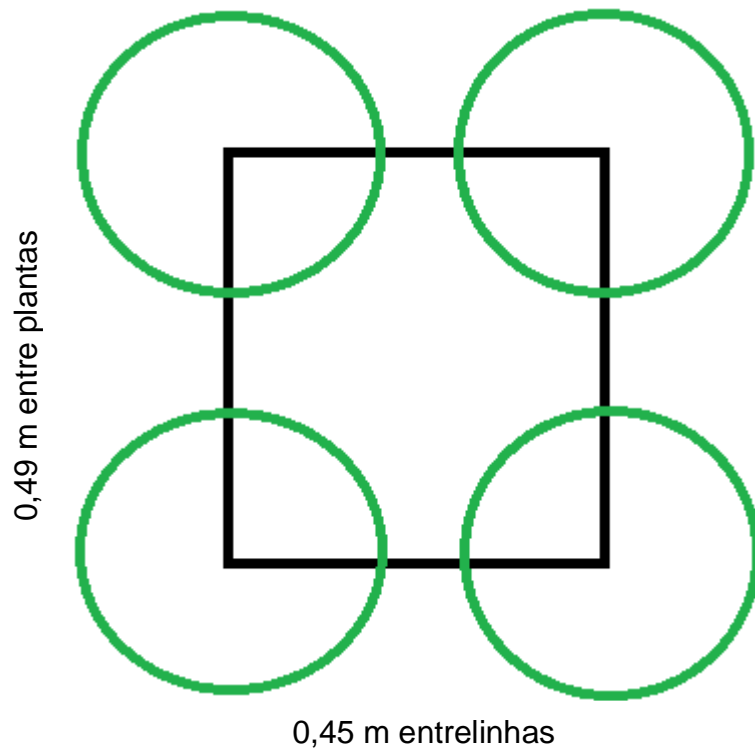
\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 32.** Resumo da análise de variância para as variáveis número de aquênios por capítulo (NAC), massa de mil aquênios (MMIL), rendimento de aquênios (RA) e índice de colheita do capítulo (ICcap) no arranjo espacial 2 (0,45 m x 0,49 m), em resposta aos tratamentos com o bioestimulante vegetal Stimulate® mais o controle, em plantas de girassol em duas épocas de semeadura /ano 2011).

FV	GL	QM			
		NAC	MMIL (g)	RA (kg ha <sup>-1</sup> )	ICcap (g g <sup>-1</sup> )
BLOCO	5	21666,42	24,16	56367,34	0,00*
ÉPOCA	1	5878620,16*	671,19**	13902480,93**	0,01**
TRAT	1	5607,14	179,96**	111010,00	0,00*
TRAT*ÉPOCA	1	2275,26	147,90**	85560,84	0,01**
ERRO	15	15348,80	11,53	33696,70	0,00
CV (%)		17,18	9,90	17,60	4,14
MÉDIA GERAL		721,18	34,30	1043,17	0,49

\* significativo a 5%, \*\*significativo a 1% de probabilidade.

**Apêndice 33.** Esquema da disposição das plantas nos dois arranjos espaciais estudados (arranjo 1: 0,70 m x 0,32 m e arranjo 2: 0,45 m x 0,49 m, entrelinhas de semeadura e entre plantas, respectivamente).



**ANEXOS**

**ANEXO A.** Produção, área e produtividade agrícola de girassol (aquênios) nos principais estados produtores. Safra 2010/2011.

	<b>Estados</b>	<b>Produção (1.000t)</b>	<b>P/B (%)</b>	<b>A/B (%)</b>	<b>Área (1.000ha)</b>	<b>Rendimento (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
1	Mato Grosso	69,5	67,9		43,2	1.609
2	Goiás	13,8	13,5	81,3	9,1	1.517
3	Rio Grande do Sul	11,6	11,3	92,7	9,0	1.294
4	Mato Grosso do Sul	4,4	4,3	97,0	3,8	1.165
5	Ceará	1,7	1,7	98,6	2,3	751
6	Paraná	1,0	1,0	99,6	0,7	1.382
7	Bahia	0,4	0,4	100,0	0,6	684
	<b>BRASIL</b>	<b>102,4</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>68,7</b>	<b>1.492</b>

<sup>1</sup>P/B = participação percentual do estado em relação ao Brasil.

<sup>2</sup>A/B = participação percentual acumulada dos estados em relação ao Brasil.

Fonte: CONAB (2011).

**ANEXO B.** Descrição esquemática das fases de desenvolvimento do girassol.

Emergência	Nº de folhas maiores que 4 cm			Desenvolvimento da inflorescência				Floração		Enchimento de Aquênios		Maturação fisiológica
	VE	V1	V2	VN	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
Fase Vegetativa				Fase reprodutiva								

Fonte: Adaptado de Leite et al. (2005).

## ANEXO C. Fases do desenvolvimento do girassol.

Estádios	Descrição	
Fase vegetativa	<b>VE</b>	A fase vegetativa começa com a emergência de plântulas (VE) e termina com o início do aparecimento da inflorescência (botão floral). Após a emergência, as fases são definidas em função do número de folhas com o mínimo de 4 cm de comprimento, começando com V1, V2, VN.
	<b>V1</b>	
	<b>V2</b>	
	⋮	
	<b>VN</b>	
Fase reprodutiva	<b>R 1</b>	A inflorescência circundada pela bráctea imatura torna-se visível;
	<b>R 2</b>	O internódio abaixo da base da inflorescência alonga-se de 0,5 a 2,0 cm acima da folha mais próxima da inflorescência, inserida no caule;
	<b>R 3</b>	O internódio abaixo do botão floral continua a se alongar, distendendo-se mais de 2,0 cm acima da folha mais próxima da inflorescência;
	<b>R 4</b>	A inflorescência começa a abrir, no momento que pequenas flores liguladas são visíveis e amarelas;
	<b>R 5</b>	Ocorre o início da antese. As flores liguladas estão completamente expandidas e todos os discos das flores são visíveis. Esta fase pode ser dividida em subfases:
	<b>R 5.5</b>	quando 50% das flores do disco estão fertilizadas ou em antese.
	<b>R 5.8</b>	quando 80% das flores do disco estão fertilizadas ou em antese.
	<b>R6</b>	A antese esta completa e as flores liguladas perderam a turgidez e estão murchando;
	<b>R7</b>	O dorso do capítulo torna-se amarelo-claro, começando pelo centro;
<b>R8</b>	O dorso do capítulo torna-se amarelo, porém as brácteas permanecem verdes. Alguns pontos castanhos podem aparecer;	
<b>R9</b>	As brácteas adquirem a coloração entre amarela a castanha. Nesse ponto, grande parte do dorso do capítulo torna-se castanho. Ocorre a maturação fisiológica.	

Fonte: Adaptado de Leite et al. (2005).