



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE MESTRADO

**STIMULATE[®] NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE
PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE *Jatropha curcas* L.¹**

DENIO DE OLIVEIRA

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
MARÇO- 2010**

STIMULATE® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE
PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE *Jatropha curcas* L.¹

DENIO DE OLIVEIRA

Licenciado em Ciências Agrícolas

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1976

Dissertação 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 Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto
Co-Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

O48

Oliveira, Denio de

Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de *Jatropha curcas* L / Denio de Oliveira - Cruz das Almas, BA, 2010.
- 91f. : il.

Orientador: Clóvis Pereira Peixoto.

Co-Orientador: Elvis Lima Vieira

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

1. Pinhão manso – germinação. 2. Pinhão manso – bior- regulador. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 633.85

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 DISSERTAÇÃO DO
ALUNO DENIO DE OLIVEIRA

Profº Dr. Clóvis Pereira Peixoto
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB
Orientador

Profº Dr. Edson Alva Souza Oliveira
Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA

Profº Dr. Edson Ferreira Duarte
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em

Dedicatória

À Simone,

Lara

e

Victor,

Esposa e filhos

DEDICO

Agradecimentos

Ao G.: A.: D.: U.:

por ter me iluminado

nos momentos difíceis

dessa caminhada.

A minha mãe Idenil pelos ensinamentos ao longo dessa vida.

A meu ir.: e orientador

Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto,

que merece todo mérito

por essa minha vitória.

A UFRB, CAPES, IFET- Campus Catu-BA.

A Stoller do Brasil Ltda., pelo fornecimento do produto e apoio dado nesta pesquisa.

Aos colegas João Paulo e Jairo, Engenheiros Agrônomos da EBDA-Alagoinhas, que gentilmente cederam as sementes de pinhão manso utilizadas nesse trabalho.

Aos companheiros: Adriana Passos, Alfredo, Luis, Patrícia, Gisele, Juliana, Viviane, Carlos Alan, Cleyton, Vicente, Vanessa, Josuel e Jackson, por terem participado ativamente de alguma fase desse projeto.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1	
STIMULATE [®] , VIA PRÉ-EMBEBIÇÃO, NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L.).....	11
Capítulo 2	
STIMULATE [®] , VIA PRÉ-EMBEBIÇÃO DE SEMENTES E PULVERIZAÇÃO FOLIAR, NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L.).....	34
Capítulo 3	
ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L), PROVENIENTES DE SEMENTES PRÉ-EMBEBIDAS EM STIMULATE [®]	55
Capítulo 4	
TAMANHO ÓTIMO DE PARCELAS PARA EXPERIMENTOS COM PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
ANEXO.....	91

STIMULATE[®] NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES, VIGOR DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Jatropha curcas* L)¹

Autor: Denio de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto

Co – Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

RESUMO: Diante de escassez de informações sobre a cultura do pinhão manso, objetivou-se avaliar a germinação de sementes, o vigor de plântulas e o crescimento inicial de plantas de pinhão manso, quando submetidas à pré-embrição em água destilada e Stimulate[®] (90 mg L⁻¹ de cinetina, 50 mg L⁻¹ giberelina, 50 mg L⁻¹ auxina e 99,981% de ingredientes inertes). Os experimentos foram instalados no Laboratório de Fisiologia Vegetal e em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. As sementes passaram por uma desinfecção em solução de hipoclorito de sódio a 2,0%, por 2 minutos e lavadas em água corrente. Os tratamentos foram: controle em água destilada (0,0) e as concentrações de Stimulate[®] (6,0; 12,0; 18,0; 24,0 e 30,0 mL de Stimulate[®]. L⁻¹ de solução), por oito horas, em quatro repetições de 50 sementes para o teste de germinação e de 10 sementes para os testes de vigor de plântulas. Utilizou-se 25 sementes em quatro repetições para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) instalado em bandejas plásticas sobre bancadas na casa de vegetação, tendo como substrato areia lavada. O crescimento inicial foi avaliado em cinco plantas uniformes, nas seguintes características: altura de planta (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, massa seca de raiz (g), de caule (g), de folhas (g) e total (g). As plantas foram avaliadas aos 40 dias após a semeadura (DAS). Para a análise de crescimento, foram realizadas coletas decenais de cinco plantas aleatórias por parcela, a partir dos 21 dias após a semeadura (DAS) até os 71 DAS, para a determinação da matéria seca (g planta⁻¹) e da área foliar da planta (dm²), como base para determinar os índices fisiológicos: taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF). Com relação ao teste de germinação e vigor, o biorregulador vegetal, apresenta um efeito depressivo nas características avaliadas, com

exceção do comprimento de raízes, em que há um incremento de 12%, para a concentração estimada de 9,3 mL. L⁻¹ Stimulate[®]. No entanto, influencia positivamente o crescimento inicial de plantas de pinhão manso, sendo que as concentrações até 18,0 mL. de Stimulate[®]. L⁻¹ de solução aquosa, são as mais eficientes na promoção das características avaliadas. Entretanto, quanto aos índices fisiológicos, não houve diferenças significativas para as concentrações utilizadas, variando apenas no tempo de amostragem. Para experimentos em casa de vegetação com pinhão manso, o tamanho ótimo de parcela deve ser de dez plantas

Palavras-chave: pré-embebição, biorregulador vegetal, crescimento, precisão experimental.

STIMULATE® IN GERMINATION OF SEEDS, SEEDLING VIGOR AND PLANT INITIAL GROWTH OF JATROPHA (*Jatropha curcas* L.)¹

Author: Denio de Oliveira

Advisor: Dr. Clovis Pereira Peixoto

ABSTRACT: Faced with a shortage of informations about the cultivation of *Jatropha*, it aimed to evaluate seed germination, seedling vigor and plant initial growth of *Jatropha* plants, when submitted to pre-soaking in distilled water and Stimulate® (90 mg L⁻¹ kinetin, 50 mg L⁻¹ gibberellin, 50 mg L⁻¹ auxin and 99.981% inert ingredients). The experiments were conducted at the Laboratory of Plant Physiology and in the greenhouse at the Center for Agricultural Sciences, Environmental and Biological of Federal University of Recôncavo of Bahia. The seeds went through a disinfecting solution of sodium hypochlorite 2% for 2 minutes and washed in running water. The treatments were: control in distilled water (0.0) and concentrations Stimulate® (6.0, 12.0, 18.0, 24.0 and 30.0 mL product. L⁻¹ solution), for eight hours, in four replications of 50 seeds for germination test and 10 seeds for seedling energy of seedling test in Germitest paper. We used 25 seeds in four replications for Speed Emergency Index (IVE) installed in plastic trays on benches in a greenhouse, with washed sand as substrate. The initial growth was evaluated in five uniform plants, the following characteristics: plant height (cm), stem diameter (mm), leaf number, weight dry root (g), weight dry stem (g), weight dry leaves (g) and total dry mass (g). The plants were evaluated in 40 days after sowing (DAS). For growth analysis, samples were taken in decade of five random plants per plot from 21 days after sowing (DAS) until 71 DAS, for the determination of dry matter (g plant⁻¹) and leaf area of plant (dm²), as the basis for determining the physiological indices: absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR) and leaf area ratio (LAR) and leaf area ratio (LAR). In relationship to germination test and vigor, the biostimulant has a depressing effect on the evaluated characteristics, except for root length, in which there is an increase of 12% to the estimated concentration of 9.3 mL L⁻¹ Stimulate®. However, it influences, positively, the initial growth of *Jatropha* plants, with concentrations up to 18.0 mL

L⁻¹, the most efficient in the promotion of those characteristics. Besides, there is no significant difference in the concentrations used, in physiological indices, varying only in time of sampling. For experiments in a greenhouse with jatropha, the optimum size plot should be ten plants.

Key words: pre-soaking, biorregulator of plant, growth, accuracy experimental.

INTRODUÇÃO

Desde o século passado, os combustíveis derivados do petróleo tem sido a principal fonte de energia no mundo. No entanto, previsões de que esse recurso se extinga, somadas às crescentes preocupações com o ambiente, tem levado a busca de fontes de energia alternativa e renovável (GHASSAN et al., 2003). A grande crise mundial do petróleo na década de 70 despertou, na sociedade global, a consciência e os riscos dos efeitos danosos ao meio ambiente, causados pela queima desse tipo de combustível. Para tanto, buscaram-se, na pesquisa científica, subsídios para a elaboração de metas objetivando a redução na emissão de gases poluentes, aumentando, desde então, o interesse por outras formas opcionais de energia, principalmente aquelas que contribuam para reduzir a emissão de gases do efeito estufa.

Nos dias atuais, pesquisar novas tecnologias de produção e desenvolver fontes limpas e alternativas de combustíveis renováveis, em substituição aos combustíveis derivados do petróleo, muito poluentes, tornou-se imprescindível para a sustentabilidade dos ecossistemas do planeta, devido às drásticas mudanças climáticas ocorridas nessas últimas décadas, em função da queima de combustíveis fósseis, entre outras. Assim, a produção de biocombustíveis, em especial o biodiesel, menos poluentes, desponta como uma opção das mais promissoras e eficientes, para se minimizar essa problemática de emissão de gases do efeito estufa, e ao mesmo tempo, permitir diversificar a matriz energética brasileira, de modo a garantir energia necessária ao desenvolvimento sustentável, sem comprometer aspectos ambientais.

Entre os biocombustíveis, o biodiesel é definido como combustível de motores a combustão interna, com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que pode substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil (BARROS, 2006).

No Brasil, estudos com plantas oleaginosas como, dendê, babaçu, soja, mamona, girassol, amendoim e pinhão manso se intensificaram nos últimos anos, buscando identificar aquelas com potencialidades de se transformarem em fontes de matéria prima em larga escala, para fomentar a produção de biocombustíveis.

Nesse contexto, as perspectivas favoráveis, aos cultivos racionais do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) se devem à utilização de suas sementes, como matéria-prima para a produção de biocombustíveis, sendo amplamente discutida e avaliada, por atender algumas das premissas básicas do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB. Dentre estes princípios, está o balanço energético favorável, aproveitamento eficiente do solo, geração de empregos, inclusão social e melhorias na qualidade de vida no meio rural, e sendo atualmente é considerada como uma das mais promissoras, por seu elevado teor de óleo (25 a 40%), superior ao da maioria das oleaginosas utilizadas no mercado de biocombustíveis (ARRUDA et al., 2004). Aliado à característica peculiar de queimar sem liberar fumaça, e segundo Tapanes et al. (2007), ser de fácil cultivo, e seu óleo ter variações pouco significativas de acidez, além de possuir melhor estabilidade à oxidação do que a soja e a palma e, boa viscosidade se comparado ao da mamona.

Para Amorim (2005) e Saleme (2006) o pinhão manso é uma planta oleaginosa viável para a obtenção do biodiesel, pois produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare, levando de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por 40 anos. A produtividade do pinhão-manso varia muito, em função da região de plantio, método de cultivo e tratos culturais, idade da cultura, bem como da quantidade de chuva e da fertilidade do solo.

Segundo Heiffig-del Aguila, *The Global Exchange for Social Investment - GEXSI* (2008) informou que o cultivo e a utilização industrial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) pelo mundo, estão em fase inicial de desenvolvimento, sendo atualmente explorado em 55 países, em uma área estimada de 900.000 ha, onde 85% destas (765.000 ha) estão localizadas na Ásia, aproximadamente 13% (120.000 ha) na África e, estimativa de 2% (20.000 ha) na América Latina, existindo a previsibilidade de que, a cada ano, durante os próximos 5 a 7 anos, cerca 1,5 a 2 milhões de hectares sejam cultivados com essa Euphorbiaceae oleaginosa.

No Brasil, o pinhão manso ocorre praticamente em todas as regiões, sempre de forma dispersa, adaptando-se em condições edafoclimáticas as mais variáveis, desde o estado de São Paulo para o Norte e Oeste do país, mas se propagando, sobretudo nos estados do Nordeste, em Goiás e em Minas Gerais. Por falta de registros confiáveis, se desconhece a verdadeira realidade atual de exploração dessa cultura, nas diferentes regiões geográficas brasileira.

Segundo Holanda (2006), o Brasil apresenta condições favoráveis para se tornar um importante produtor mundial de biodiesel, incluindo a disponibilidade de extensas áreas agricultáveis, parte delas não propícias ao cultivo de gêneros alimentícios, mas com condições de solo e clima adequadas ao plantio de diferentes espécies de oleaginosas, que podem ser utilizadas para a produção de biocombustíveis.

Estimam-se, aproximadamente, 90 milhões de hectares de terras, que podem ser utilizadas no processo produtivo. Conforme dados da Embrapa, a área plantada com pinhão-manso no país saltou de 500 hectares em 2006, para 20 mil em 2007, com previsão de aumentar para 50 mil hectares no ano de 2008 (BOUÇAS e ZANATTA, 2007). Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Pinhão Manso (ABPPM), o ano de 2009 deverá fechar com um total aproximado de 60 mil hectares cultivados. Na região do cerrado, por exemplo, mais de 20 milhões de hectares poderão ser utilizados nos próximos anos na integração agricultura-pastagem.

Encontrado em quase todo o território baiano, o pinhão-manso tem na faixa costeira, a partir do litoral até uma distância de 100 quilômetros, sua maior predominância, mas também é encontrado em diversos municípios do semi-árido, sendo explorado como complemento de renda por pequenos agricultores, assim como por empresas agrícolas que buscam explorar novos nichos de mercado; e isso se deve principalmente, às várias vantagens que essa Euphorbiaceae apresenta na relação custo/benefício, quando comparada com as demais espécies oleaginosas pesquisadas como fonte de matéria prima, para produção de bioenergia.

Nesta perspectiva, o pinhão manso é considerado, uma das espécies mais promissoras como fonte de matéria-prima para a produção de biocombustíveis no Brasil, visto que suas características indicadoras de um balanço energético/econômico ser muito favoráveis. Dessa forma, o aumento, das áreas

de plantio com o pinhão manso, vem contribuindo, como instrumento de fixação de mão-de-obra no campo, principalmente dos pequenos produtores rurais, que vislumbram nessa cultura, mais uma fonte de renda continuada. Por ser perene, também, contribui para a conservação do solo e reduz o custo de produção, fator importante para sua viabilidade econômica.

As pesquisas com pinhão manso, como fonte energética, justificam-se pela comprovada potencialidade da espécie no país, no entanto, a falta de conhecimento científico sobre essa cultura dificulta a exploração do máximo de sua produtividade (AZEVEDO, 2006). Embora os resultados iniciais sejam animadores, muitos estudos ainda precisam ser feitos para se iniciar o cultivo em escala comercial, uma vez que informações sobre a viabilidade de sementes, crescimento, manejo da cultura e produtividade, são poucas ou escassas.

As sementes de pinhão manso e de outras espécies são afetadas por diversos fatores ambientais e fisiológicos, com reflexo no desempenho da cultura, entre eles a porcentagem de emergência e vigor das sementes, influenciando a uniformidade, velocidade e porcentagem de germinação, e por extensão, o estande final. Assim, considerando o aumento na demanda por sementes de alta qualidade, para implementação de novos plantios, é de fundamental importância que os métodos de avaliação dessa qualidade sejam eficientes, por existir variações individuais entre plantas, devido às influências ambientais e à variabilidade genética.

A propagação via seminal para o pinhão manso é o mais recomendado em virtude de permitir melhor formação do sistema radicular, ser mais resistentes e de maior longevidade e propiciar melhor estabilidade a planta. No entanto, problemas de irregularidades na germinação e perda do poder germinativo, após alguns meses de armazenamento, são freqüentes (SEVERINO et al., 2006). Para tanto, o teste de germinação constitui uma técnica eficiente para determinar, numa amostra, a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis (SANTOS, 2007).

A qualidade fisiológica das sementes tem sido caracterizada pela germinação e pelo vigor, que é a soma de atributos que confere a semente, potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais (HÖFS et al., 2004).

O tratamento de sementes é uma tecnologia recomendada pela pesquisa, diminuindo assim as falhas na germinação (FARIAS et al., 2003). A embebição de sementes em substrato contendo solução com substâncias promotoras de crescimento, é uma técnica bastante conhecida há vários anos. Tem sido demonstrado que os efeitos benéficos desse tratamento permanecem mesmo após a secagem das sementes (ROSSETO et al., 2000).

Portanto, pesquisar métodos que tenham por objetivo, estimular, acelerar e uniformizar o processo germinativo de sementes é de fundamental importância para melhoria na obtenção de estande de plantas uniformes em germinação, emergência e desenvolvimento vegetativo. Assim, o pinhão manso por se tratar de uma espécie ainda em domesticação e desprovida de muitos estudos e tecnologias, justifica-se realização de pesquisas em laboratório, casa de vegetação e em campo, para melhor compreensão do processo germinativo e das diferentes fases fenológicas de desenvolvimento da planta, principalmente, do seu crescimento inicial, para a obtenção de mudas.

Processos como, germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação, são afetados por diversos fatores, sendo que os hormônios vegetais desempenham um papel importante no controle de desenvolvimento dos componentes de produtividade. Portanto, conhecer os locais de biossíntese, via de transporte, estrutura química, mecanismos de ação e efeitos fisiológicos destas substâncias, são importantes para estudos que visem alterar as respostas fisiológicas das plantas através de manipulação destas substâncias e/ou aplicação de seus similares (CATO, 2006).

Os reguladores de crescimento e desenvolvimento são substâncias químicas sintéticas que tem efeito sobre o metabolismo vegetal (LAMAS, 2001), agindo de forma similar aos hormônios vegetais. Seu uso na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade e facilidade do manejo cultural, embora sua utilização ainda não seja prática rotineira na maioria das culturas (VIEIRA, 2001). Os reguladores vegetais são compostos orgânicos não nutrientes e que, em pequenas concentrações, promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos e morfológicos da planta (TAIZ e ZEIGER, 2006).

Como forma de acelerar e uniformizar a germinação de sementes e também promover o crescimento inicial de plantas jovens, vários pesquisadores recomendam o uso de reguladores vegetais e biorreguladores vegetais (CASTRO

e VIEIRA 2001; DAVIES, 2004). Seu uso depende da concentração, do número de aplicações, da época de aplicação, do estágio de crescimento da planta e da natureza da espécie ou variedade tratada.

As substâncias reguladoras de crescimento podem atuar sozinhas ou em combinação com outras (DAVIES, 2004) e neste caso, a mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outras substâncias, é designada biorregulador vegetal ou estimulante vegetal, como o Stimulate[®], que é composto por três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). Este produto químico pode incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, diferenciação e o alongamento das células, podendo, também, aumentar a absorção e a utilização de água e dos nutrientes pelas plantas (VIEIRA, 2001; DAVIES, 2004).

Uma vez que o Stimulate[®] promove alterações na germinação de sementes e no desenvolvimento das plantas, quando ministrado, via sementes e/ou pulverização foliar, a utilização deste biorregulador vegetal aplicado nas sementes e/ou plantas poderá trazer benefícios significativos na germinação de sementes, vigor de plântulas e no crescimento inicial de plantas.

Por outro lado, um dos primeiros e múltiplos desafios, a serem vencidos pelas pesquisas com pinhão manso, é a execução de experimentos cada vez mais precisos, para se avaliar as potencialidades reais dessa planta, como fonte de matéria prima continuada à produção em larga escala de biocombustíveis, e fonte renovável de proteína vegetal a ser utilizada na formulação de ração animal.

O planejamento experimental é de fundamental importância quando se deseja precisão e qualidade dos resultados. Neste contexto, a escolha correta do tamanho e da forma de parcela em função da cultura e do tipo de ambiente merece atenção especial. O planejamento envolve a escolha adequada da área experimental, do tamanho da parcela, do delineamento e do número de repetições, assunto amplamente relatado na literatura sobre experimentação (GOMEZ e GOMEZ, 1984; STEEL et al., 1997; RAMALHO et al., 2000), sendo durante essa fase do planejamento, que o pesquisador estabelece o nível de precisão desejado.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos fisiológicos da aplicação do Stimulate[®] via pré-embebição das sementes na germinação, vigor de

plântulas e aplicação foliar no crescimento inicial de plantas de *Jatropha curcas* L. Além disso, estimar o tamanho ótimo de parcelas, com base no ponto máximo de curvatura, para experimentos em casa de vegetação

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, P. Q. R. de; **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no Semi-Árido Brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação**, Monografia – Piracicaba; São Paulo; Brasil; 2005.

ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S.. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, jan./abr. 2004.

AZEVEDO, H. Pinhão manso é lançado pelo presidente Lula como opção para biodiesel – vegetal é de fácil cultivo. **Hoje em Dia**, 8 a 14/01/2006, Brasília-DF.

BARROS, T. F. **Ação de giberelina líquida na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas cultivadas**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia.

BOUÇAS, C.; ZANATTA, M. Sob pressão, governo deve legalizar plantio do pinhão-manso. **Jornal Valor Econômico**, quinta, 25 de outubro de 2007.

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

CATO, S. C. **Ação de biorregulador vegetal nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 74f. 2006.

DAVIES, P. J. Plant Hormones: **Biosynthesis, Signal Transduction**, Action. Kluwer Academic Publishers, 2004, 750p.

FARIAS, A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C de F.; NETO CASSETARI, D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químicos e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p. 121-127, 2003.

GHASSAN, T. Q.; MOHAMAD, I.; AL-WIDAN, B.; ALI, O. A. Combustion performance and emissions of ethyl ester of a waste vegetable oil in a water-cooled furnace. **Applied Thermal Engineer**, v. 23, p. 285-293, 2003.

HEIFFIG-DEL AGUILA, L. S. Potencial da cultura do pinhão-mansão na produção de biocombustíveis. In: **The Global Exchange for Social Investment**, 2008. Disponível em: <http://www.pecege.esalq.usp.br/plantas/1.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2009.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta á qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de sementes**, v. 26 n. 1, p. 92-97. 2004.

HOLANDA, A. **Biodiesel e Inclusão Social**. Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações (Editor); Série Cadernos de Altos Estudos; Nº 1; Brasília, Brasil, p. 13-55, 2006.

LAMAS, F. M. Reguladores de Crescimento. In: **Embrapa Agropecuária Oeste. Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Algodão, 296p. 2001.

ROSSETO, C. A. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de maracujá – doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.247-252, 2000.

SALEME, W. J. L. Potencial do Pinhão Manso para o Programa Nacional de Biodiesel. Instituto Fênix de Pesquisa e Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2006. 11p. In: Potencial do Pinhão Manso para o Programa Nacional do Biodiesel. **Fundação de Estudos e Pesquisas em Administração e Desenvolvimento - FEPAD**. 2006. Disponível em: <http://www.fepad.org.br/NovoSite/%5Fdinamico/?link=seminario>. Acesso em: 22 de setembro de 2009.

SANTOS, F. S. dos. **Biometria, germinação e qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia chrysostricha* (Mart. ex A. Dc.) Standl. provenientes de diferentes matrizes**. 2007. 48f. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D. de; FARIAS V. de A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. 2003 [On line] Aplicação de regulador de crescimento em sementes de algodão, amendoim, gergelim e mamona. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** (53). Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Homepage: <http://www.cnpa.embrapa.br>. Acesso em: 10 de outubro de 2009.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D. de; FARIAS V. de A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Produção de mudas de pinhão manso. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2006, (*Folder*).

TAPANES, N. O.; ARANDA, D. A. G.; CARNEIRO, J. W. de M. **Transesterificação dos glicerídeos do óleo de *Jatropha curcas* L.: estudo teórico**. 2007. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/producao/Glice27.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2009.

VIEIRA, E. L.; **Ação de biorregulador vegetal 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.

122p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Universidade de São Paulo, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Trad. Santarén, 3.ed. Porto Alegre:
Artmed, 2006. 719p.

CAPÍTULO 1

STIMULATE[®], VIA PRÉ-EMBEBIÇÃO, NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)¹

¹ Artigo a ser submetido ao corpo editorial da Revista Brasileira de Sementes.

STIMULATE[®], VIA PRÉ-EMBEBIÇÃO, NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)

Autor: Denio de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto

Co – Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

RESUMO: Objetivou-se avaliar a germinação de sementes, o vigor de plântulas e o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de plantas de pinhão manso, quando submetidas à pré-embebição em Stimulate[®]. O experimento foi instalado no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas e em casa de vegetação da UFRB. As sementes de pinhão manso obtidas na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), passaram por uma desinfecção em solução de hipoclorito de sódio a 2,0%, por 2,0 minutos e lavadas em água corrente. Os tratamentos via embebição foram controle (0,0) e as concentrações de Stimulate[®] (6,0; 12,0; 18,0; 24,0 e 30,0 mL do produto. L⁻¹ de solução), por oito horas, em quatro repetições de 50 sementes para o teste de germinação e de 10 sementes para os testes de vigor de plântulas, em papel Germitest. Utilizaram-se 25 sementes em quatro repetições para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) instalado em bandejas em casa de vegetação, tendo como substrato areia lavada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 4 repetições. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de germinação de sementes, porcentagem de plantas normais na primeira e segunda contagem, porcentagem de plantas anormais, sementes firmes e sementes mortas, comprimento de raiz e caule, aos sete e quatorze dias após a semeadura (DAS) e o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do sétimo ao vigésimo segundo dia. Pode-se concluir que a pré-embebição de sementes, por um período de oito horas, no intervalo de 6,0 a 30,0 mL Stimulate[®] L⁻¹ de solução aquosa, apresenta um efeito negativo nas características avaliadas, com exceção do comprimento de raízes, em que há um incremento de 12%, para a concentração estimada de 9,3 mL Stimulate[®]. L⁻¹.

Palavras-chave: pré-embebição, biorregulador vegetal, crescimento, pinhão manso.

STIMULATE[®] BY THE WAY OF SEED PRE-SOAKING, GERMINATION AND SEEDLING VIGOR OF JATROPHA (*Jatropha curcas* L.)

Author: Denio de Oliveira

Advisor: Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co – Advisor: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the germination of seeds, seedling vigor and Emergency Speed Index (ESI) of *Jatropha* plants, when subjected to pre-soaking in Stimulate[®]. The experiments were conducted at the Laboratory of Plant Physiology of the Center for Agricultural Sciences, Environmental and Biological and in a greenhouse at the UFRB. The seeds have a disinfecting solution of sodium hypochlorite 2% for 2 minutes and washed in running water. The treatments were control (0.0) and Stimulate[®] concentrations (6.0, 12.0, 18.0, 24.0 and 30.0 mL product L⁻¹ of solution), for eight hours, four replicates of 50 seeds for germination and 10 seeds for the tests of seedling vigor in paper Germitest. It used 25 seeds in four replicates for Emergency Speed Index (ESI) installed in plastic in a greenhouse, with washed sand as substrate. The experimental design was completely randomized. The evaluated variables were: percentage of germination, percentage of normal plants in the first and second count, percentage of abnormal plants, firm seeds and dead seeds, length of root and stem, seven and fourteen days after sowing (DAS) and Emergency Speed Index (ESI) of the seventh to twenty-second day. It can be concluded that the pre-soaking seed, for a period of eight hours, in several increasing concentrations, in the range 6.0 to 30.0 mL L⁻¹ of the bio-stimulant, it has a negative effect on the evaluated characteristics, with the exception of root length, where there is an increase of 12% to the estimated concentration of 9.3 mL L⁻¹ Stimulate[®].

Key-words: pre-soaking, bio-stimulant, growth, *Jatropha*

INTRODUÇÃO

Pesquisar novas tecnologias de produção e desenvolver fontes limpas e alternativas de combustíveis renováveis, em substituição aos combustíveis derivados do petróleo, para reduzir a emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, tem sido a uma preocupação mundial, o que se comprovou no último fórum de discussão sobre o clima no planeta, realizado em Copenhague a COP-15, 15ª Conferência das Partes, realizada pela UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de 7 a 18 de dezembro 2009, torna-se imprescindível para a sustentabilidade dos ecossistemas, devido às drásticas mudanças climáticas ocorridas nessas últimas décadas, em função da queima de combustíveis fósseis entre outras causas.

Segundo Ramos et al. (2003), das fontes de biomassa prontamente disponíveis, estão às espécies oleaginosas e os óleos vegetais, que vem sendo largamente investigados como opções a programas de energia renovável, pois, proporcionam uma geração descentralizada de energia. Dentre estas, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), é considerado uma das espécies mais promissoras como fonte de matéria-prima para a produção de biocombustíveis no Brasil. A sua propagação via seminal é o método mais recomendado, em virtude de permitir melhor formação do sistema radicular. No entanto, problemas de irregularidades na germinação e perda do poder germinativo, após alguns meses de armazenamento, são frequentes (SEVERINO et al., 2006).

O tratamento de sementes é uma tecnologia recomendada pela pesquisa, diminuindo assim falhas na germinação (FARIAS et al., 2003). A embebição de sementes, em substrato contendo solução com substância promotora de crescimento, consiste em uma técnica bastante conhecida há vários anos, e tem demonstrando que os efeitos benéficos deste tratamento permanecem mesmo após a secagem das sementes (ROSSETO et al., 2000). Desse modo, muitos estudos têm sido realizados com o intuito de reduzir o tempo necessário entre a semeadura, emergência e crescimento das plântulas.

A capacidade de germinação e vigor são atributos que conferem a semente, potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas

normais, sob ampla diversidade de condições ambientais (HÖFS et al., 2004). O uso de reguladores de crescimento favorece a germinação, uniformizando e acelerando a velocidade de emergência, melhora o vigor das plântulas e realça o potencial das sementes de várias espécies (CATO, 2006).

A mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas) é designada de biorregulador vegetal ou estimulante vegetal. O Stimulate[®] é um biorregulador vegetal líquido da Stoller Interprise Inc. composto por três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). Esse produto 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 (STOLLER DO BRASIL, 1998).

O emprego de estimulantes vegetais, como técnica agronômica para otimizar a produção, tem sido realizado por diversos autores como Leonel et al. (1994), Modesto et al. (1999), Ferreira et al. (2002), Santos e Vieira (2005), Ferreira et al. (2007) e Prado Neto et al. (2007). No entanto, podem ser utilizados para vários outros objetivos, entre eles, a sua aplicação em fases iniciais da cultura, para melhorar a germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas (SEVERINO et al., 2003).

Uma vez que existem apenas estimativas preliminares de produção e de produtividade obtidas pela extrapolação de dados com plantas isoladas; e, sendo que a maioria desses trabalhos são estudos básicos realizados em laboratório ou casa de vegetação, abordando temas específicos tais como: botânica, fisiologia, toxicidade de suas partes, produção de mudas, tecnologia de sementes, entre outros (APTA, 2007), tornam-se necessário implementar pesquisas científicas com pinhão manso que possam melhor esclarecer aspectos do processo produtivo.

Dentre essas pesquisas, segundo Saturnino et al. (2005), o pinhão manso apresenta um percentual de germinação variável entre 60 e 80%, razão pela qual se deve ressaltar a importância de mais pesquisas sobre os aspectos fisiológicos das sementes, uma vez que, esta espécie se encontra em processo de domesticação e, ainda, não foram estabelecidos os padrões para a sua produção e comercialização de mudas.

Assim, entendendo que estudos de técnicas que possam viabilizar a melhoria desse processo e para que os produtores de mudas possam melhorar seu rendimento produtivo com menores custos, objetivou-se avaliar a ação de diferentes concentrações de Stimulate[®], aplicados, via embebição de sementes, na germinação de sementes e no vigor de plântulas de pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas e em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, no município de Cruz das Almas, Bahia. A cidade está situada a 12°49'19" de Latitude Sul e 39°06'22" de Longitude Oeste de Greenwich, tendo 220m de altitude.

Foram utilizadas sementes de pinhão manso obtidas na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), município de Alagoinhas-BA, e o biorregulador vegetal Stimulate[®], um produto líquido composto por três reguladores vegetais: 90 mg. L⁻¹ (0,009%) de cinetina, (citocinina), 50 mg. L⁻¹ (0,005%) de ácido geberélico (giberelina), 50 mg. L⁻¹ (0,005%) de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (STOLLER DO BRASIL, 1998).

As sementes passaram por uma assepsia, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2,0%, por 2,0 minutos e lavadas em água corrente e posteriormente, pré-embebidas por oito horas. Os tratamentos via pré-embebição durante oito horas foram: controle água destilada (0,0) e as concentrações de Stimulate[®] (6,0; 12,0; 18,0; 24,0 e 30,0 mL do produto. L⁻¹ de solução). Os efeitos do Stimulate[®] foram determinados mediante testes de germinação de sementes e do vigor de plântulas.

Após a pré-embebição das sementes nas concentrações propostas de Stimulate[®], para o teste de germinação, as sementes foram semeadas em quatro repetições de 50 unidades para cada tratamento, utilizando rolo de papel conforme metodologia proposta por Marcos Filho et al. (1987). Os rolos foram colocados na posição vertical em germinador, à temperatura de 27°C ± 3°. As avaliações foram realizadas aos sete (7) dias para a primeira contagem de plântulas normais, e aos quatorze (14) dias após o início do teste de germinação

(14 DAS), para a contagem final de plântulas normais, anormais, sementes firmes e mortas, conforme sugerido na RAS (BRASIL, 1992), uma vez que não há metodologia específica para o pinhão manso. Os resultados foram apresentados em porcentagem (%).

A avaliação do vigor de plântulas foi conduzida simultaneamente ao teste padrão de germinação. Foram utilizadas quatro sub-amostras de 10 sementes, com quatro repetições, para cada tratamento. As características avaliadas foram: comprimento de raiz, do caule e total, medidos com auxílio de régua graduada em milímetros. O peso, em gramas (g), de massa seca de raiz e caule, foi obtido após secagem em estufa a $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$, até peso constante, pesadas em balança de precisão, 14 dias após a semeadura (DAS).

O Índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizado em casa de vegetação utilizando bandejas plásticas (442 x 280 x 75 mm), e tendo como substrato areia lavada umedecida com água destilada próximo à capacidade de campo, com quatro repetições de 25 sementes, para cada tratamento. A contagem de plantas emergidas teve início aos sete dias após a semeadura, feita diariamente e se encerraram no vigésimo segundo dia após a semeadura (DAS). O Índice foi calculado usando a fórmula proposta por Maguire (1962): $\text{IVE} = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$. 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.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos em quatro repetições de cinquenta sementes (Teste de Germinação) ou quatro sub amostras de 10 sementes (Vigor de Plântulas) cada, para os testes realizados em laboratório e, quatro repetições de 25 sementes em cada repetição (IVE), para as avaliações em casa de vegetação. Os dados foram submetidos à análise de variância com transformação de dados arco seno %, e para as médias dos tratamentos. Foram ajustadas equações de regressão polinomial para as variáveis avaliadas, nos diferentes níveis de Stimulate[®]. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis percentagens de germinação total (GT), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes firmes (SF) e sementes mortas (SM) de pinhão manso em resposta aos tratamentos utilizados. Para as características plantas anormais e sementes firmes, a análise de variância não revelou significância. Entretanto, os resultados demonstraram efeitos significativos para a germinação total e plantas normais ($P < 0,01$) e sementes mortas ($P < 0,05$), em função das concentrações do biorregulador vegetal aplicado, via pré-embebição de sementes, por um período de oito horas.

Para o porcentual de sementes mortas apresentarem significância, não foi possível o ajuste de uma equação de regressão com valores de coeficiente de determinação (R^2) alto e com significado biológico, pois, segundo Banzato e Kronka (2008), quando se determina uma equação de regressão, é conveniente apresentar em percentagem, quanto da variação na resposta é explicada pela regressão em questão.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação de sementes (G), plântulas normais (PN) plântulas anormais (PA), sementes firmes (SF) e sementes mortas (SM) em pinhão manso em resposta aos tratamentos em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

FV	GL	QM				
		G	PN	PA	SF	SM
Tratamentos	5	0,302367**	0,279785**	0,011785ns	0,319647 ns	0,024961*
Erro	18	0,009363	0,005168	0,006971	0,008994	0,006526
CV (%)		12,69	13,90	42,13	14,19	23,38
Média Geral		0,762707	0,517115	0,198197	0,668333	0,345454

** significativo a 1%, * significativo a 5%

Com relação à germinação total ($P < 0,01$) a equação de regressão foi ajustada para o modelo linear $y = -2,281 + 82,881x$, que apresenta ótima qualidade

de ajuste constatado pelo valor do coeficiente de determinação de 95%, onde se verificou que o tratamento controle apresentou o maior percentual de germinação (83%), quando comparado às demais concentrações estudadas, que influenciaram negativamente na germinação. Esse resultado foi maior aos encontrados por Saturnino et al. (2005), que observaram percentual de germinação em torno de 60-80%.

O Stimulate[®] aplicado, via pré-embebição de sementes, por um período de oito horas, nas concentrações testadas causou efeito fitotóxico, possivelmente devido ao tempo de embebição, a que foram submetidas as sementes reduzindo de forma drástica e linear, o número de sementes geminadas. Observa-se que para cada acréscimo de 1 mL. L⁻¹ do produto, ocorreu um decréscimo na porcentagem de germinação de 2,3% sendo que até a concentração máxima testada, a redução na porcentagem de germinação foi de 47,3% em relação ao controle (Figura 1).

Por outro lado, Belmont et al. (2003), avaliando o efeito do Stimulate[®] (10, 15, 20 e 25,0 mL. 0,5⁻¹ kg de sementes) em sementes de três cultivares de algodão (CNPA 7H, BRS Verde e Aroeira do Sertão) registraram resposta positiva na germinação. Porém, Prado Neto (2007) trabalhando com sementes de jenipapeiro, verificou que não houve efeito significativo entre os tratamentos com pré-embebição por 12 horas em água ou Stimulate[®] nas doses avaliadas, sobre a germinação de sementes e o comprimento do hipocótilo das plântulas. Sementes de algodoeiro também não responderam ao uso de Stimulate[®] em doses de até 21 mL. L⁻¹, conforme verificado por Santos e Vieira (2005).

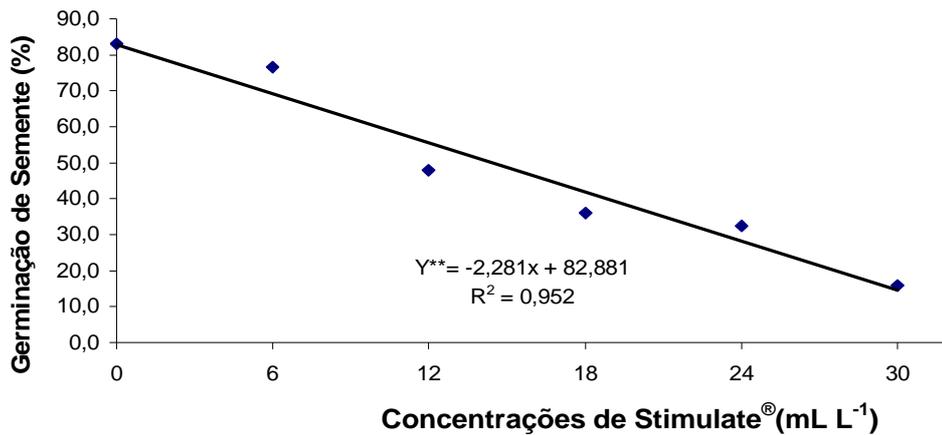


Figura 1. Germinação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 14 dias após a sementeira, com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

As porcentagens de plântulas normais, segundo a análise de regressão, diferiram significativamente aos sete ($P < 0,01$) e aos 14 ($P < 0,05$) DAS, e estão representadas na Figura 2, pelas respectivas equações quadráticas ajustadas. Aos sete DAS, mostra que o tratamento controle, com 60% de plântulas normais, foi superior aos demais. As concentrações testadas (6,0; 12,0; 18,0; 24,0; e 30,0 mL de Stimulate®. L⁻¹ de solução), evidenciaram um efeito negativo. A concentração de 29,86 mL de Stimulate®. L⁻¹ de solução, segundo a análise de regressão, estimou uma redução máxima de plântulas normais, da ordem de 828%, em relação ao controle (0,0 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução).

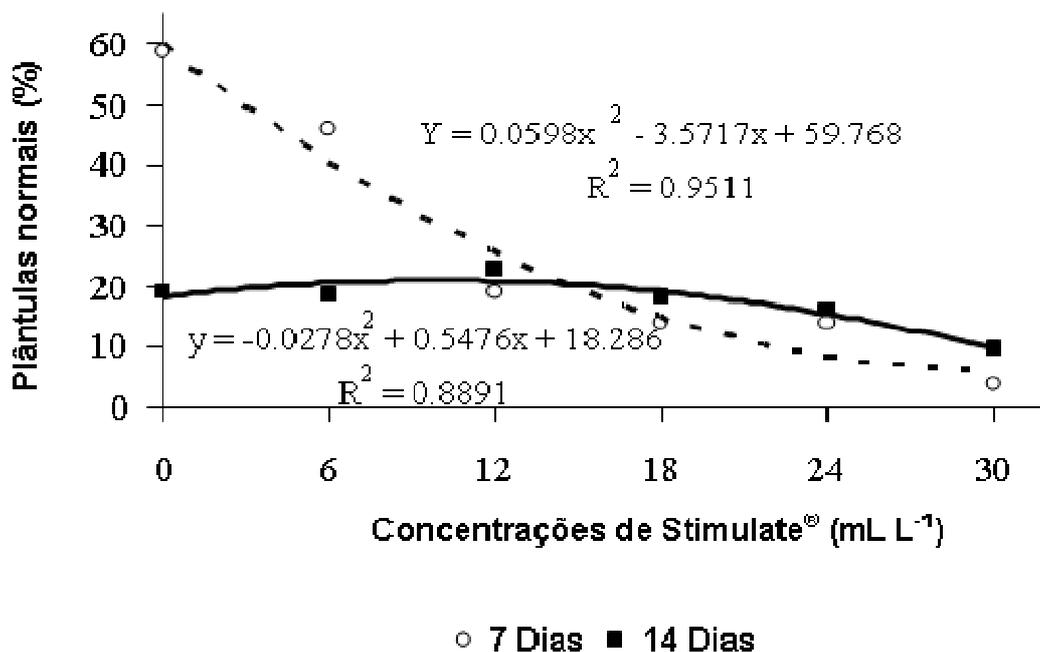


Figura 2. Porcentagem de plântulas normais de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos sete e 14 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

Aos 14 DAS essas diferenças não foram muito acentuadas, permanecendo praticamente constante até a concentração de 18 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, tendo uma redução de 14% na concentração de 30 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, indicando um possível efeito fitotóxico do biorregulador vegetal sobre as sementes, que nessa fase de desenvolvimento, são muito sensíveis às alterações hormonais. A ação dessas substâncias, segundo Vieira e Monteiro, (2002) depende da espécie, da parte da planta, do estágio de desenvolvimento, da concentração, da interação entre os outros reguladores e vários fatores ambientais.

Segundo Arteka (1996), as substâncias reguladoras do crescimento podem trabalhar sozinhas ou em combinação com outras, como se verifica no caso dos biorreguladores vegetais, durante o processo de germinação de sementes e também, nos eventos pós-germinativos, como a mobilização de reservas. Estes

aspectos certamente não favoreceram um melhor desempenho das sementes no processo de germinação, talvez em função das concentrações utilizadas nesse trabalho.

Observa-se, na Tabela 2, o resumo da análise de variância para as características de vigor: comprimento de raiz (CR), comprimento de haste (CH), comprimento total (CT) de plântulas, massa seca de raiz (MSR), massa seca de haste (MSH), massa seca total (MST) e índice de velocidade de emergência (IVE) de pinhão manso em resposta a pré-embebição por oito horas, em água destilada e em cinco concentrações de Stimulate[®]. Nota-se que apenas o CH não apresentou diferenças significativas. CR, CT, a MSH, e IVE apresentaram efeitos significativos ($P < 0,01$), enquanto a MSR e MST ($P < 0,05$), em função dos tratamentos aplicados.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o teste de vigor de sementes para as variáveis: comprimento de raiz (CR), comprimento de haste (CH), comprimento total (CT) de plântulas, massa seca de raiz (MSR), massa seca de haste (MSH), massa seca total (MST) e índice de velocidade de emergência (IVE) de pinhão manso em resposta aos tratamentos com água destilada e Stimulate[®].

FV	GL	QM						
		CR	CH	CT	MSR	MSH	MST	IVE
Tratamentos	5	18,941*	18,135 ^{NS}	62,764*	0,007**	0,286*	0,383**	0,748*
Erro	18	2,0480	15,1965	21,8809	0,0005	0,0219	0,0278	0,0879
CV (%)		18,40	29,91	22,48	38,36	36,14	35,54	32,71
Média Geral		7,776	13,032	20,808	0,060	0,409	0,469	0,906

De acordo com a análise de regressão, as equações quadráticas e os respectivos coeficientes de determinação (R^2), que representam a variação da massa seca de raiz, massa seca de haste e massa seca total estão apresentadas nas Figuras 3, 4 e 5, respectivamente. Observa-se que houve decréscimo no

acúmulo de massa seca, com o aumento das concentrações do Stimulate[®], sendo que as concentrações estimadas de 21,8 mL do Stimulate[®]. L⁻¹ de solução para MSR, de 23,7 mL do Stimulate[®]. L⁻¹ de solução para MSH e de 25,5 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução para MST, foram as que proporcionaram os decréscimos máximos estimados em 195% (MSR), 364% (MSH) e de 372% (MST), quando comparadas ao controle (água destilada). Pelos resultados obtidos, pode-se inferir que o regulador apresentou um possível efeito fitotóxico progressivo, com o aumento das concentrações avaliadas.

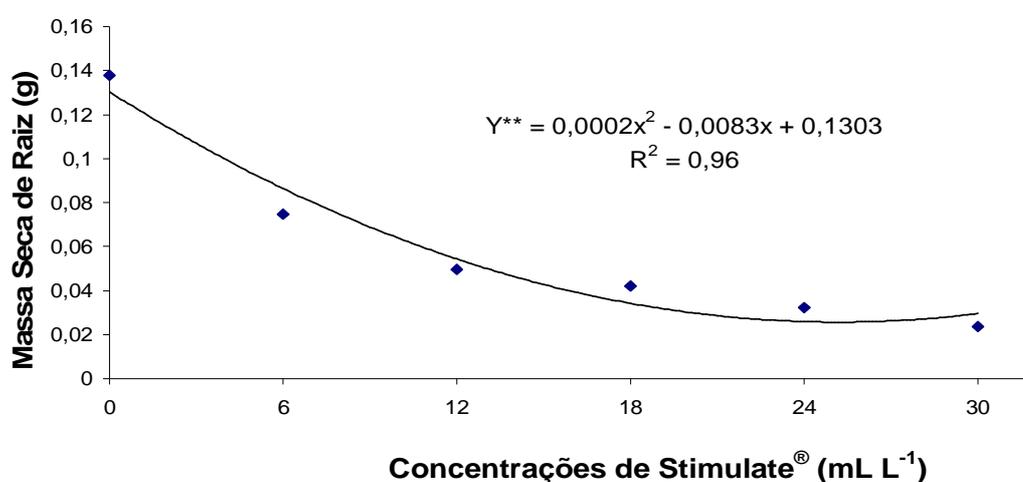


Figura 3. Massa seca de raiz de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 14 dias após a semeadura, com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate[®].

Para massa seca de raiz, os resultados encontrados neste trabalho, estão em desacordo com aqueles observados por Echer et al. (2006), que trabalharam com sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flacicarpa*) e verificaram que a dose de 4 mL de Stimulate[®], incrementou positivamente a massa seca dessa característica.

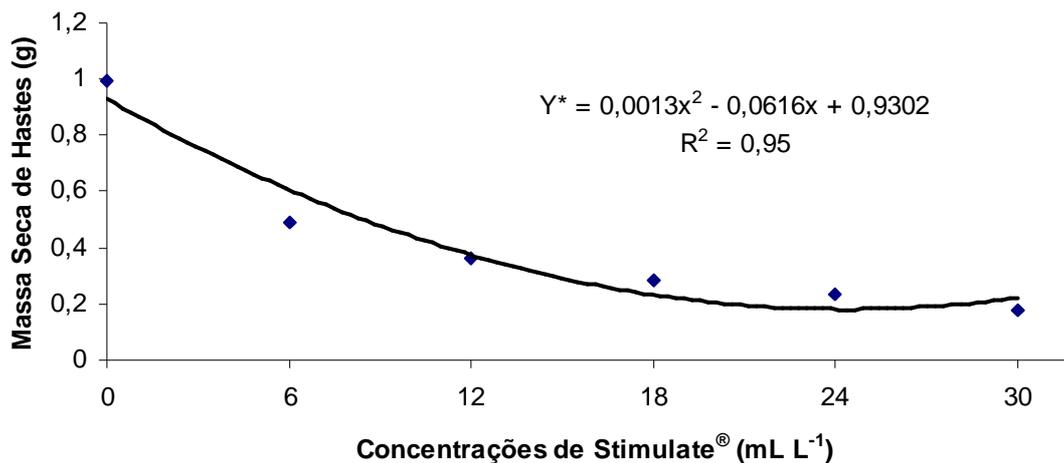


Figura 4. Massa seca de haste de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 14 dias após a semeadura, com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

Resultados similares para massa seca da haste foram encontrados por Santos (2004) em seu ensaio com algodoeiro, onde todas as doses do biorregulador vegetal contribuíram negativamente para essa variável, e a maior delas foi 16,3% inferior ao controle.

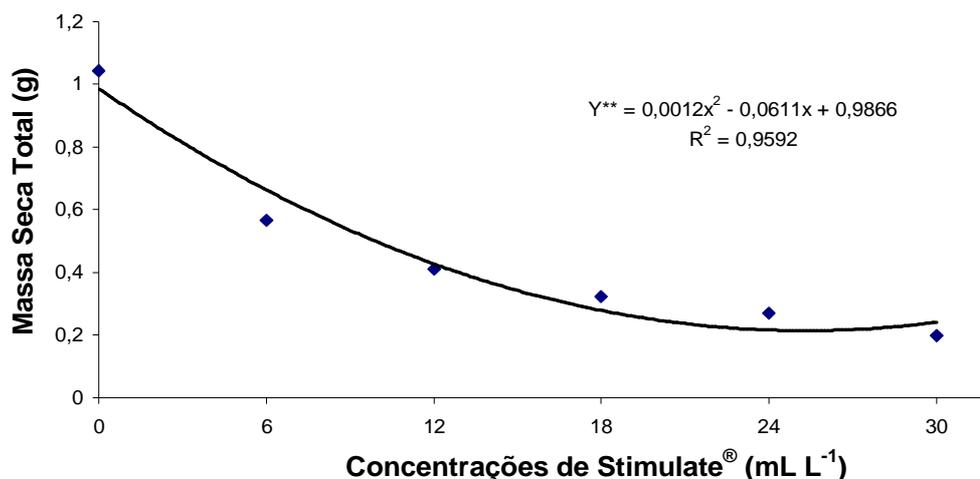


Figura 5. Massa seca total de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 14 dias após a semeadura, com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

Em relação à massa seca total de plantas, resultado semelhante foi encontrado por Vieira (2001), que estudando o efeito do Stimulate® em arroz aos 16 DAS, verificando incremento positivo de 11,2% na concentração de 5,0 mL. L⁻¹ de Stimulate®, em comparação ao controle.

A equação quadrática que representa a variação do comprimento de raiz se encontra na Figura 6, bem como a equação linear que representa a variação do comprimento total da planta, pode ser vista na Figura 7. Os respectivos coeficientes de determinação (R^2), apresentaram boa qualidade de ajuste. Observa-se um aumento no comprimento de raiz a partir da concentração inicial, com o máximo de 11,8%, para uma concentração estimada de 9,2 mL. L⁻¹. Estes resultados corroboram com aqueles observados por Reghin et al. (2000), em trabalho realizado com mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), e que constataram efeito significativo do Stimulate® no número e comprimento de raízes de acordo com o aumento da dose, até o limite de 7,0 mL. L⁻¹. Contudo, observa-se na Figura 6, que a partir da concentração de 12 mL. L⁻¹ de Stimulate®, ocorreu um decréscimo contínuo, chegando a uma redução de 94% na concentração máxima estudada.

Vieira (2001) estudando a ação do Stimulate® em sementes de arroz e feijão observou que o comprimento radicular total dos sistemas radiculares aumentou em 37,7% para a concentração de 2,3 mL de Stimulate® nas plantas de arroz e 19,8% para a concentração de 5,0 mL de Stimulate®. 0,5⁻¹ Kg de sementes no feijoeiro. Resultado semelhante foi observado por Santos e Vieira (2005), em algodão cv. CNPAITA 90, onde a aplicação de Stimulate® a 8,5 mL. 0,5 kg⁻¹ de sementes promoveu um crescimento radicular vertical superior em 13,6% em relação ao controle.

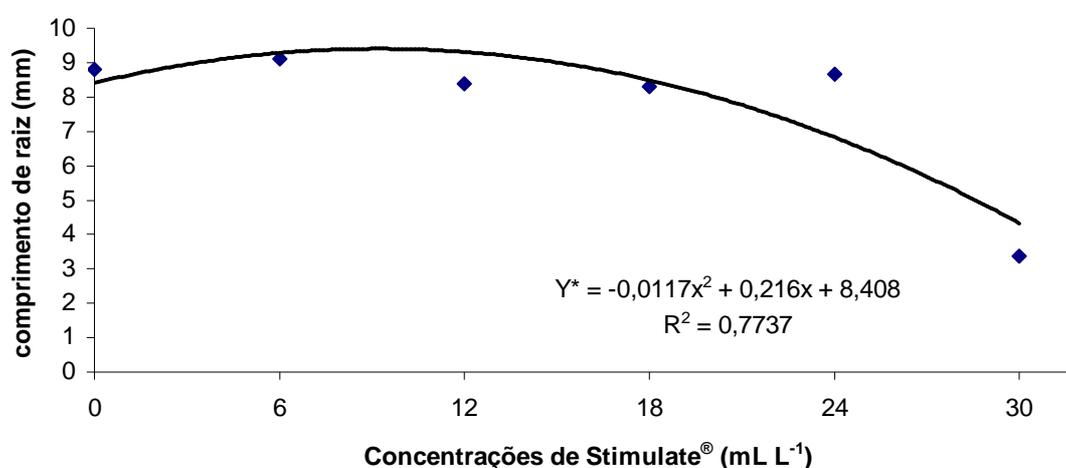


Figura 6. Comprimento de raiz de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 14 dias após a semeadura, com sementes submetidas à pré-embibeção por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

Santos (2004), trabalhando com sementes de algodão comparando as concentrações utilizadas em relação aos valores das concentrações estimadas pelas equações de regressão, verificou que as doses de 14,0 e 17,5 mL de Stimulate®. 0,5⁻¹ Kg de sementes proporcionaram os maiores valores de comprimento de raízes e total de plântulas de algodoeiro em relação ao controle.

Na Figura 7, onde se verifica a variação do comprimento total da planta, nota-se que houve decréscimo contínuo, na medida em que aumentou a concentração do biorregulador vegetal. O comprimento total de planta apresentou significância ($P < 0,05$), conforme a Tabela 2, e é representada pelo modelo linear

da equação $Y = -0,3243 + 2567$ com ajuste de $R^2 = 84\%$. Observou-se na concentração máxima de 30 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução, uma redução de 61% no comprimento total da planta, em relação ao tratamento controle. Em trabalho similar, com sementes de jenipapeiro, Prado Neto et al. (2007) obteve os melhores resultados quanto ao comprimento de raiz e comprimento total das plântulas, com a concentração de 10 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução, cujas médias superaram o tratamento controle em 84% e 46%, respectivamente.

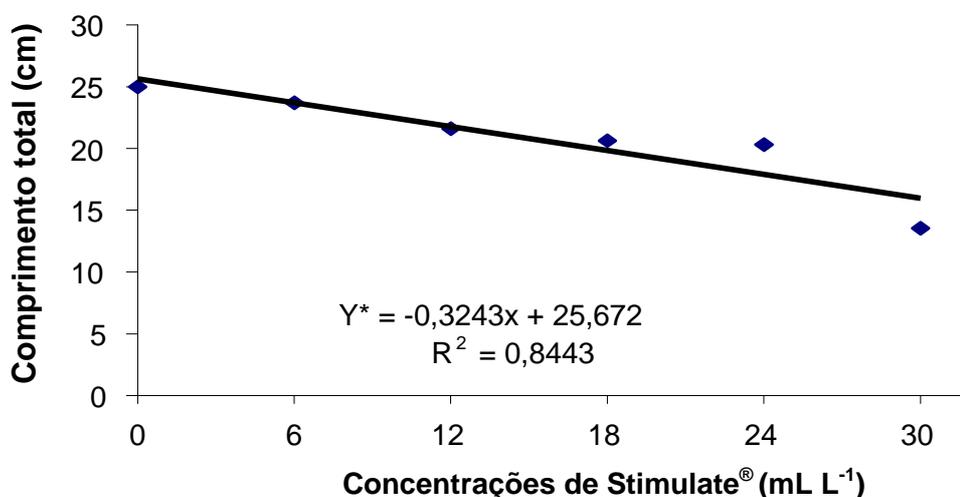


Figura 7. Comprimento total de plântulas de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 14 dias após a semeadura, com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate[®].

Essas variações de resposta ao biorregulador vegetal podem ser explicadas pelo de que fato, segundo Dario et al. (2005) a ação conjunta da citocinina com a giberelina pode diminuir os efeitos desta última, estando de acordo com o que explicam Taiz e Zeiger (2009), onde o balanço ideal para o crescimento dos diferentes órgãos vegetais é variável, podendo uma determinada concentração endógena, favorecer o crescimento de um órgão e inibir o crescimento de outro.

A equação linear $Y = -0,3221x + 1,3879$ e o respectivo coeficiente de determinação (R^2), utilizada para o ajuste dos dados de índice de velocidade de emergência (IVE), encontram-se na Figura 8. Foi considerado como emergidas aquelas sementes que apresentavam o aparecimento da parte aérea. O índice de velocidade de emergência diminui a partir do tratamento controle (água destilada), sendo este, o mais elevado (1,40), indicando possível efeito fitotóxico do biorregulador vegetal, na medida em que se elevava a concentração de Stimulate®. Em germinação de sementes de jenipapeiro, Prado Neto et al. (2007) encontraram o IVE com média de 2,3, sendo, portanto, superior aos encontrados neste trabalho. Isto se deveu, provavelmente, ao comportamento diferenciado entre estas espécies.

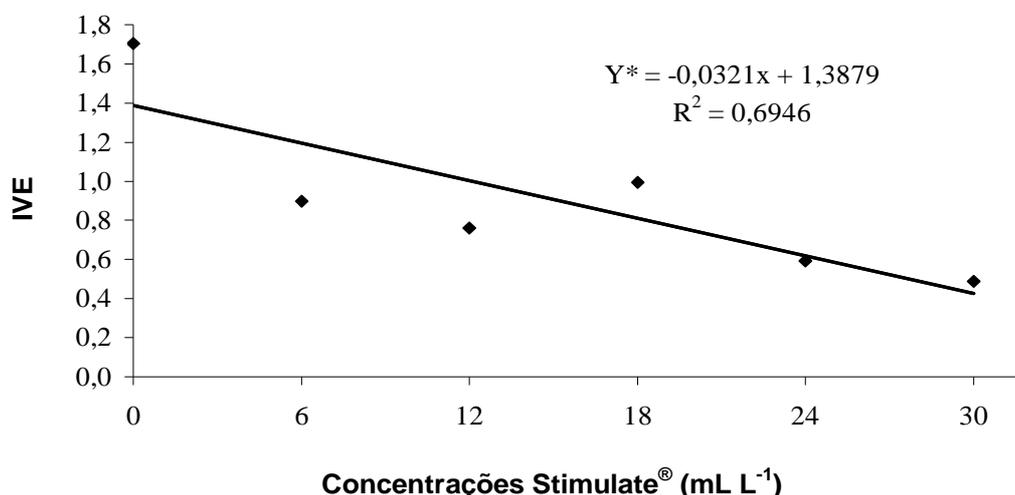


Figura 8. Índice de velocidade de emergência em areia aos 22 dias após a semeadura, com sementes de *Jatropha curcas* L., submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e em cinco concentrações de Stimulate®.

Como o pinhão manso se encontra em processo de domesticação e ainda não foram estabelecidos padrões para a produção e comercialização das sementes, fica difícil estabelecer comparações. Por esta razão, de acordo com Saturnino et al. (2005), deve-se ressaltar a importância de mais pesquisas sobre

os aspectos fisiológicos das sementes desta planta, de forma que se possa inferir comparativamente com os resultados encontrados nesta pesquisa.

CONCLUSÃO

A pré-embebição de sementes, por um período de oito horas, nas diversas concentrações crescentes no intervalo de 6,0 a 30,0 mL Stimulate[®] L⁻¹ de solução, apresenta um efeito depressivo nas características avaliadas, com exceção do comprimento de raízes, em que há um incremento de 12%, para a concentração de 9,3 mL Stimulate[®] . L⁻¹ de solução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APTA. **Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**, Pinhão-manso para produção de biodiesel: um promissor negócio ou um grande desastre, 2007. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br>. Acesso em: 22 agosto 2009.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances**: principles and applications, New York: Chapman; Hall, 1996. 332p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.

BELMONT, K. P. de C.; BRUNO, R. de L. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; COELHO, R. R. P.; SILVA, M. T. C. Ação de fitoregulador de crescimento na germinação de sementes de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., Goiânia, 2003. **Anais...** Goiânia, 2003, 4p. CD ROM.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. New York: Springer Verlag; Berlin: Heidelberg, 1978. 306p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CATO, S. C. **Ação de biorregulador vegetal nas culturas do amendoineiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas.** 2006. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 74f.

DARIO, G. J. A.; MARTINS, T. N.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro.** 2005; 12: 126-134.

ECHER, M. de M.; GUIMARÃES, V. F.; KRIESER, C. R.; ABUCARMA, V. M.; KLEIN, J.; SANTOS, L.; DALLABRIDA, W. R. Uso de biorregulador vegetal na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, 2006.

FARIAS, A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C de F.; NETO CASSETARI, D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químicos e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p. 121-127, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

FERREIRA, G.; ERIC, P. R.; MORO, E. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) visando a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.178-182, 2002.

FERREIRA, L. H. Z; ROSATO, M. M.; BOLONHEZI, A. C. Efeitos de reguladores vegetais aplicados no sulco de plantio em diversas variedades de cana-de-açúcar.

In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 19., 2007, Ilha Solteira, SP. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP, 2007.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta á qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de sementes**, v. 26 n. 1, p. 92-97. 2004.

LEONEL, S.; MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J. D. Influência de fitorreguladores e nitrato de potássio na germinação de sementes e no crescimento de porta-enxerto de *Citrus amblycarpa*. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.2, p.252-259, 1994.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Ácido giberélico e o desenvolvimento de plântulas de tangerina cleopata (*Citrus reshmi hort Tanaka*). **Scientia Agrícola** v.56, n.2, p. 200-205, 1999.

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. **Ciências Agrotecnologica**, Lavras, v.31, n.3, p. 693-698, 2007.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHEIM, H. M. Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n. 31, p.28-37, 2003.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; SILVA, J. B. C. "Stimulate[®] Mo" e proteção com tecido "não tecido no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p.53-56, 2000.

ROSSETO, C. A. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata Dryand*) em função de tratamento

pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.247-252, 2000.

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

SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de biorregulador vegetal na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodão. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.17, n.3, p.124-130, 2005.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v.26, n.229, p.44-73, 2005.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D. de; FARIAS V. de A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. 2003 [On line] Aplicação de regulador de crescimento em sementes de algodão, amendoim, gergelim e mamona. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** (53). Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Homepage: <http://www.cnpa.embrapa.br>. Acesso em: 10 de outubro de 2009.

SEVERINO, L.S.; LIMA, C.L.D. de; FARIAS V. de A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Produção de mudas de pinhão manso. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2006, (*Folder*).

STOLLER DO BRASIL, 1998 STOLLER DO BRASIL. **Stimulate® Mo em hortaliças**: Informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998. 1v.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2009. **Fisiologia Vegetal**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 819p.

VIEIRA, E. L. **Ação de biorregulador vegetal 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. Dissertação de Mestrado, ESALQ, Piracicaba.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KRUGE, R. A. **Introdução a fisiologia do desenvolvimento vegetal**, Maringá: Eduem, 2002. Cap. 6, p. 79-104.

CAPÍTULO 2

**STIMULATE® VIA PRÉ-EMBEBIÇÃO DE SEMENTES E PULVERIZAÇÃO
FOLIAR, NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.)**

STIMULATE[®] VIA PRÉ-EMBEBIÇÃO DE SEMENTES E PULVERIZAÇÃO FOLIAR, NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)

Autor: Denio de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto

Co - Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

RESUMO: Visando a produção de mudas de pinhão manso, objetivou-se avaliar a ação do Stimulate[®] no crescimento inicial de plantas de pinhão manso, quando as sementes são submetidas à pré-embebição, associada a cinco pulverizações sequenciais a partir dos 21 DAS com as mesmas concentrações. As sementes passaram por uma de assepsia em solução de hipoclorito de sódio a 2,0%, por 2,0 minutos e lavadas em água corrente. O experimento foi instalado em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Os tratamentos utilizados foram: controle, embebição em água destilada, e as concentrações de Stimulate[®] (6,0; 12,0; 18,0; 24,0 e 30,0 mL do produto. L⁻¹ de solução), por oito horas, em quatro repetições de 10 plantas em sacos de polietileno de 1 L tendo como substrato areia lavada, em delineamento experimental inteiramente casualizado. De cada tratamento e repetição foram avaliadas cinco plantas uniformes, nas seguintes características: altura de planta (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, massa seca de raiz (g), massa seca de caule (g), massa seca de folhas (g) e massa seca total (g). As plantas foram avaliadas aos 40 dias após a semeadura (DAS). Pode-se concluir que o Stimulate[®], aplicado via embebição de sementes e em pulverizações foliares seqüenciais, influencia positivamente o crescimento inicial de plantas de pinhão manso, sendo as concentrações até 18,0 mL. L⁻¹, as mais eficientes na promoção das características avaliadas.

Palavras-chave: pré-embebição, biorregulador vegetal, crescimento, pinhão manso.

STIMULATE[®] BY THE WAY OF SEED PRE-SOAKING AND FOLIAR SPRAYING, IN THE GROWTH OF SEEDLINGS OF JATROPHA (*Jatropha curcas* L.)

Author: Denio de Oliveira

Advisor: Prof Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co-Advisor: Prof Dr. Elvis Lima Vieira

ABSTRACT: In order to produce seedlings of *Jatropha*, it aimed to evaluate the effects of Stimulate[®] (90 mg L⁻¹ kinetin, 50 mg L⁻¹ gibberellin, 50 mg L⁻¹ auxin and 99.981% inert ingredients) in initial growth of *Jatropha* plants, when the seeds are subjected to pre-soaking and five sequential sprays from 21 DAS with the same concentrations. The seeds went through a disinfecting in solution of sodium hypochlorite 2% for 2 minutes and washed in running water. The experiments were conducted in a greenhouse of the Center for Agricultural Sciences, Environmental and Biological of Federal University of Recôncavo of Bahia. The treatments were: control, soaking in distilled water, and concentrations Stimulate[®] (6.0, 12.0, 18.0, 24.0 and 30.0 mL product L⁻¹ of solution), for eight hours, in four replications of 10 plants in polyethylene bags of 1 L, as substrate sand washed, in a experimental design completely randomized. From each treatment and replicate were evaluated five uniform plants, according to following characteristics: height of the plant (cm), diameter of the stem (mm), number of leafs, root dry weight (g), stem dry weight (g), mass dry leaves (g) and total dry mass (g). The plants were evaluated 40 days after sowing (DAS). From the data evaluated can be concluded that Stimulate[®], applied by the way of soaking seed and spraying sequence, except for root growth, positively influence the initial growth of *Jatropha* plants, with concentrations up to 18.0 mL L⁻¹, the most efficient in the promotion of evaluated characteristics.

Key words: pre-soaking, biorregulator, growth, *Jatropha*

INTRODUÇÃO

Sabe-se que mesmo com novas descobertas, de gigantescos campos de petróleo na camada pré-sal e em terra firme pelo mundo, e por serem finitas essas reservas, não serão capazes de atender a crescente demanda por essa fonte de energia necessária ao desenvolvimento mundial. E, aliado ao pesado tributo que o consumo desse combustível fóssil vem acarretando ao meio ambiente nestas últimas décadas, tem-se dispensado atenção especial à busca por novas tecnologias de produção de combustíveis limpo, de origem vegetal renovável como forma de minimizar essa problemática.

A produção de óleos vegetais no Brasil, com finalidade energética, o chamado bicompostíveis, ainda é incipiente, não obstante, o potencial que apresenta ser muito grande, em razão das dimensões territoriais brasileira, da elevada diversidade edafoclimática, além do grande número de espécies oleaginosas, que podem ser exploradas para tal fim. Dentre as espécies potencialmente utilizáveis, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), é uma das mais alvissareiras, face as suas múltiplas vantagens. Planta da família *Euphorbiaceae*, de cujas sementes se obtém um óleo inodoro, que queima sem emitir fumaça, apresentando excelentes perspectivas para a produção do biodiesel (SATURNINO et al., 2005).

A redução do tempo de produção de mudas é um fator primordial, visto que, quanto mais rápido a muda é produzida menores custos são despendidos com insumos e mão-de-obra (MINAMI et al., 1995). Neste sentido, a utilização de reguladores vegetais se torna uma alternativa interessante, sendo que 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).

As pesquisas sobre a aplicação de reguladores vegetais, em muitas espécies cultivadas buscam o entendimento dos processos fisiológicos das plantas e, de certo modo, sua ação tem mostrado resultados surpreendentes. Sua

utilização na agricultura não é recente, porém, crescente e chega a ser, em determinadas situações, um fator de produção, qualidade e produtividade (SILVA e DONADIO, 1997; MODESTO et al., 1999; FERREIRA et al., 2002; SANTOS e VIEIRA, 2005; FERREIRA et al., 2007; PRADO NETO et al. 2007). Podem ser utilizados para vários outros objetivos, entre eles a aplicação em fases iniciais da cultura, para melhorar o desenvolvimento inicial das plantas (SEVERINO et. al., 2003).

Os mecanismos de crescimento e desenvolvimento das plantas são condicionados pelas características genéticas intrínsecas e pelos fatores ambientais (PEIXOTO et al., 2002). Além dos fatores ambientais, fatores endógenos, como o nível hormonal, influenciam diretamente no desenvolvimento das mudas, entretanto, são poucos os relatos sobre a utilização de reguladores vegetais em espécies arbóreas e arbustivas.

Dentre os benefícios da aplicação exógena de biorreguladores vegetais, como o Stimulate[®], que apresenta auxina, giberelina e citocina na sua composição, podem se destacar: alongamento celular, que ocorre nas células jovens de folhas e meristemas, refletindo no alongamento de caule; divisão celular, a diferenciação celular (DAVIES, 2004). Esses reguladores vegetais podem induzir grandes aumentos na altura das plantas. Eles atuam em diversos fenômenos fisiológicos, no entanto, o gênero ou a espécie, somado a outros fatores, podem determinar o efeito específico na resposta. Os processos fisiológicos envolvidos são a germinação de sementes, crescimento da parte aérea, entre outros (HIGASHI et al., 2002).

Assim posto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar a ação, de diferentes concentrações de Stimulate[®], aplicados via embebição de sementes e em pulverizações foliares seqüenciais, no crescimento inicial de plantas de pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, no município de Cruz das Almas, Bahia.

Foram utilizadas sementes de pinhão manso obtidas na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), município de Alagoinhas-BA, e o biorregulador vegetal Stimulate[®], um produto líquido composto por três reguladores vegetais: 90 mg. L⁻¹ (0,009%) de cinetina, (citocinina), 50 mg. L⁻¹ (0,005%) de ácido geberélico (giberelina), 50 mg. L⁻¹ (0,005%) de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (STOLLER DO BRASIL, 1998).

Os tratamentos consistiram em cinco concentrações de Stimulate[®] (6,0; 12,0; 18,0; 24,0 e 30,0 mL do produto. L⁻¹ de solução); e como controle água destilada (0,0), em delineamento experimental inteiramente casualizado. Todas as sementes passaram por uma assepsia, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2%, por dois minutos, seguida de lavagem em água corrente, e pré-embebição nas diferentes concentrações do biorregulador vegetal, durante oito horas.

Foram semeadas 3 sementes, por saco de polietileno preto, com capacidade de um kg, previamente preenchidos, tendo como substrato areia lavada, em quatro repetições de dez sacos por repetição, que permaneceram em temperatura ambiente para germinarem. As irrigações ocorreram diariamente, manhã e tarde, para manter a umidade ideal.

Aos quatorze dias após a semeadura (14 DAS), foi efetuado o desbaste deixando-se apenas uma planta por saco. A primeira, das cinco pulverizações consecutivas, ocorreu aos 21 dias após a semeadura (21 DAS), sempre pela parte da manhã, com as mesmas concentrações de Stimulate[®], utilizadas na embebição das sementes. De cada tratamento e repetição foram avaliadas cinco plantas uniformes, nas seguintes características: altura de planta (cm), medidas com auxílio de uma régua graduada em milímetros; o diâmetro do caule (mm), medido com o auxílio de um paquímetro e o número de folhas contadas numericamente. A massa seca das plantas (g), em suas diversas frações (raízes, hastes e folhas), foi obtida após as plantas permanecerem em estufa de ventilação forçada, na temperatura de 65°C ± 5°C, até atingir peso constante. A área foliar (dm²), foi determinada com uso de um extrator de área conhecida. As plantas foram avaliadas aos 40 dias após a semeadura (DAS).

Os dados foram submetidos à análise de variância e para as médias dos tratamentos foram ajustadas equações de regressão polinomial. As análises

estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADO E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as características: altura (ALT), diâmetro (DIAM), número de folhas (NF), massa seca de raiz (MSR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folha (MSF) e massa seca total (MST) de pinhão manso em resposta a pré-embebição por oito horas, em água destilada e em cinco concentrações de Stimulate[®], pode ser observado na Tabela 1.

Para as características, ALT, DIAM, NF, MSC e MST, a aplicação das concentrações estudadas do Stimulate[®], a análise de variância apresentou alta significância ($P < 0,01$) e para MSR e MSF ($P < 0,05$).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características: altura (ALT), diâmetro (DIAM), número de folhas (NF), massa seca de raiz (MSR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folha (MSF) e massa seca total (MST) de pinhão manso em resposta a pré-embebição por oito horas, em água destilada e em cinco concentrações de Stimulate[®].

FV	GL	QM						
		ALT	DIAM	NF	MSR	MSC	MSF	MST
Tratamentos	5	12,2530 **	0,0039**	0,6852**	0,0024*	0,2689**	0,0031*	0,1101**
Erro	18	0,2878	0,0007	0,01882	0,0007	0,04675	0,0010	0,0091
CV (%)		3,38	3,52	3,29	9,26	13,16	6,06	4,00
Média Geral		15,8750	0,7700	4,1708	0,2782	1,6428	0,5308	2,3892

Para a característica altura de plantas, a equação quadrática $Y = 0,0086x^2 - 0,1358x + 15,06$, com coeficiente de determinação de 87,0%, foi a que melhor se ajustou, para representar essa variação (Figura 1), que foi positivamente incrementada pela aplicação do biorregulador vegetal, obtendo-se altura máxima de 18,2cm, na concentração de 30 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução. Esse resultado é 27,5% superior ao controle (água destilada). No ponto de mínimo a

concentração 6,0 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, registrou a altura de 14,2cm, valor esse inferior 6,1% ao controle. Observa-se que o aumento nessa característica em relação ao controle, se deu a partir da concentração 12,0 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, onde a curva apresenta uma tendência ascendente até alcançar a concentração de 30 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, no período de observação.

Comportamento semelhante foi encontrado por Vieira et al. (2007) na cultura do fumo, onde, em seu ensaio com o estimulante vegetal Stimulate®, encontraram valores significativos para essa variável.

Dourado Neto et al. (2004), também, encontraram semelhante comportamento em seu experimento com plantas de milho, quando aplicaram Stimulate®, via pulverização foliar. Eles observaram que ocorreu aumento na altura das plantas devido à aplicação exógena de giberelina, componente do biorregulador vegetal. Ao contrário, Albuquerque (2004), quando aplicou o mesmo regulador em seu ensaio com mamona (*Ricinus communis* L.) nas concentrações 0, 7, 14, 21 e 35 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, não observou diferenças significativas quanto a essa variável. No entanto, Lima (2004) observou um incremento no crescimento de plantas de algodoeiro herbáceo em um experimento com adubação nitrogenada e o Stimulate®.

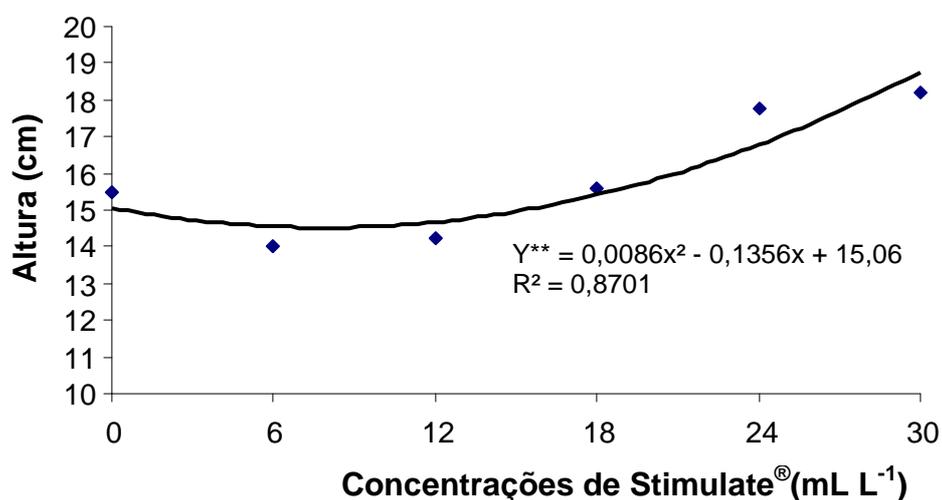


Figura 1. Altura de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 40 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

De acordo com a análise de regressão, a equação quadrática e seu respectivo coeficiente de determinação (R^2), que representa a variação do diâmetro está apresentada na Figura 2. O melhor resultado verificado foi de 0,81cm para a concentração de 18 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução ($P < 0,01$). Esse valor representa um aumento percentual de 12,8% em relação ao tratamento controle. Fica evidente que a partir dessa concentração a curva apresenta uma tendência de queda até a concentração máxima testada, entretanto, com valores superiores ao controle.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Dourado Neto et al. (2004), em trabalho com sementes de milho, onde obtiveram incremento no diâmetro do colmo, com aplicação da concentração de 1 L do produto comercial Stimulate[®]. 100⁻¹kg de sementes.

O fato de o GA promover alongamento celular poderia refletir em redução do diâmetro, com a produção de plantas mais compridas e finas, o que não se verificou devido ao emprego associado com outros reguladores. Há relatos de Krikorian et al. (1987) e Crozier et al. (2001), de que a citocinina e a auxina também estão envolvidas no crescimento do caule, uma vez que atuam na divisão e no alongamento celular, o que promoveu tanto o aumento do comprimento, como do diâmetro. Desse modo, esses relatos e os resultados do experimento estão semelhantes aos de Oliveira et al. (2005), que observaram tendência de aumento no comprimento do caule com o uso somente de GA₃ e aumento em altura e diâmetro do caule com aplicação conjunta de giberelina e citocinina. Entretanto, Lima (2004), em experimento com sementes de algodão, cultivar BRS Verde, constatou que as dosagens utilizadas de 10 e 17 mL. 0,5⁻¹ kg de sementes do promotor de crescimento Stimulate[®] não influenciaram a característica diâmetro do caule.

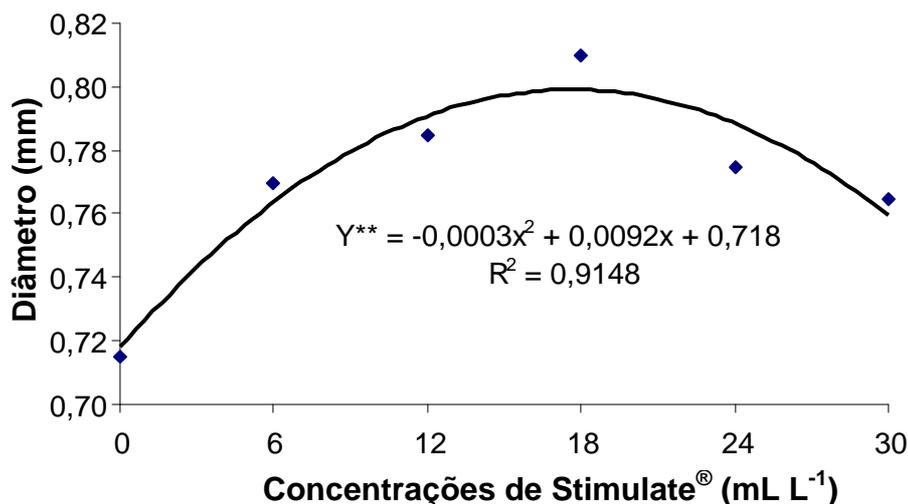


Figura 2. Diâmetro do caule de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 40 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

A curva de regressão que representa a variação do número de folhas se encontra na Figura 3. Os resultados evidenciaram efeito significativo ($P < 0,01$) em função das concentrações aplicadas de 24,0 e 30,0 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, que promoveu um aumento estimado de 7,5 e 18,5% respectivamente em relação ao controle (água destilada).

Domingues (2004), também testando o efeito do Stimulate® na cultura da soja, verificaram que houve aumento no número de folhas, em aplicação foliar e no tratamento de sementes nas seguintes dosagens e modos de aplicação: 500 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes; e 750 mL 120 L⁻¹ de água, via foliar + 6 mL kg⁻¹ de sementes. Segundo Castro et al. (2001), em experimento com laranjeira 'Pêra' observaram que a aplicação de 1L ha⁻¹ desse estimulante, incrementou o número de ramos e folhas.

Esses resultados podem ser atribuídos aos reguladores vegetais presentes em uma proporção equilibrada e favorável (SAMPAIO, 1998), ou seja, a composição citocinínica em equilíbrio com auxina e giberelina promoveu um efeito positivo no número de folhas. A citocinina promove alongação da gema lateral e também podem iniciar um mecanismo de dreno para essa região promovendo

transporte de substâncias de crescimento, favorecendo o aumento do número de folhas.

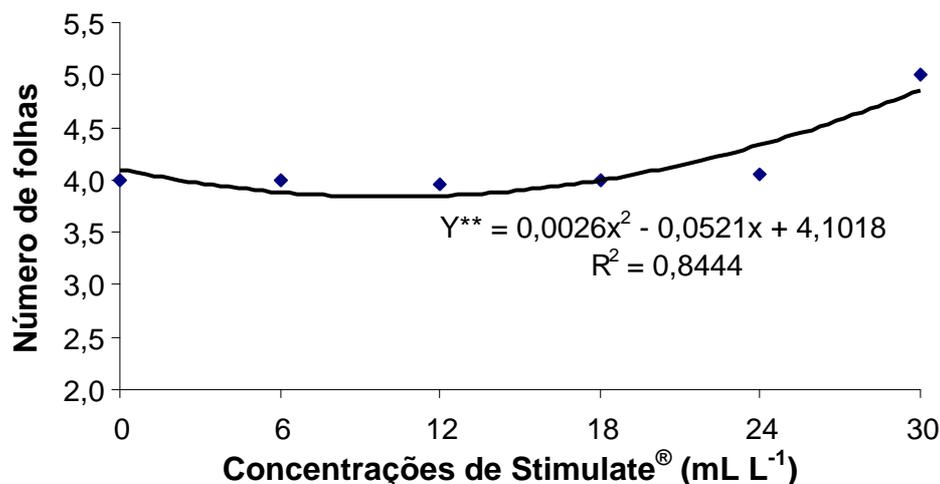


Figura 3. Número de folhas de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 40 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embrição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

Na Figura 4, está representada a variação da massa seca da raiz ($P < 0,05$), e pode-se observar que não houve promoção do biorregulador vegetal para esta característica, contribuindo assim negativamente, onde o tratamento controle apresentou melhor resultado. A equação quadrática $Y = 0,0001x^2 - 0,005x + 0,3161$ foi a que melhor representou a variação da massa seca de raiz, com coeficiente de determinação de 84,0%. Quando comparado ao tratamento controle (0,32g) houve decréscimos na MSR com aumento das concentrações do biorregulador vegetal, sendo que na concentração estudada de 24,0 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, a produção de massa seca de raiz (0,26g) foi 22% inferior à testemunha.

Assim os resultados encontrados estão em confronto com Santos (2004), que obteve resultado favorável para comprimento da raiz em seu ensaio com a cultura do algodão, onde encontrou valores de até 14,25cm de comprimento de raiz quando utilizou as doses de 17,4 mL Stimulate®. L⁻¹ de solução, sendo que nas maiores doses, encontraram-se menores incrementos para a massa seca da raiz. Castro e Vieira (1999) em ensaio com a cultura da soja registraram plantas

com sistemas radiculares mais desenvolvidos e vigorosos, com crescimento e comprimento total superiores aos encontrados nas plantas não tratadas com Stimulate[®]. Echer et al. (2006) em trabalho com maracujá amarelo, observaram que a dose de 4 mL de Stimulate[®] demonstrou maior eficiência, já que incrementou positivamente a massa seca de raiz.

Esses decréscimos encontrados para massa seca de raiz de pinhão manso nesse trabalho, podem ter sido causado por um possível efeito fitotóxico nas concentrações testadas, devido à maior sensibilidade das raízes ainda pouco desenvolvidas, já que esse produto tem a capacidade de favorecer o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular. Dario et al. (2005) explica que a ação conjunta da citocinina e giberelina pode diminuir os efeitos da giberelina. Segundo Taiz e Zeiger (2009), o balanço ideal para o crescimento dos diferentes órgãos vegetais é variável, podendo uma determinada concentração endógena, favorecer o crescimento de um órgão e inibir o crescimento de outro.

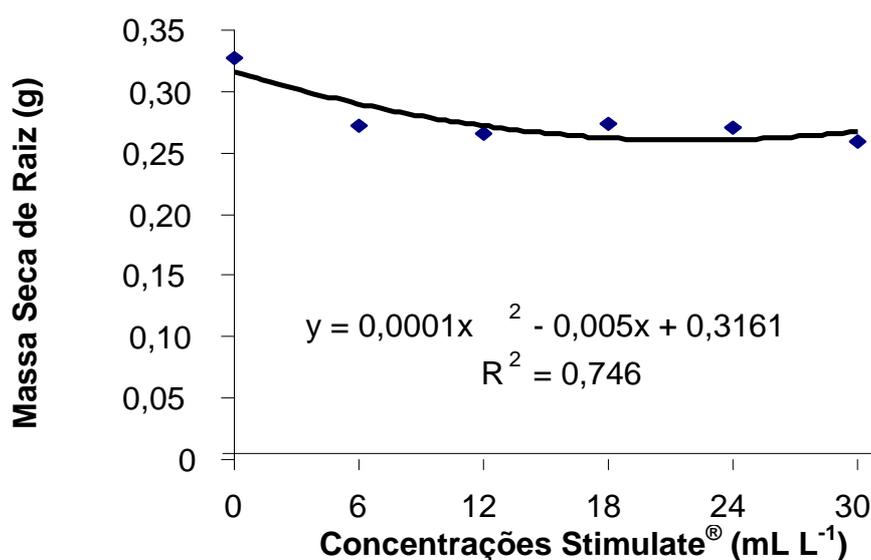


Figura 4. Massa seca de raiz de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 40 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embrição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate[®].

A equação linear $Y = 0,0221 + 1,312x$ e o respectivo coeficiente de determinação de 91,0%, utilizada para o ajuste de dados de massa seca do caule,

encontra-se na Figura 5. Observa-se que o maior valor estimado encontrado (1,97g) foi obtido na concentração de 30 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução, superando em 50,4% o tratamento controle, entretanto, não sendo possível se determinar uma concentração ótima de Stimulate[®] para essa característica, devido à equação apresentar uma linha reta ascendente e contínua para o período observado (40 DAS).

Almeida (2008), em trabalho com a cultura do fumo em viveiro, encontrou resultado semelhante para massa seca do caule, que apesar do decréscimo a partir da dose 6,76 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução, todos os tratamentos foram superiores ao controle. Acréscimo na massa seca de caule devido à aplicação de Stimulate[®] também foi encontrado por Milléo et al. (2000) em ensaio com a cultura do milho, onde o biorregulador vegetal demonstrou ser eficiente para incremento desta característica.

Comportamento oposto foi encontrado por Dourado Neto et al. (2004), em experimento com a cultura do milho, onde os autores não conseguiram detectar efeitos positivos na massa seca de caule, com aplicação exógena de Stimulate[®]. Santos (2004), em ensaio com plantas de algodoeiro, observou que a aplicação do produto contribuiu negativamente no incremento de massa seca da haste.

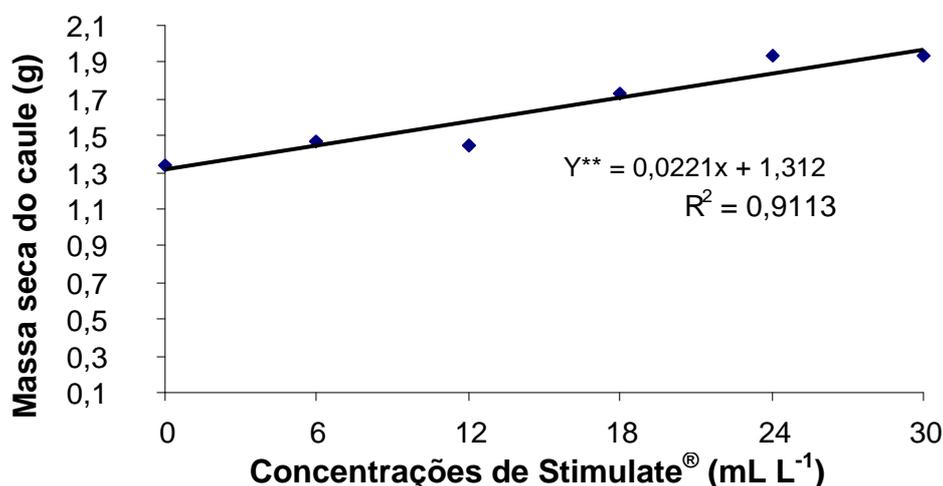


Figura 5. Massa seca do caule de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 40 dias após a sementeira (DAS), com sementes submetidas à pré-embrição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate[®].

A massa seca de folhas foi significativa e representada pelo modelo linear da equação $Y = 0,0023x + 0,4968$, com ajuste de $R^2 = 84,0\%$. O maior valor estimado encontrado (0,56g) foi obtido na concentração 30,0 mL Stimulate[®]. L⁻¹ de solução, superando em 13,7% o tratamento controle. (Figura 6). Os resultados encontrados estão em consonância com os obtidos por Echer et al. (2006), que nas maiores doses do estimulante, observaram uma resposta positiva para a massa seca de folhas em maracujazeiro amarelo quando utilizaram 0, 4, 12, 16 e 20 mL L⁻¹ Stimulate[®].

Segundo Santos (2004), os reguladores vegetais presentes no Stimulate[®] resultaram em incremento de 61,2% na área foliar, mas também, informaram que nas doses mais elevadas, ocorreram menores valores nessa característica. O comportamento apresentado na massa seca das folhas e caules pode ser explicado pela eficiente e eficaz capacidade do Stimulate[®], em promover a produção de compostos orgânicos (VIEIRA e CASTRO, 2004). Entretanto, Klahold et. al. (2006) não encontraram diferenças significativas para a massa seca das folhas em seu experimento com soja quando utilizaram entre 0,0 e 5,0 mL L⁻¹ de Stimulate[®] e também entre 0, 0 e 0,225 mL L⁻¹ de Stimulate[®].

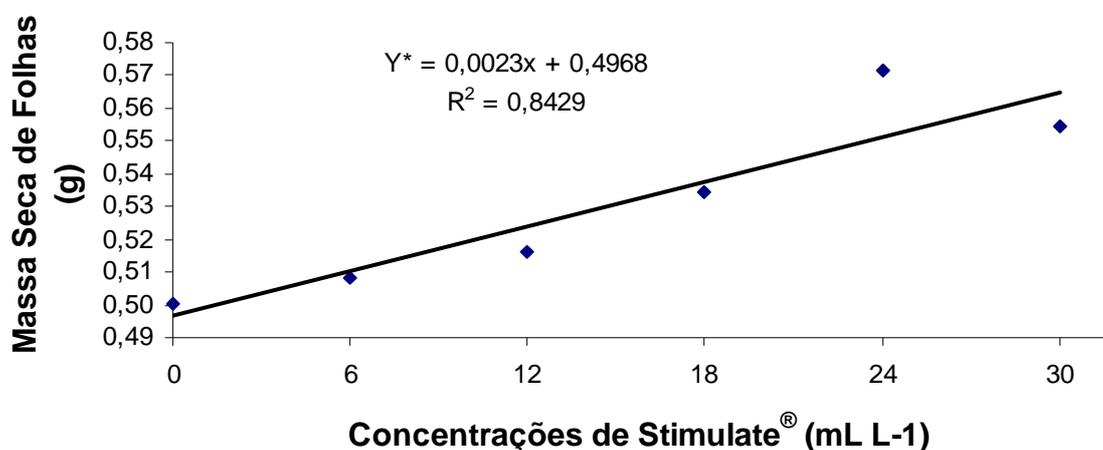


Figura 6. Massa Seca de folhas de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 40 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate[®].

A curva de regressão da equação quadrática com seu respectivo coeficiente de determinação, que representa a variação da massa seca total encontra-se na Figura 7. Os resultados evidenciaram efeito positivo ($P < 0,01$) do aumento das concentrações aplicadas. O melhor resultado estimado (2,53g) foi obtido na concentração de 18 mL de Stimulate[®]. L⁻¹ de solução, que promoveu um aumento estimado de 18% em relação ao tratamento controle (2,15g).

Esses resultados obtidos são semelhantes aos de Castro e Vieira (2001), que trabalhando com sementes de soja (*Glycine max* (L). Merrill cv. IAC 8-2) verificaram que a concentração de 4,1 mL L⁻¹ por 0,5 kg de sementes do Stimulate[®] causou efeito positivo na massa seca total das plantas, sendo superior 55,3% ao tratamento controle. Resultado semelhante foi observado em algodão cv. CNPAITA 90, onde o Stimulate[®] aumentou a produção de massa seca total das plantas, nas dosagens de até 11,3 mL L⁻¹ de Stimulate[®] (SANTOS e VIEIRA, 2005).

Echer et al. (2006) observaram resposta positiva do biorregulador vegetal Stimulate[®], com incremento na massa seca total, quando comparado à testemunha, durante o desenvolvimento das mudas de maracujazeiro amarelo. Entretanto, Lima et al. (2009), utilizando tratamentos constituídos pelo biorregulador vegetal nas concentrações de 5,0 e 10 mL L⁻¹ de Stimulate[®], aplicados via embebição nas sementes de jaca tipo dura, não observaram acúmulo de massa seca total, não diferindo estatisticamente do tratamento controle.

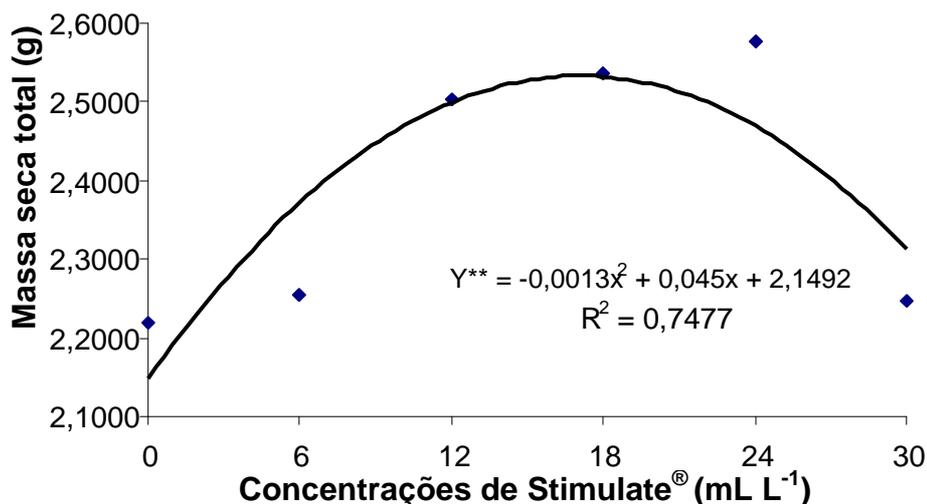


Figura 7. Massa seca total folhas de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 40 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

CONCLUSÃO

O Stimulate® aplicado via embebição de sementes e pulverização foliar influencia positivamente o crescimento inicial de plantas de pinhão manso, sendo as concentrações até 18,0 mL de Stimulate®.L⁻¹ de solução, as mais eficientes na promoção das características avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. C. Efeitos do biorregulador vegetal Stimulate® em sementes pré-embebidas de mamona. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2004, Campina Grande **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

ALMEIDA, Q. de. **Ação estimulante vegetal e giberelina no crescimento, desenvolvimento e produção de *Nicotiana Tabacum* L.** 2008. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

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

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Utilização de rizotrons para avaliação do desenvolvimento do sistema radicular de sementes de soja (*Glycine max* L.) sob pré-tratamentos com Stimulate®. In: **Resumos**. VII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, Brasília, p. 60, 1999.

CASTRO, P. R. E.; VIEIRA, E. L. Ação de biorregulador vegetal na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, V. **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003.

CROZIER, A.; KAMIYA, K.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; RUSSEL, L.J. (Ed.) **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2001. p.850-929.

DARIO, G. J. A.; MARTINS, T. N.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro**. 2005; 12: 126-134.

DAVIES, P. J. **Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action**. Kluwer: Academic Publishers, 2004. 750p.

DAVIES, P. J. **Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action**. Kluwer Academic Publishers, 2004, 750p.

DOMINGUES, M. C. S. Efeito de reguladores vegetais (auxina, giberelina e citocinina) na produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. IAC – 48). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTINS, T. N.; MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro.** 2004; 12: 126-134.

ECHER, M. de M.; GUIMARÃES, V. F.; KRIESER, C. R.; ABUCARMA, V. M.; KLEIN, J.; SANTOS, L.; DALLABRIDA, W. R. Uso de biorregulador vegetal na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, 2006.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

FERREIRA, G.; ERIC, P. R.; MORO, E. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) visando a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.178-182, 2002.

FERREIRA, L. H. Z.; ROSATO, M. M.; BOLONHEZI, A. C. Efeitos de reguladores vegetais aplicados no sulco de plantio em diversas variedades de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 19., 2007, Ilha Solteira, SP. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP, 2007.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A.; GONÇALVES, A. N. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus*. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.194, p.1-21, 2002.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. de M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de biorregulador vegetal. **Acta Sci. Agron.** 28: p.179-185, 2006.

KRIKORIAN, A. D.; KELLY, K.; SMITH, D. L. Hormones in tissue culture and micropropagation, In: DAVIES, P.J. (Ed.) **Plants hormones and their role in plant growth and development.** , Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1987. p.593-613.

LIMA, J. F. de; FONSECA, V. J. de A.; MORAES, J. C. de C.; ALMEIDA, J. de; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P. GERMINAÇÃO DE SEMENTES PRÉ-EMBEBIDAS E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE *Artocarpus heterophyllus* Lam. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.6, p.437-441, Nov./Dec. 2009.

LIMA, M. M. de. **Desempenho do algodoeiro de fibra verde em função da adubação nitrogenada e promotor de crescimento.** Dissertação de mestrado-UFCG, Departamento Engenharia Agrícola, Campina Grande, 2004.

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

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J.; PENTEADO, S. R.; ESCARPARI FILHO, J. A. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T.A. Queiroz, 1995.

MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Ácido giberélico eo desenvolvimento de plântulas de tangerina cleopatra (*Citrus reshmi* hort Tanaka). **Sciencia Agrícola** v.56, n.2, p. 200-205, 1999.

OLIVEIRA, A. de; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D.; FERRARI, T. B.; KUNZ, V. L.; PRIMO, M. A.; POLETTI, L. D. Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de mudas de *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.9-13. 2005.

PEIXOTO, C. P.; CAMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S. Efeitos de épocas de semeadura e densidade de plantas sobre o rendimento de

cultivares de soja no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**. Piracicaba. v. 77, n. 2, 550 p. set., 2002.

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. **Ciências Agrotecnológica**, Lavras, v.31, n.3, p. 693-698, 2007.

SAMPAIO, E. S. de. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 1998. 190p.

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

SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de biorregulador vegetal na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodão. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.17, n.3, p.124-130, 2005.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v.26, n.229, p.44-73, 2005.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D. de; FARIAS V. de A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Aplicação de regulador de crescimento em sementes de algodão, amendoim, gergelim e mamona. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** (53). Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Homepage: <http://www.cnpa.embrapa.br>, 2003.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C. **Reguladores vegetais na citricultura**. Jaboticabal: Unesp/Funep, 1997. 38 p.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate[®] Mo em hortaliças**: Informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998. 1v.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VIEIRA, E. L. et al. Ação de Stimulate[®] na produção de *Nicotiana tabacum* L., Tipo Brasil-Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 11. Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2007.

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

CAPÍTULO 3

**ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas*
L.) PROVENIENTES DE SEMENTES PRÉ-EMBEBIDAS EM STIMULATE®**

ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) PROVENIENTES DE SEMENTES PRÉ-EMBEBIDAS EM STIMULATE®

Autor: Denio de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto

Co-Orientador: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

RESUMO: Diante de escassez de informações sobre a cultura do pinhão manso, busca-se com esse trabalho, avaliar por meio dos índices fisiológicos, o desempenho de mudas de pinhão manso, quando as sementes são pré-embebidas em Stimulate® (90 mg L⁻¹ de (citocinina), 50 mg L⁻¹ (giberelina), 50 mg L⁻¹ e 99,981% de ingredientes inertes). As sementes passaram por uma desinfecção, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2 %, por 2 minutos e lavadas em água corrente. Os experimentos foram instalados em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas – BA. Os tratamentos utilizados foram: controle, embebição em água destilada, e as concentrações de Stimulate® (6,0; 12,0; 18,0; 24,0 e 30,0 mL do produto L⁻¹ de solução), por oito horas, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram realizadas coletas decenais de cinco plantas aleatórias por parcela, a partir dos 21 dias após a semeadura (DAS) até os 71 DAS, para a determinação da matéria seca (g planta⁻¹) e da área foliar da planta (dm²). Essas características serviram de base para determinar os índices fisiológicos: taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF). Conclui-se que não houve diferenças significativas para as concentrações utilizadas, variando apenas no tempo de amostragem.

Palavras-chave: pré-embebição, biorregulador vegetal, desenvolvimento, pinhão manso.

PHYSIOLOGICAL INDICES DURING INITIAL GROWTH OF SEEDLING OF JATROPHA (*JATROPHA CURCAS* L), FROM PRÉ-IMBIBED IN STIMULATE®

Author: Denio de Oliveira

Advisor: Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co-Advisor: Prof. Dr. Elvis Lima Vieira

ABSTRACT: Faced with shortage of information on the cultivation of jatropha, this study search to evaluate through of physiological indices, the performance of seedlings of jatropha, when the seeds are pre-soaked in Stimulate® (90 mg L⁻¹ (BAP), 50 mg L⁻¹ (gibberellin), 50 mg L⁻¹ and 99.981% inert ingredients). The seeds were disinfected, being immersed in a solution of sodium hypochlorite to 2% for 2 minutes and washed in running water. The experiments were conducted in the greenhouse at the Center for Agricultural Sciences, Environmental and Biological of Federal University of Recôncavo of Bahia, in Cruz das Almas - BA. The treatments were: control, soaking in distilled water, and the concentrations of Stimulate® (6.0, 12.0, 18.0, 24.0 and 30.0 mL of product L⁻¹ of solution), for eight hours in experimental design completely randomized. Samplings of five plants per plot taken at random were carried out every tenth days, from 21 days after sowing (DAS) until 71 DAS, for the determination of dry matter (g plant⁻¹) and leaf area of plant (dm²). These characteristics formed the basis for determining the physiological indices: absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR) and leaf area ratio (LAR). It concluded itself that there were no significant differences in the concentrations used, varying only in time of sampling.

Key words: pre-soaking, biorregulator of plant, growth, jatropha.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, desenvolver formas alternativas de combustíveis renováveis tornou-se imprescindível, e nesse contexto, a produção de bicompostíveis, em especial o biodiesel, torna-se uma opção das mais eficientes, para se diversificar a matriz energética brasileira, de forma que garanta a energia necessária ao desenvolvimento sustentável, sem comprometer aspectos do meio ambiente.

Óleos vegetais provenientes de diversas oleaginosas têm sido testados com sucesso na produção de biodiesel, e o pinhão manso tem se destacado como uma das mais promissoras por seu elevado teor de óleo (25 a 40%), superior ao da maioria das oleaginosas utilizadas no mercado de bicompostíveis (ARRUDA et al., 2004). No entanto, a falta de conhecimento científico sobre essa cultura dificulta a exploração do máximo de sua produtividade (AZEVEDO, 2006).

De acordo com vários autores: Santos e Vieira (2005), Ferreira et al. 2007, Prado Neto et al. (2007) e Peixoto e Peixoto (2009), um fitohormônio é uma substância orgânica, produzida normalmente em tecidos meristemáticos e transportada para outros, onde provoca respostas fisiológicas. O regulador vegetal tem a mesma função, porém, pode ser obtido de forma exógena. As aplicações de biorregulador vegetal podem servir para vários objetivos, entre eles a aplicação exógena em pré-embebição de sementes, para melhorar a germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas (SEVERINO et al., 2003). Para Martins et al. (1999), uma germinação rápida e uniforme das sementes, seguida por imediata emergência das plântulas, são características altamente desejáveis, nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta e as torna menos vulnerável às condições adversas do meio.

Segundo Barcelos et al. (2007), os estudos sobre análise de crescimento de espécies vegetais, possibilitam acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total,

permitindo conhecer o seu funcionamento e suas estruturas. A análise de crescimento tem sido usada por pesquisadores de plantas, na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente (PEIXOTO e PEIXOTO, 2009) e constitui uma ferramenta muito eficiente para a identificação de materiais promissores (BENINCASA, 2003), além de identificar características que no crescimento inicial, indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta, favorecendo os trabalhos de melhoramento na busca por materiais mais produtivos e nas estratégias utilizadas para obtenção de altas produtividades.

O fundamento dessa análise é a medida sequencial da acumulação de matéria orgânica na planta, onde 90% são resultantes da atividade fotossintética e o restante, da absorção mineral do solo, sendo que a sua determinação é feita, normalmente, considerando a massa da matéria seca ou a sua fitomassa (PEIXOTO, 1998; BRANDELERO, 2001; BENINCASA, 2003). O crescimento e o rendimento final de um cultivar ou de outro material genético é o resultado de suas interações com o ambiente. Entretanto, para se compreender alguns aspectos da natureza dos controles intrínsecos de cada material, necessita-se do estabelecimento de índices mais detalhados que permitam uma melhor compreensão dessas interações, através da análise quantitativa do crescimento (PEIXOTO e PEIXOTO, 2009).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) é a variação ou incremento entre duas amostras ao longo de um determinado período de tempo. É uma medida que pode ser usada para se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (REIS e MULLER, 1979; BENINCASA, 2003).

A taxa de crescimento relativo (TCR) é usada pelos biólogos como uma base comum, que é o próprio peso da planta. É apropriada para avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material acumulado gradativamente. Expressa o incremento na massa de matéria seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo (REIS e MULLER, 1979; PEIXOTO, 1998; BRANDELERO 2001). Segundo Benincasa (2003), 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).

A razão da área foliar (RAF) representa a relação entre a área foliar e o peso da matéria seca total da planta. É também chamado quociente de área foliar (BRANDELERO, 2001), e varia com a área foliar específica e a razão de massa de folha. Assim, qualquer variação em um deles, ou nos dois, implicará em alterações na razão de área foliar. A razão de área foliar declina enquanto a planta cresce, em função do autossombreamento, com a tendência da diminuição da área foliar útil ou fotossinteticamente ativa (responde pela interceptação da radiação luminosa e captação do CO₂ na fotossíntese), para a produção de matéria seca.

A taxa assimilatória líquida (TAL) representa a taxa de incremento de massa de matéria seca por unidade de área foliar existente na planta, assumindo que tanto a matéria seca como a área foliar, aumenta exponencialmente (PEIXOTO, 1998; BRANDELERO, 2001; BENINCASA, 2003). Outros órgãos fotossintéticos, além das folhas, podem ser levados em consideração para o cálculo da taxa assimilatória líquida, que reflete a capacidade da planta em aumentar sua fitomassa em função de sua superfície assimilatória, em determinado intervalo de tempo.

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 tratamentos. Assim, diante do exposto, busca-se com esse trabalho, avaliar por meio de índices fisiológicos, o desempenho vegetativo de plantas de pinhão manso em fase inicial de crescimento, oriundas de sementes pré-embebidas em água destilada e Stimulate[®].

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, no município de Cruz das Almas, Bahia. A cidade está situada a 12°49'19" de Latitude Sul e 39°06'22" de Longitude Oeste de Greenwich, tendo 220m de altitude.

Foram utilizadas sementes de pinhão manso obtidas na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), município de Alagoinhas-BA, e o biorregulador vegetal Stimulate[®], um produto líquido composto por três reguladores vegetais: 90 mg L⁻¹ (0,009%) de cinetina (citocinina), 50 mg L⁻¹ (0,005%) de ácido geberélico (giberelina), 50 mg L⁻¹ (0,005%) de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (STOLLER DO BRASIL, 1998).

Os tratamentos consistiram em cinco concentrações de Stimulate[®] (6,0; 12,0; 18,0; 24,0 e 30,0 mL do produto L⁻¹ de solução); e como controle água destilada (0,0), em delineamento experimental inteiramente casualizado. Todas as sementes passaram por uma assepsia, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2%, por dois minutos, seguida de lavagem em água corrente, e pré-embrição nas diferentes concentrações do biorregulador vegetal, durante oito horas.

Em número de quatro, foram semeadas em sacos de polietileno preto com capacidade de dois litros, previamente preenchidos com um substrato contendo duas (2) partes de esterco bovino, uma (1) parte de areia lavada e uma (1) parte de terra vermelha (barro), que foram previamente misturados homoganeamente.

Aos 14 dias após a semeadura (14 DAS), foi efetuado o desbaste deixando-se apenas uma planta por saco. As plantas foram avaliadas em seis fases de desenvolvimento: 21, 31, 41, 51, 61 e 71 dias após a semeadura (DAS), com amostragens de cinco plantas para cada tratamento, em quatro repetições. Em cada fase de desenvolvimento foram avaliadas as seguintes características: altura de planta (cm), medidas com uma régua graduada em milímetros; o diâmetro do caule (mm), medido com um paquímetro e contagem numérica do número de folhas. A massa seca das plantas (g), em suas diversas frações (folhas, hastes e raízes) foi obtida após permanecer em estufa de ventilação forçada na temperatura de 65°C ± 5°C, até atingir peso constante. A área foliar (dm²), foi determinada com uso de um extrator de área conhecida.

Com base no acúmulo de matéria seca total e na área foliar foram determinados os índices fisiológicos conforme a metodologia utilizada por Peixoto (1998), Aguilera et al. (2004) e Tucci et al. (2007):

a) Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), através da fórmula $TCA = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1) = g \text{ dia}^{-1}$, onde 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;

b) Taxa de Crescimento Relativo (TCR), através da fórmula $TCR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1) = g \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, onde $\ln W_1$ e $\ln W_2$ é a variação do logaritmo neperiano da massa seca entre dois períodos e T_1 e T_2 a variação de tempo entre os períodos;

c) Taxa Assimilatória Líquida (TAL), através da fórmula $TAL = [(W_2 - W_1) \times (\ln L_2 - \ln L_1)] / [(L_2 - L_1) \times (T_2 - T_1)] = g \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, onde $\ln L_1$ e $\ln L_2$ é a variação do logaritmo neperiano da área foliar entre dois períodos, 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,

d) Razão de Área Foliar (RAF), através da fórmula $RAF = L / W = \text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$, onde L é a área foliar e W a massa seca total da planta. Para os dados obtidos foi realizada análise de variância considerando o delineamento em blocos casualizados em seis tratamentos (concentrações), com quatro repetições em parcela subdividida no tempo. Para as médias dos tratamentos foram ajustadas por equações de regressão. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Os dados médios coletados para as diferentes variáveis foram transformados em polinômios exponenciais devido ao fato destes homogeneizarem as variâncias dos dados, proporcionais à média das plantas e órgãos em crescimento, através da transformação logarítmica, recomendada por Causton e Venus (1981) e Pereira e Machado (1987). Os índices fisiológicos foram apresentados sem serem submetidos à Análise de Variância, devido ao fato desses dados não obedecerem às pressuposições da análise de variância (BANZATTO e KRONKA, 2008).

RESULTADO E DISCUSSÃO

As equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) polinomiais exponenciais utilizadas neste trabalho foram grafadas com base nas médias de cada coleta e a análise de regressão, conforme sugerido por Elias e Causton (1976) e podem ser observadas no ANEXO A. A utilização de equações de regressão não só corrige as oscilações normais, como permite avaliar a tendência do crescimento em função dos tratamentos (BENINCASA, 2003).

Dentre os parâmetros utilizados para medir o crescimento vegetal estão à área foliar e a matéria seca acumulada pela planta por representarem esses fatores a “fabrica” e o “produto final”, respectivamente (PEIXOTO, 1998). Na prática, as principais medidas são a massa da matéria seca total (MST) e a área foliar total (AF) da planta, sendo estas características utilizadas como base para a determinação dos vários índices fisiológicos.

A variação média acumulada da massa da matéria seca total da planta de pinhão manso pode ser observada na Figura 1. Nota-se que o acúmulo da massa da matéria seca nas fases iniciais é lento, com similaridade entre os tratamentos avaliados, no período de 21 a 41 DAS. Esta tendência também foi observada em trabalho de Peixoto (1998), com a cultura da soja, onde verificou que a velocidade de acúmulo da massa da matéria seca e de nutrientes na fase inicial do desenvolvimento é lenta, por que no início a planta depende das reservas contidas na semente para crescer e se desenvolver. A partir dos 41 DAS observa-se um rápido e constante crescimento, decorrentes da planta apresentar sistema radicular capaz de absorver nutrientes e folhas completamente desenvolvidas o que aumenta a atividade fotossintética das plantas, com curvas exponenciais crescentes até o fim do período observado (71 DAS).

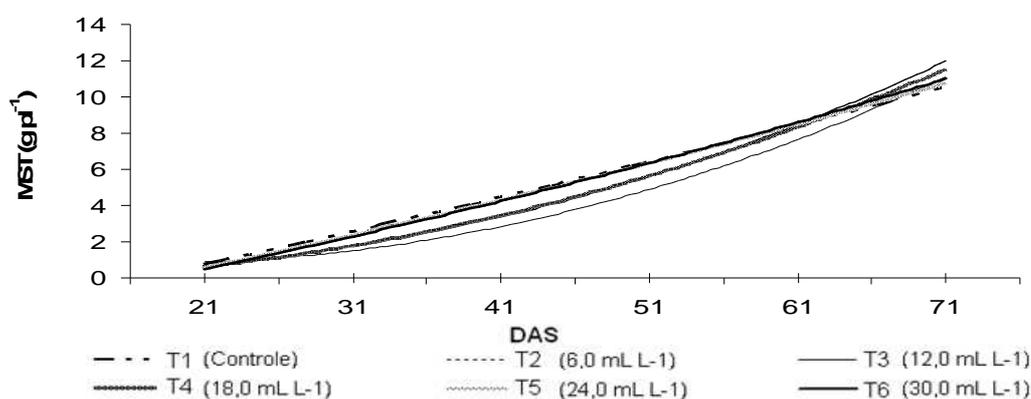


Figura 1. Curvas polinomiais para matéria seca total (MST) (g planta^{-1}) em plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) dias após semeadura (DAS), oriundas de sementes pré- embebidas em água destilada (T1) e cinco concentrações de Stimulate[®] (T2 a T6) em casa de vegetação. Cruz das Almas, BA, 2009.

Esta tendência exponencial, também foi observada por Lima et al. (2007), em avaliação do crescimento inicial de mudas de mamoeiro em casa de vegetação. No presente trabalho, o maior acúmulo de massa de matéria seca ($11,5\text{g planta}^{-1}$) ocorreu aos 71 DAS na concentração de $12,0\text{ mL L}^{-1}$ de Stimulate[®] (Tabela 1).

Tabela 1. Valores iniciais, máximos e finais dos tratamentos, para matéria seca total (MST) e área foliar (AFO) em plantas de pinhão manso aos 71 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate[®].

TRAT VAR	Inicial	Max	Final	DAS	Inicial	Max	Final	DAS
	MST (g)				AFO ($\text{dm}^2\text{ pl}^{-1}$)			
T1 ($0,0\text{ mL L}^{-1}$)	1,0298	10,3874	10,0539	61	8,7476	68,3472	68,3472	71
T2 ($6,0\text{ mL L}^{-1}$)	0,9050	10,7698	10,7698	71	7,7100	60,9342	60,9342	71
T3 ($12,0\text{ mL L}^{-1}$)	0,8843	11,5101	11,5101	71	7,7474	67,3752	67,3752	71
T4 ($18,0\text{ mL L}^{-1}$)	0,7750	10,7602	10,7602	71	6,3412	63,6144	63,6144	71
T5 ($24,0\text{ mL L}^{-1}$)	0,8822	10,0881	10,0432	61	7,6045	64,7869	64,7869	71
T6 ($30,0\text{ mL L}^{-1}$)	0,9127	11,0071	10,8872	61	8,7489	61,3915	61,3915	71

Na Figura 2, observa-se o desempenho das plantas de pinhão manso quanto ao incremento da área foliar. As curvas polinomiais obtidas indicam que a área foliar (dm^2), superfície que é responsável pelo processo fotossintético, aumentou linearmente a partir dos 21 DAS, até atingir seus máximos no final das observações neste trabalho (71 DAS). Também esta tendência foi observada por Lima et al. (2007), para mudas de mamoeiro avaliadas até aos 90 dias da emergência (90 DAE). Dados de crescimento semelhantes foram obtidos por Lessa (2007), trabalhando com cultivares de bananeira. Esse crescimento contínuo é reflexo do acúmulo de fitomassa durante a fase inicial de desenvolvimento da planta (PEIXOTO, 1998; BENINCASA, 2003).

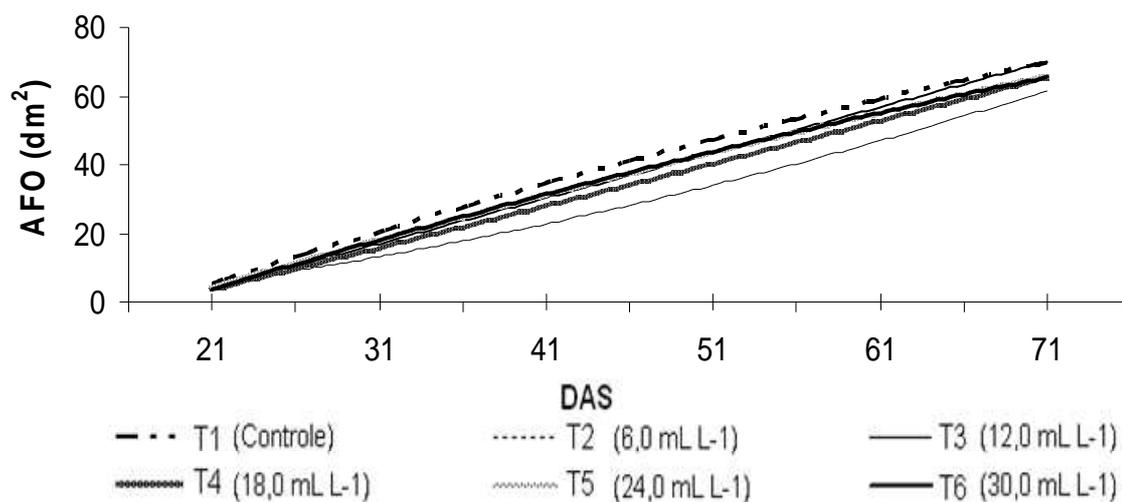


Figura 2. Curvas polinomiais para área foliar (AFO) (dm^2) em plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) dias após semeadura (DAS), oriundas de sementes pré-embebidas em água destilada (T1) e cinco concentrações de Stimulate[®] (T2 a T6) em casa de vegetação. Cruz das Almas, BA, 2009.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) é a variação ou incremento de matéria seca entre duas amostragens ao longo de um determinado período de tempo. É uma medida que pode ser usada para observação (PEIXOTO, 1998; BENINCASA, 2003), e se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo deste período.

Na Figura 3, pode ser observada a variação da TCA em plantas de pinhão manso submetida à pré-embebição em água destilada (T1) e cinco concentrações de Stimulate[®] (T2 a T6). Ocorreu similaridade de comportamento para todos os tratamentos estudados, que variou linearmente, em todos os intervalos avaliados até o período final de observação. Inicialmente (21 DAS), todos os tratamentos apresentam TCA lenta, tendo o tratamento controle (T1=água destilada), o melhor desempenho inicial ($0,051\text{g dia}^{-1}$), evoluindo como os demais e obtendo maiores incrementos a partir dos 41 DAS, alcançando no intervalo entre 61 e 71 DAS o aumento máximo (Tabela 2). Este aumento atribui-se ao porte mais robusto da planta e a sua maior área foliar.

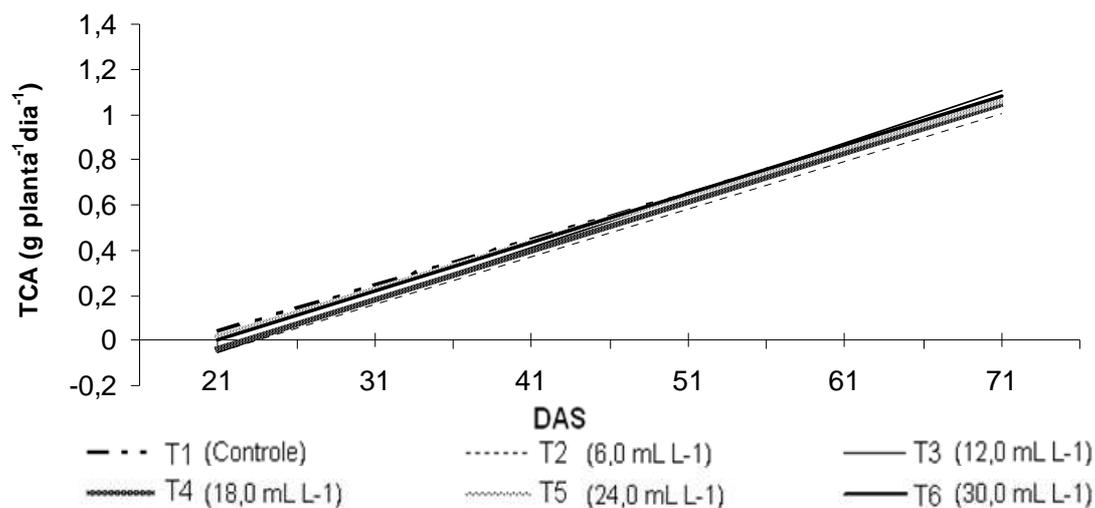


Figura 3. Curvas polinomiais para taxa de crescimento absoluto (TCA) (g dia^{-1}), em plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) dias após sementeira (DAS), oriundas de sementes pré-embebidas em água destilada (T1) e cinco concentrações de Stimulate[®] (T2 a T6) em casa de vegetação. Cruz das Almas, BA, 2009.

Embora a taxa de crescimento absoluto indique a velocidade de crescimento da planta, para os fisiologistas é mais interessante expressar a taxa de crescimento, segundo uma base comum, sendo esta, o próprio peso da planta (PEIXOTO et al., 2002). Para isso estima-se a taxa de crescimento relativo (TCR), já que conceitualmente a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou de qualquer órgão desta é uma função do tamanho inicial (BENINCASA, 2003). Para Silva et al. (2005), TCR é o aumento em gramas de fitomassa por unidade de material presente num período de observação.

Na Figura 4, pode-se observar o comportamento de plantas de pinhão manso em relação à taxa de crescimento relativo. Essa medida é apropriada para avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material acumulado gradativamente.

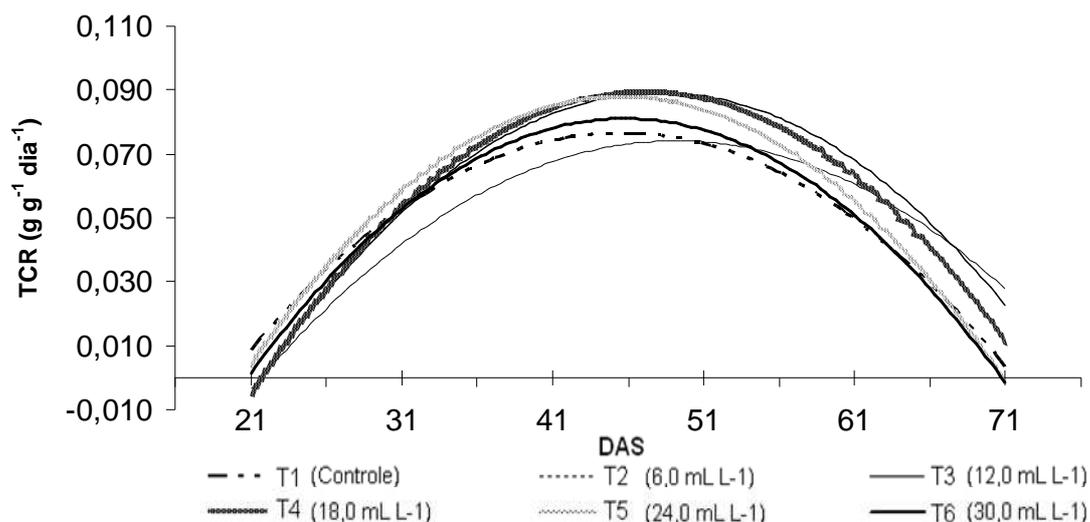


Figura 4. Curvas polinomiais para taxa de crescimento relativo (TCR) ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$), em plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) dias após semeadura (DAS), oriundas de sementes pré-embecidas em água destilada (T1) e cinco concentrações de Stimulate[®] (T2 a T6) em casa de vegetação. Cruz das Almas, BA, 2009.

A TCR expressa o incremento na massa de matéria seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) com valores máximos no período compreendido entre 41 e 51 dias após a semeadura (DAS), decaindo drasticamente até valores negativos, indicando o que normalmente ocorre com a variação desse índice, para a maioria das plantas cultivadas, que apresentam suas máximas TCR, no período inicial de crescimento, durante a fase vegetativa. Dados semelhantes foram obtidos por Lima (2007), trabalhando com dois genótipos de mamoeiro.

Por outro lado, após atingir a máxima TCR, há diminuição da massa de matéria seca acumulada, como era de se esperar, tendo em vista que qualquer incremento em peso, altura ou área foliar ao longo de um determinado período está diretamente relacionado ao tamanho alcançado no período anterior (PEIXOTO, 1998; BENINCASA, 2003). Esses dados concordam com os obtidos por Peixoto (1998), Benincasa (2003) e Silva et al. (2005), que observaram uma diminuição na TCR ao longo de todo o período de crescimento, trabalhando com culturas da soja, sorgo e capim brachiaria, respectivamente.

Tabela 2. Valores iniciais, máximos e finais dos tratamentos, para taxa de crescimento absoluto (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR) em plantas de pinhão manso aos 71 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate[®].

TRAT VAR	Inicial	Max	Final	DAS	Inicial	Max	Final	DAS
	TCA g (dm ⁻² dia ⁻¹)				TCR (g g ⁻¹ dia ⁻¹)			
T1 (0,0 mL L ⁻¹)	0,0515	1,0387	0,9755	61	-0,0002	0,0799	-0,0048	41
T2 (6,0 mL L ⁻¹)	0,0453	1,0770	1,0770	71	-0,0054	0,0719	0,0234	51
T3(12,0 mL L ⁻¹)	0,0442	1,1510	1,1510	71	-0,0066	0,0804	0,0198	51
T4 (18,0 mL L ⁻¹)	0,0388	1,0272	1,0272	71	-0,0124	0,0832	0,0040	41
T5 (24,0 mL L ⁻¹)	0,0441	1,0088	1,0043	61	-0,0072	0,0826	-0,0009	41
T6 (30,0 mL L⁻¹)	0,0456	1,1007	0,9887	61	-0,0044	0,0736	-0,0103	41

A taxa assimilatória líquida (TAL) expressa à taxa de fotossíntese líquida ou a matéria seca produzida por unidade de área foliar por unidade de tempo (g dm⁻² dia⁻¹). Sendo a TAL o resultado do balanço entre a matéria seca produzida pela fotossíntese e aquela perdida pela respiração mais a fotorespiração, típica do pinhão manso, para o desenvolvimento das plantas, podendo estas, expressarem este balanço diferentemente, de acordo com o seu potencial genético, ficando claro o desempenho diferenciado em função dos tratamentos (PEIXOTO et al., 2002; CRUZ, 2007). Entretanto, neste trabalho, estas diferenças não foram acentuadas.

Na Figura 5 e na Tabela 3, pode-se observar o comportamento de plantas de pinhão manso em relação à Taxa Assimilatória Líquida. A TAL apresenta valores máximos variando dos 31 aos 41 DAS, sendo que a máxima TAL foi obtida pelo T5 (24,0 mL L⁻¹ de Stimulate[®]). Segundo Cairo et al. (2008), esta é a fase em que a TAL é especialmente alta, devido à planta precisar de mais fotoassimilados para seu crescimento. A partir daí, ocorre uma queda acentuada, até onde durou o experimento.

Normalmente, quando a planta acelera seu crescimento, aumentando, inclusive a área foliar, o sombreamento mútuo leva a uma diminuição dos níveis fotossintéticos, diminuindo a TAL, o que ocorreu nesta pesquisa, a partir dos 41 DAS. Efeitos semelhantes foram observados por Peixoto (1998), Azevedo Neto et al. (2004) e Lima et al. (2005), trabalhando com soja, milho e feijão, respectivamente. Alvarez et al. (2005) estudaram cultivares de amendoim e encontraram as mesmas tendências.

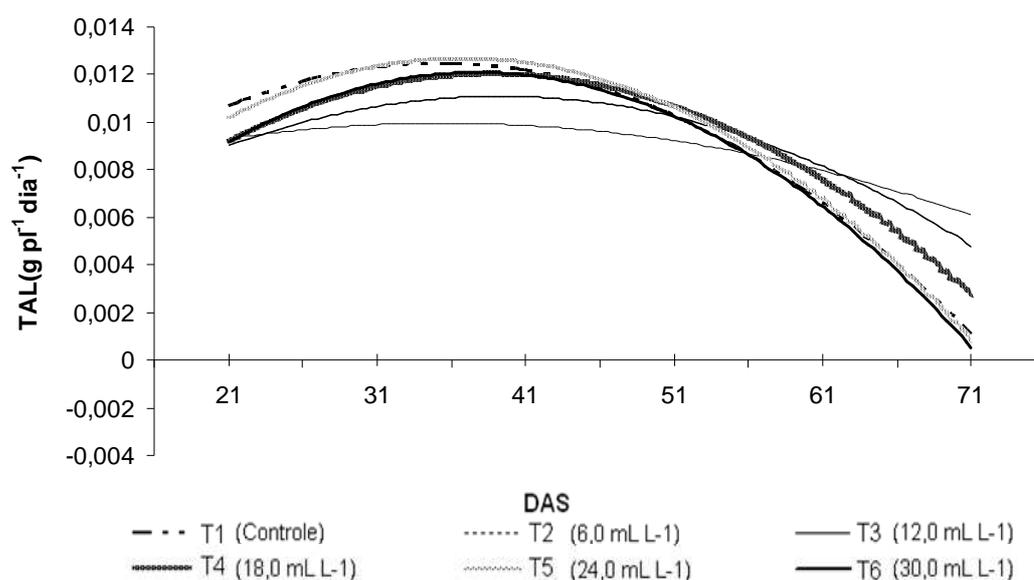


Figura 5. Curvas polinomiais para taxa assimilatória líquida (TAL) ($\text{g pl}^{-1} \text{dia}^{-1}$), em plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) dias após semeadura (DAS), oriundas de sementes pré-embebidas em água destilada (T1) e cinco concentrações de Stimulate[®] (T2 a T6) em casa de vegetação. Cruz das Almas, BA, 2009.

Tabela 3. Valores iniciais, máximos e finais dos tratamentos, para taxa de crescimento absoluto (TAL) e razão de área foliar (RAF) em plantas de pinhão manso aos 71 dias após a semeadura (DAS), com sementes submetidas à pré-embebição por oito horas em água destilada e cinco concentrações de Stimulate®.

VAR TRAT	TAL (g dm ⁻² dia ⁻¹)				RAF (dm ² dia ⁻¹)			
	Inicial	Max	Final	DAS	Inicial	Max	Final	DAS
T1 (0,0 mL L ⁻¹)	0,0120	0,010949	-0,001000	31	8,268009	8,268009	7,129762	21
T2 (6,0 mL L ⁻¹)	0,0113	0,010057	0,004612	21	8,515780	8,515780	5,850083	21
T3 (12,0 mL L ⁻¹)	0,0110	0,01124	0,003209	41	8,803673	8,803673	5,979891	21
T4 (18,0 mL L ⁻¹)	0,0107	0,011863	0,000334	41	8,236523	8,236523	6,215719	21
T5 (24,0 mL L ⁻¹)	0,0111	0,012482	-0,000160	41	8,613826	8,613826	6,427886	21
T6 (30,0 mL L⁻¹)	0,0108	0,010891	-0,001990	31	9,586415	9,586415	6,153903	21

A área foliar de uma planta é expressa pela razão de área foliar (RAF), sendo esta, uma componente morfofisiológica, pois é o quociente entre a área foliar (responsável pela interceptação da energia luminosa e absorção do CO₂) e a matéria seca total da planta (resultante da fotossíntese). Na verdade, indica a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir um grama de matéria seca (BENINCASA, 2003).

Como se pode observar na Figura 6 e na Tabela 3, os valores de máxima RAF ocorreram aos 21 DAS para todos os tratamentos, tendo à RAF mais elevada (9,59 dm² g⁻¹), ocorrido no T6 (30 mL L⁻¹). A elevação da RAF no início do ciclo é um indicativo de que inicialmente a maior parte do material fotossintetizado é convertida em folhas, visando à maior captação da radiação solar disponível. Brandelero et al. (2002), trabalhando com dez cultivares de soja no recôncavo Baiano encontrou as máximas para RAF entre os 31 e 39 DAE. Por outro lado, Cruz (2007), no Oeste da Bahia, obteve RAF máximas aos 31 DAE, em todas as épocas de semeadura estudadas.

Nota-se que na medida em que a planta cresce, o índice diminui, pois com o crescimento da planta, aumenta a interferência das folhas superiores nas inferiores (autossombreamento), fazendo com que a área foliar útil diminua. Fato

esse também observado em plantas de soja por Peixoto (1998), Brandelero (2001), Benincasa (2003) e Cruz (2007).

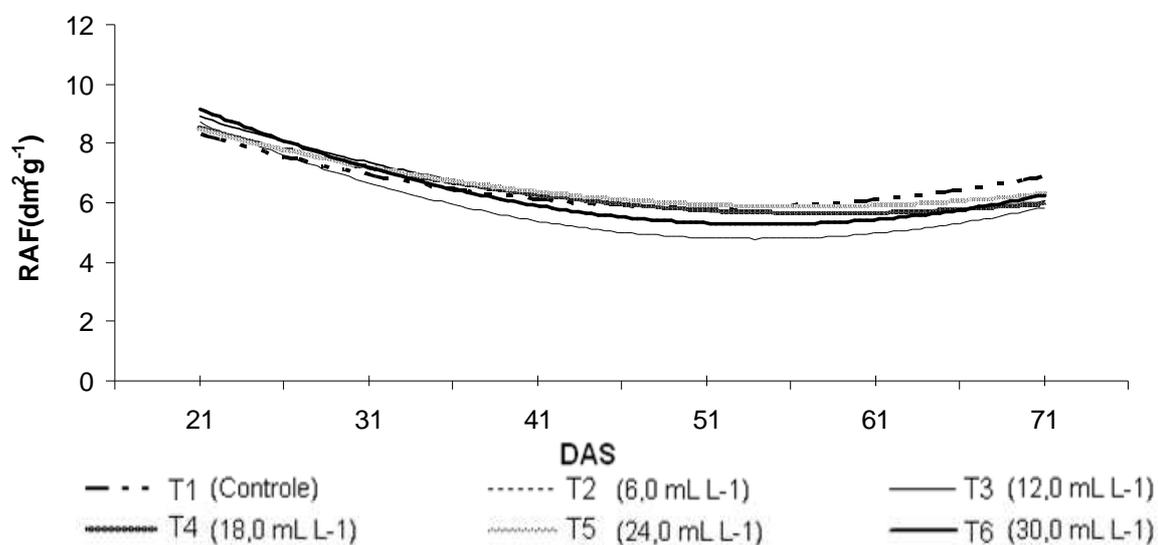


Figura 6. Curvas polinomiais para razão de área foliar (RAF) ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$), em plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) dias após semeadura (DAS), oriundas de sementes pré-embecidas em água destilada (T1) e cinco concentrações de Stimulate[®] (T2 a T6) em casa de vegetação. Cruz das Almas, BA, 2009.

CONCLUSÃO

O desempenho vegetativo da planta deve ser avaliado pela resposta conjunta dos índices fisiológicos, uma vez que estão interligados, e, constituem ferramentas eficazes para identificação dos diferentes tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, D. B.; FERREIRA, F. A.; CECON, P. R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 43-51, 2004.

ALVAREZ, R de C. F.; RODRIGUES, J. D.; MARUBAYASHI, O. M.; ALVAREZ A. C. C.; CRUSCIOL, C. A.C.; Análise de crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 4, p.611-616. 2005.

ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, jan./abr. 2004.

AZEVEDO NETO, A. D.; PRISCO, J. T.; ENÉAS-FILHO, J.; LACERDA, C. F.; SILVA, J. V.; COSTA, P. H. A.; GOMES-FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal Plant Physiology**. v.16, n.1, p.31-38, 2004.

AZEVEDO, H. Pinhão manso é lançado pelo presidente Lula como opção para biodiesel – Vegetal é de fácil cultivo. **Hoje em Dia**, 8 a 14/01/2006, Brasília-DF.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.

BARCELOS, M. D.; GARCIA, A.; MARCIEL JUNIOR, V. A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo vermelho-amarelo. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 21-27, jan./fev., 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. 2ª. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BRANDELERO, E. M. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no município de Cruz das Almas BA**. 2001. 63f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.

BRANDELERO E.; PEIXOTO, C. P.; M SANTOS, J. M. B.; MORAES, J. C. C , PEIXOTO, M. F. S. P. SILVA V. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. 2.ed. Bahia: **Magistra**, 2002. vol.14, p77-88.

BRIGGS, G. E.; KIDD, F. A.; WEST, C. **A quantitative analysis of plant growth**. Part I. Ann. Appl. Biol., 7: 103-23, 1920.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: UESB, 2008, 72p.

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

CAUSTON, D. R.; VENUS, J. C. **The biometry of plant growth**. London: Edward Arnold, 1981. 307p.

CRUZ, T. V. **Crescimento e produtividade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia**. 2007. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia.

ELIAS, C. O.; CAUSTON, D. R. Studies on data variability and the use of polynomials to describe plant growth. **New Phytologist**, n.77, p.421-430, 1976.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de

Biometria, 45., São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

FERREIRA, L. H. Z; ROSATO, M. M.; BOLONHEZI, A. C. Efeitos de reguladores vegetais aplicados no sulco de plantio em diversas variedades de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 19, 2007, Ilha Solteira, SP. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP, 2007.

LESSA, L. S. **Avaliação agrônômica, 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.

LIMA, E. R.; SANTIAGO, A. S.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Effects of the size of sown seed on growth and yield of common bean cultivars of different seed sizes. **Brazilian Journal plant Physiology**. v.17, n.3, p.273-281, 2005.

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.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de Palmito-Vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.164-173, 1999.

MORAES, C. R. A.; MODOLO, V. A.; CASTRO, P. R. C. Fisiologia da germinação e dominância apical. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. (Ed.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**, Maringá: UEM, 2002. p.159-178.

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

PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura de três densidades de plantas**. 1998. 151f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PEIXOTO, C. P.; CAMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S. Efeitos de épocas de semeadura e densidade de plantas sobre o rendimento de cultivares de soja no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**. Piracicaba. v. 77, n. 2, 550 p. set. 2002.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. de F. da S. P. Dinâmica do crescimento vegetal. In: CARVALHO, C. A. L. de; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. de C.; SOARES, A. C. F.; MELO FILHO, J. F. de; OLIVEIRA, G. J. C. de. **Tópicos em ciências Agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. p.39-53.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade vegetal**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33p. (Boletim Técnico, 114).

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas mensuração do crescimento**. Belém:CPATU, 1979. 37p.

SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de biorregulador vegetal na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodão. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.17, n.3, p.124-130, 2005.

SATURNINO, H. M. et al. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**. Minas Gerais: EPAMIG, v.26, nº229, p.44-79, 2005 .

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D. de; FARIAS V. de A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Aplicação de regulador de crescimento em sementes de

algodão, amendoim, gergelim e mamona. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** (53). Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Homepage: <http://www.cnpa.embrapa.br>. 2003. Acesso em: 10 de outubro de 2009.

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. e FERREIRA, F. A. Análise de crescimento de *Brachiaria brizantha* submetida a doses reduzidas de fluazifop-pbutil, **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 85-91, 2005.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate[®] Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1v. 1998.

TUCCI, M. L. S.; BOVI, M. L. A.; MACHADO, E. C.; SPIERING, S .H. Seasonal growth variation of peach palms cultivated in containers under subtropical conditions. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 138 – 146, March/April 2007.

CAPÍTULO 4

TAMANHO ÓTIMO DE PARCELAS PARA EXPERIMENTOS COM PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO

TAMANHO ÓTIMO DE PARCELAS PARA EXPERIMENTOS COM *Jatropha curcas* L. EM CASA DE VEGETAÇÃO

Autor: Denio de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

RESUMO: Fontes limpas e renováveis de energia são o foco atual em vários estudos alternativos ao uso de petróleo e seus derivados para fins energéticos. O estudo do pinhão manso, como fonte de bioenergia, justifica-se pela comprovada potencialidade da espécie no país, e pela escassez de dados sobre essa cultura. Na busca por essas informações tecnológicas, a determinação de um tamanho ótimo de parcela, é uma das maneiras de se minimizar o erro experimental, e o método da máxima curvatura modificada (LESSMAN e ATKINS, 1963), é um dos mais utilizados. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas, conforme Dantas et al. (2000). Para experimentos em casa de vegetação com pinhão manso, o tamanho ótimo de parcela deve ser de dez plantas, considerando os materiais e variáveis avaliadas no presente trabalho.

Palavras-chave: Precisão experimental, erro experimental, coeficiente de variação, pinhão manso.

OPTIMUM SIZE OF PLOT FOR EXPERIMENTS WITH *Jatropha Curcas* L. IN GREENHOUSE

Author: Denio de Oliveira

Advisor: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

Co-Advisor: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

ABSTRACT: Clean and renewable sources of energy are the current focus in several alternative studies to the use of oil and oil products for energy purposes. The study of *Jatropha curcas* L., as a source of bioenergy, is justified by the proven capability of the species in the country, and the lack of data about this crop. In search of information technologies, the determination of an optimum size of plot is one of the ways to minimize the experimental error, and the method of maximum modified curvature (LESSMAN e ATKINS, 1963) is one of the most popular. We evaluated the following variables: plant height, stem diameter and number of leaves, according Dantas et al. (2000). For experiments in a greenhouse with jatropha, the optimum size plot should be ten plants, considering the materials and variables studied in this work.

Key words: Accuracy experimental, experimental error, coefficient of variation.

INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), Euforbiáceae, arbustiva e perene, originária da América do sul, desponta como uma das mais importantes e promissoras oleaginosas para fornecer matéria prima para produção de biodiesel. Por ser uma planta ainda em processo de domesticação, carece de tecnologias que possam melhorar seu desempenho agronômico, quando em plantios comerciais.

A tentativa de superar os desafios que o pinhão manso vem apresentando às comunidades científicas do Brasil e do Exterior, tem levado os pesquisadores de diversas Instituições Público/Privadas em todo o mundo, a buscar com afincamento incessante e crescente, a solução desses problemas, e dar respostas com novas tecnologias que possam efetivamente serem aplicadas no meio rural, pertinentes a sua domesticação, e por conseguinte, permitir que essa oleaginosa, possa ser explorada de modo sustentável, em cultivos comerciais rentáveis.

Para se alcançar esse objetivo, um dos primeiros e múltiplos desafios, a serem vencidos pelas pesquisas com pinhão manso, é a execução de experimentos cada vez mais precisos, para se avaliar as potencialidades reais dessa planta, como fonte de matéria prima continuada à produção em larga escala de biocombustíveis, e fonte renovável de proteína vegetal a ser utilizada na formulação de ração animal.

O planejamento experimental é de fundamental importância quando se deseja precisão e qualidade dos resultados. Neste contexto, a escolha correta do tamanho e da forma de parcela em função da cultura e do tipo de ambiente merece atenção especial. Isto envolve a escolha adequada da área experimental, do tamanho da parcela, do delineamento e do número de repetições, assunto amplamente relatado na literatura sobre experimentação (STEEL et al., 1997;

GOMEZ e GOMEZ, 1984; RAMALHO et al., 2000), sendo durante essa fase do planejamento, que o pesquisador estabelece o nível de precisão desejado.

Na busca por essas informações tecnológicas, a determinação de um tamanho ótimo de parcela, é uma das maneiras de se minimizar o erro experimental e, conseqüentemente, maximizar as informações obtidas em uma experimentação no campo.

O dimensionamento da unidade experimental é uma preocupação que vem desde o início do século, quando Wood e Stratton (1910) apresentaram um dos primeiros trabalhos, onde demonstraram a influência do tamanho da parcela sobre o erro experimental, estando eles, entre os precursores, que aplicaram métodos estatísticos na interpretação de resultados provenientes de experimentos com parcelas de campo.

A lei empírica de Smith (1938) foi precursora de vários métodos de determinação do tamanho da parcela, estabelecendo uma relação entre a sua variância e o tamanho da parcela.

Para se determinar o tamanho ótimo de parcela deve se levar em consideração a natureza do material experimental, o delineamento adotado, o número de repetições e a disponibilidade de recursos (VALLEJO e MENDONZA, 1992). Hatheway e Williams (1958) afirmaram que o tamanho ideal da parcela depende da relação entre os custos fixos e os custos variáveis para a implantação do experimento, assim como das condições experimentais. Portanto, para ser considerado ideal, o tamanho ótimo da parcela deve apresentar um equilíbrio entre custo e precisão.

Entre os fatores que mais influenciam a estimativa da variável produção destacam-se: o tamanho e a forma da parcela, a heterogeneidade do solo e o coeficiente de variação (MUNOZ, 1992). Desse modo, o tamanho ótimo de parcela assume grande importância, pois parcelas pequenas aumentam o número de repetições, enquanto que parcelas grandes apresentam menor variância e são estatisticamente mais desejáveis (DURNER, 1989). Zhang et al. (1994) consideram que a variabilidade decresce com o aumento do tamanho da parcela; entretanto, segundo os autores, a taxa de decréscimo da variabilidade diminui com o aumento do tamanho da parcela, ocorrendo, paralelamente, grande aumento nos custos. Existem, na literatura, diferentes metodologias de determinação do tamanho das parcelas experimentais, sendo o método da

máxima curvatura modificada (LESSMAN e ATKINS, 1963), um dos mais utilizado. Esse método consiste em representar graficamente os coeficientes de variação de cada parcela com seus respectivos tamanhos de parcela. Dos métodos aplicáveis à uniformidade, aquele da curvatura máxima da função do coeficiente de variação experimental (CV) tem se mostrado como o mais consistente (STORCK e UITDEWILLIGEN, 1980). Viana (1999) ressalta que o método modificado fornece resultados mais precisos, pois estabelece uma equação de regressão para explicar a relação entre os coeficientes de variação e os respectivos tamanhos de parcelas. Ainda, segundo Viana (1999), a existência de alguns métodos para estimar o tamanho da parcela experimental, é comum utilizar testes de uniformidade, a partir dos quais são calculados as variâncias e os coeficientes de variação das diferentes dimensões de parcelas.

Conseguir a redução do erro experimental, através da utilização do número de repetições e tamanho da parcela mais adequado para determinada cultura, não pode ser extrapolado a outras culturas devido às diferenças de comportamento em função do clima, variabilidade genética, fertilidade do solo, manejo experimental, tamanho e forma da parcela entre outros.

Objetiva-se com esse trabalho estimar o tamanho ótimo de parcelas, com base no ponto máximo de curvatura, para experimentos em casa de vegetação, com a cultura do pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi implantado um ensaio de uniformidade com pinhão manso, em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, no município de Cruz das Almas, Bahia. A cidade está situada a 12°49'19" de Latitude Sul e 39°06'22" de Longitude Oeste de Greenwich, tendo 220m de altitude. O experimento foi instalado aos 27 dias do mês de janeiro de 2009.

Utilizaram-se 156 mudas de pinhão manso, plantadas em sacos de polietileno com capacidade de 2 kg, tendo como substrato, uma mistura de duas partes de esterco bovino curtido, uma de areia lavada de rio e uma parte de argila (terra vermelha). Foram colocadas três sementes por saco, plantadas a uma profundidade de 2,5 vezes o diâmetro da semente e cobertas com o mesmo

substrato peneirado e regadas duas vezes ao dia até a germinação, ocorridas aos sete DAS, quando foi feito o desbaste, deixando-se uma planta por recipiente conforme indicado por Trindade e Oliveira (1999). As plantas foram dispostas em 13 fileiras com 12 plantas em cada, no espaçamento de 0,25m.

As avaliações ocorreram a intervalos regulares de 10 dias até (17, 27, 37, 47, 57, 67 dias) aos 67 DAS quando as mudas se encontravam em condições de serem levadas a campo.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas, conforme Dantas et al. (2000). A altura de plantas foi avaliada com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se a distância da inserção da folha mais nova ao colo da planta. O diâmetro foi obtido junto ao colo da planta, local de mudança da coloração do caule, com o auxílio de um paquímetro e o número de folhas contadas numericamente.

Foram simulados 31 tamanhos de parcelas no ensaio de uniformidade, em que cada planta foi considerada como uma unidade básica até 50 plantas por unidade básica. Desta forma os tamanhos variam de 1 a 50 plantas por parcela, com número de parcelas variando de 156 a 2, respectivamente, conforme pode ser verificado na Tabela 1. Para as parcelas simuladas de diferentes formas com o mesmo tamanho, calcularam-se as médias dos coeficientes de variação.

O tamanho ótimo de parcela foi calculado pelo método da máxima curvatura modificado, proposto por Lessman e Atikins (1963). Por esse método, a relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela com X unidades básicas é explicado pelo modelo $CV = aX^{-b}$, em que a e b são os parâmetros a serem estimados. A partir da função de curvatura dada por esse modelo, determinou-se o valor da abscissa onde ocorre o ponto de máxima curvatura, dada por: $X_o = \exp\{[1/(2b+2)] \log[(ab)^2(2b+1)/(b+2)]\}$, em que X_o é o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura, o qual corresponde à estimativa do tamanho ótimo da parcela experimental (MEIER e LESSMAN, 1971).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram simulados 31 tamanhos de parcelas. Os tamanhos variaram de 1 a 50 plantas por parcelas ou unidades básicas, com número de parcelas variando de 156 a 2 respectivamente. Para as parcelas simuladas de diferentes formas

com o mesmo tamanho, calcularam-se as médias dos coeficientes de variação (Tabela1).

Tabela 1. Tamanho da parcela, forma da parcela e número de parcelas totais para os ensaios de uniformidade de plantas de pinhão manso em casa de vegetação no município de Cruz das Almas, BA.

Simulações	Tamanho	Forma	Número de parcelas
1	1	1x1	156
2	2	2x1	72
3	2	1x2	78
4	3	3x1	48
5	3	1x3	52
6	3	2+1	36
7	3	1+2	36
8	4	2x2	36
9	5	2x2+1	24
0	6	2x3	24
11	6	3x2	24
12	7	2x3+1	18
13	7	3x2+1	16
14	8	2x4	18
15	8	4x2	18
16	10	2x5	12
17	10	5x2	12
18	12	3x4	12
19	12	4x3	12
20	15	3x5	8
21	15	5x3	8
22	16	4x4	9
23	18	3x6	8
24	18	6x3	8
25	20	4x5	6
26	20	5x4	6

Continuação Tabela 1.

27	25	5x5	4
28	30	5x6	4
29	30	6x5	4
30	50	5x10	2
31	50	10x5	2

Na tabela 2 são apresentados os coeficientes de determinação (R^2) da função da curvatura e do valor da abscissa no ponto de máxima curvatura, o qual corresponde à estimativa do tamanho ótimo de parcela experimental (X_0) para o ensaio de uniformidade para o pinhão manso. Os coeficientes de determinação variaram de 78,30% a 95,17%, indicando bom grau de precisão para o modelo adotado.

Tabela 2. Coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos tamanhos ótimos de parcela (X_0) para pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) ao longo do período de avaliação para as variáveis: altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF).

Avaliação (dias)	AP		DC		NF	
	R^2	X_0	R^2	X_0	R^2	X_0
17	88,36	3,76	78,30	9,34	84,94	6,15
27	92,23	3,27	89,82	2,63	83,24	5,76
37	93,30	2,71	84,84	2,29	82,08	2,05
47	94,12	2,66	95,17	2,07	88,17	3,01
57	92,96	2,10	83,04	1,76	84,10	5,98
67	92,06	6,07	89,34	2,01	84,50	2,94
Média	92,17	3,42	86,75	3,35	84,50	4,28

O método da máxima curvatura modificado apresenta a vantagem de estabelecer uma equação de regressão com altos valores de coeficientes de determinação como encontrado nesse trabalho, aumentando a confiabilidade das estimativas. Entretanto apresenta a desvantagem de não considerar os custos do experimento. Portanto, dentro de certos limites, desde que os custos não sejam tão elevados, podem ser menosprezados, com intuito de se aumentar a precisão de um experimento.

Para a variável altura de planta, os tamanhos ótimos de parcela variaram de 2,10 a 6,07 plantas, para avaliações aos 61 e 71 DAS, respectivamente. Para o diâmetro de caule, o menor tamanho de parcela observado foi de 1,76 plantas aos 61 DAS e o maior tamanho de parcela foi de 9,34 plantas aos 21 DAS. A menor parcela observada para a variável número de folhas foi 2,05 plantas aos 41 DAS e o maior foi de 6,15 plantas aos 21 DAS.

Como o maior tamanho de parcela foi de 9,34 plantas para a variável diâmetro do caule aos 21 DAS, recomenda-se parcelas composta por no mínimo dez plantas para experimentos em casa de vegetação com pinhão manso.

CONCLUSÃO

Para experimentos em casa de vegetação com pinhão manso, o tamanho ótimo de parcela deve ser de dez plantas, considerando os materiais e variáveis avaliadas no presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANTAS, J. L. L.; PINTO, R. M. de S.; LIMA, J. F. de; FERREIRA, F. R. **Catálogo de germoplasma de mamão (*Carica papaya* L.)**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 40 p.

DURNER, E. F. OPS: computer program for estimating optimum plot size for field research. **Hortscience**, Amsterdam, v. 24, n. 6, p.1040, 1989.

GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2.ed. New York : John Wiley, 1984. 680p.

HATHEWAY, W. H.; WILLIAMS, E. J. Efficient estimation of the relationship between plot size and the variability of crop yields. **Biometrics**, Madison, v. 14, p. 207-222, 1958.

LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield test. **Crop Science**, Madison, v. 3, p. 477-481, 1963.

MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of plotium field plot shape and size for testing yield in *Crambeabyssinica* Hochst. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 648-650, 1971.

MUNOZ, M. C. Trials with perennial tropical crops in commercial field in 1971-1989. **Revista de la Facultad de Agronomia da Universidad Central de Venezuela**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 133-158, 1992.

RAMALHO, M. A. P. FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: EDUFLA, 2000, 326p.

SMITH, H. F. An empir ical law descr ibing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 28, p. 1-23, 1938.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3.ed. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666p.

STORCK, L.; UITDEWILLIGEN, W. P. M. Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sulriograndense**, v.12, n.2, p.269-282, 1980.

TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, J. R. P. Propagação e Plantio. In: SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. (Coords.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 17-26.

VALLEJO, R. L.; MENDONZA, H. A. Pot technique studies on sweetpotato yielded trials. **Journal of the Americal Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 3, p. 508- 511, 1992.

VIANA, A. E. S. **Estimativas do tamanho de parcela e característica do material de plantio em experimentos com *Manihot esculenta* Crantz**. 1999. 132 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

WOOD, T. B.; STRATTON, F. J. M. The interpretation of experimental results. **Journal of Agricultural Science**, Camberra, v. 3, p. 417-440, 1910.

ZHANG, R.; WARRICK, A. W.; MYERS, D. E. Heterogeneity, plot shape effe optimum plot size. **Geoderma**, [S.l.], v. 62, p. 183-197, 1994.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como provável origem na América do Sul, o pinhão manso é encontrado em cultivos dispersos e finalidades diversas por todas as regiões geográficas brasileiras. A cadeia agroindustrial do pinhão manso ganhou grande relevância a partir de sua inclusão, como fonte de matéria prima continuada para a produção de bicompostíveis, no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, despertando o interesse de grandes conglomerados industriais, gerando empregos diretos e indiretos e de pequenos produtores rurais, que vislumbram na cultura mais uma fonte de renda continuada em regiões inóspitas, propiciando melhorias na qualidade de vida dessas comunidades e contribuindo para minimizar o êxodo rural com a fixação de famílias no campo.

A demanda por novas tecnologias, variedades e aumento da produtividade forçam a necessidade de pesquisas com a cultura do pinhão manso, que sirvam de suporte à expansão da cultura. A não definição de um tamanho ótimo de parcela para experimentos em casa de vegetação tem contribuído para a condução de experimentos com baixa precisão.

Embora os resultados iniciais de pesquisas com pinhão manso, sejam animadores, muitos estudos ainda precisam ser feitos para se iniciar o seu cultivo em escala comercial, uma vez que, informações sobre a viabilidade de sementes, crescimento, manejo da cultura e produtividade são poucas ou escassas para fazer frente aos desafios de domesticação dessa *Euphorbiaceae*, e atender às demandas de empresas e produtores rurais, que estão buscando novas tecnologias que possam ser prontamente utilizadas nos sistemas produtivos.

O uso de biorreguladores na agricultura tem mostrado grande potencial e resultados significativos no aumento da porcentagem de germinação de sementes, na melhoria do vigor de plântulas e plantas, no crescimento inicial e na produtividade de diversas culturas.

Buscando incorporar aos sistemas de cultivos, tecnologias que propicie melhorias na qualidade e uniformidade de mudas de pinhão manso, fez-se aplicação, via pré-embebição de sementes do biorregulador vegetal Stimulate[®], com o propósito de melhorar a eficiência germinativa, acelerar a emergência e o crescimento inicial das plantas e assim, reduzir custos operacionais.

Os resultados encontrados vão servir de suporte para novos estudos, que deverão ser realizados, utilizando-se variações metodológicas, comparando diferentes concentrações e vias de aplicação em diferentes ambientes, de modo que se possam comparar os resultados e atestar a eficiência e eficácia do uso de biorreguladores vegetais, na obtenção de maiores produtividades.

ANEXO

ANEXO A

MST (g)			AFO(dm ² pl ⁻¹)	
TRAT	Equação (ŷ)	R ²	Equação (ŷ)	R ²
T1	$0,0400x^2 + 1,6835x - 0,9743$	0,95	$-0,5724x^2 + 16,909x - 11,078$	0,93
T2	$0,3541x^2 - 0,4327x + 0,9585$	0,98	$0,8515x^2 + 5,295x - 0,7765$	0,94
T3	$0,317x^2 + 0,0218x + 0,4446$	0,97	$0,0149x^2 + 13,159 - 9,3652$	0,95
T4	$0,2584x^2 + 0,3954x - 0,0331$	0,94	$0,0535x^2 + 11,985x - 8,5356$	0,95
T5	$0,0594x^2 + 1,6208x - 1,1082$	0,95	$0,3649x^2 + 14,851x - 10,078$	0,94
T6	$0,0743x^2 + 1,584x + 1,1724$	0,90	$0,5064x^2 + 15,909x - 11,761$	0,90

TCA			TCR	
TRAT	Equação (ŷ)	R ²	Equação (ŷ)	R ²
T1	$0,2035x - 0,1664$	0,93	$-0,0070x^2 + 0,0270x + 0,0482$	0,65
T2	$0,2111x - 0,2648$	0,94	$-0,0089x^2 + 0,0492x + 0,0047$	0,83
T3	$0,2304x - 0,2809$	0,94	$-0,0119x^2 + 0,0638x + 0,0028$	0,90
T4	$0,2164x - 0,2506$	0,92	$-0,0102x^2 + 0,0483x + 0,0286$	0,74
T5	$0,2100x - 0,1957$	0,95	$-0,0084x^2 + 0,0319x + 0,0546$	0,93
T6	$0,2169x - 0,2170$	0,91	$-0,0101x^2 + 0,0451x + 0,0282$	0,74

TAL			RAF	
TRAT	Equação (ŷ)	R ²	Equação (ŷ)	R ²
T1	$-0,0016x^2 + 0,0069x + 0,0046$	0,86	$0,2697x^2 - 2,1722x + 10,218$	0,91
T2	$-0,0013x^2 + 0,0075x + 0,0001$	0,95	$0,3626x^2 - 3,1111x + 11,455$	0,95
T3	$-0,0016x^2 + 0,0088x - 0,0001$	0,95	$0,2441x^2 - 2,2794x + 10,943$	0,88
T4	$-0,0016x^2 + 0,0081x + 0,0024$	0,77	$0,2065x^2 - 1,9563x + 10,282$	0,92
T5	$-0,0015x^2 + 0,0062x + 0,0059$	0,98	$0,2056x^2 - 1,8729x + 10,141$	0,66
T6	$-0,0019x^2 + 0,0089x + 0,0016$	0,83	$0,3507x^2 - 3,0381x + 11,860$	0,90