

APLICAÇÃO DE BENZILADENINA EM PLANTAS DE PINHÃO MANSO

Fábio Santos Matos¹, Ricardo Pires Ribeiro¹, Larissa Pacheco Borges¹,
Tárik Galvão Neves¹, Clair Kássio Lamberty Cruvinel¹, Ricardo Galvão de Freitas²

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação exógena de benziladenina sobre o percentual de flores femininas e hermafroditas, bem como a produtividade de sementes em plantas de Pinhão Manso. O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Ipameri, Ipameri, Goiás. A região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho-amarelo. Após a análise do solo, foi realizada a adubação e a correção do pH de acordo com recomendações técnicas para a cultura. O experimento foi montado utilizando plantas com 10 meses de idade seguindo o delineamento em blocos casualizados com três tratamentos (0; 100 e 200 mg L⁻¹ de benziladenina distribuídos em três aplicações em dias alternados, sendo a primeira aplicação dois dias após a emissão da inflorescência) e seis repetições. A parcela experimental correspondeu a duas plantas úteis. As plantas tratadas apresentaram significativos aumentos no número de inflorescências, número de frutos e produtividade. Nas condições edafoclimáticas em que foi conduzido este experimento, pode-se concluir que a aplicação de benziladenina aumenta a produtividade de plantas de Pinhão Manso. A aplicação de benziladenina é prática inovadora que poderá no futuro próximo ser inserida no manejo rotineiro da cultura.

PALAVRAS CHAVE: *Jatropha curcas*; regulador de crescimento; produtividade.

BENZYLADENINE APPLICATION IN PLANTS *Jatropha curcas* L.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of exogenous application of benzyladenine on the percentage of female and hermaphrodite flowers and the seed yield of

¹Laboratório de Produção Vegetal, Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, Goiás.

²Laboratório de Agroenergia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Email: ricardogalvaoagro@yahoo.com.br

Jatropha curcas plants. The work was conducted in the experimental field of the State University of Goiás, Unit Ipameri, Ipameri, Goiás. The region has a tropical climate with dry and wet summer (Aw) winter, according to the Köppen classification. The experimental area is classified as Oxisol. After soil testing, fertilization and pH correction according to technical recommendations for culture was performed. The experiment was conducted using plants with 10 months of age following the randomized complete block design with three treatments (0, 100 and 200 mg L⁻¹ benzyladenine distributed in three applications on alternate days, with the first application two days after the issuance of inflorescence) and six replications. The experimental plot corresponded to two plants. The treated plants showed significant increases in the number of inflorescences, number of fruits and yield. At conditions in which this experiment was conducted, it can be concluded that the application of benzyladenine increases the productivity of *Jatropha curcas* plants. The application of benzyladenine is innovative practice in the near future which may be inserted in the routine management of the crop.

KEY WORDS: *Jatropha curcas*; growth regulator; productivity.

INTRODUÇÃO

O incremento dos níveis dos gases de efeito estufa na atmosfera terrestre tem intensificado a busca por combustíveis renováveis, tipo biodiesel, visando reduzir o consumo de combustíveis fósseis (MATOS et al., 2009).

O Brasil apresenta um grande potencial para produção de biocombustíveis em grande parte de sua extensão territorial, em função de suas características edafoclimáticas, biodiversidade (várias espécies potenciais para produção de biocombustíveis adaptadas a diferentes climas e biomas), disponibilidade de área e mão-de-obra, bem como comprovada competência

técnica no campo da ciência agrícola (DIAS et al., 2008).

As principais matérias-primas utilizadas para produção do biodiesel no Brasil são: soja, sebo bovino e algodão, com contribuições de 71,13 %, 18,66 % e 4,69 %, respectivamente, sendo os outros materiais responsáveis por apenas 4,08 % da produção (ANP, 2012). Existe a necessidade, portanto, de diversificar a produção de matéria prima para biodiesel por meio da introdução de espécies promissoras como, por exemplo, o Pinhão Manso.

Esta espécie é originária da América Central, considerada como uma planta rústica e encontrada nas mais diversas

condições edafoclimáticas (DIAS et al., 2007). O pinhão manso é uma planta de grande valor econômico, sobretudo por suas sementes constituírem matéria-prima para a produção de óleo e obtenção do biodiesel. O óleo é purgativo, usado como anticéptico e tratamento de doença de pele, o látex pode cicatrizar ferimento e tem ação antimicrobiana (ABDRABBO et al., 2009). A alta qualidade do óleo tem contribuído para o aumento da exploração comercial desta cultura, haja vista o crescente interesse por parte de produtores no seu cultivo.

O pinhão manso é uma espécie perene monóica com poucas flores femininas, causa da baixa produção de frutos. As flores femininas localizam no centro da inflorescência rodeadas por flores masculinas e hermafroditas. As inflorescências possuem cerca de 100-300 flores com rendimento de 10 frutos (RAO et al., 2008). A produção e produtividade de sementes de pinhão manso são baixas e insuficientes para atender a demanda de biodiesel (SANDERSON et al., 2009; DIVAKARA et al., 2010). Esta baixa produtividade ocorre em função da baixa razão entre flores femininas e masculinas, em torno de uma flor masculina para 29 flores femininas (TEWARI et al., 2007). O aumento de flores femininas e/ou

hermafroditas parece ser fundamental para melhorar a produtividade.

Pesquisas recentes apontam para aplicação de reguladores de crescimento visando aumentar a produtividade de diversas espécies (BARBOSA et al., 2006; DOORN et al., 2011; GREENE et al., 2011; LUKASZEWSKA et al., 1994; PURGATTO, 2008; ZACARIAS et al., 1990). Em Pinhão manso a benziladenina exógena incrementa a atividade do meristema de inflorescência e promove a iniciação floral (KIBA et al., 2010). A inconstância nas respostas de diferentes espécies ao mesmo regulador de crescimento é comum. O regulador pode acelerar determinado processo em uma espécie e retardar ou não influenciar o mesmo processo em outra.

Segundo BEHERA et al. (2010) a cultura do pinhão manso será rentável economicamente se atingir produção mínima de 2 Kg de sementes por planta ao ano e 30% de óleo nas sementes. A baixa produtividade de plantas de pinhão manso em campo tem sido relatada por inúmeros autores (BEHERA et al., 2010; MATOS et al., 2012 e PAN et al., 2012), dessa forma, faz-se necessária a geração de informações provenientes de pesquisas que avaliem práticas inovadoras de manejo, como o uso de biorreguladores. Em plantas de Pinhão Manso a benziladenina parece estar

diretamente relacionada com a feminização de flores.

A utilização de benziladenina e outros hormônios vegetais visando aumentar a proporção de flores femininas, hermafroditas e produção de sementes por fruto de Pinhão Manso, tem sido uma constante em diversas pesquisas científicas (ABDELGADIR et al., 2009; XIONG et al., 2009; GHOSH et al., 2010; PAN et al., 2011).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação exógena de benziladenina sobre o percentual de flores femininas e hermafroditas, bem como a produtividade de sementes em plantas de Pinhão Manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Ipameri, Ipameri, Goiás. As coordenadas geográficas de referência, são: Latitude Sul 17° 43' 19'' e Longitude Oeste 48° 09' 35'', com Altitude de 773 m). Esta região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw), de acordo com a classificação de Köppen. Há duas estações bem definidas: a chuvosa, que vai de outubro a abril, e a seca, que vai de maio a setembro. O solo da área experimental é classificado

como Latossolo vermelho-amarelo. Após a análise do solo, foi realizada a adubação e a correção do pH de acordo com recomendações técnicas (DIAS et al., 2007).

Inicialmente foi preparada uma solução estoque dissolvendo 2 g de benziladenina em 8 ml de solução 1 N de NaOH, em seguida o volume foi completado para 50 ml com água destilada. A partir da diluição da solução obtida, foram utilizados os seguintes tratamentos em plantas de Pinhão Manso com 10 meses de idade: 0 ; 100 e 200 mg L⁻¹ de benziladenina distribuídos em três aplicações de 5 ml por inflorescência utilizando-se uma válvula dosadora acoplada a um pulverizador costal. As aplicações ocorreram em dias alternados, sendo a primeira aplicação realizada dois dias após a emissão da inflorescência. O experimento foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados com três tratamentos e seis repetições. A parcela experimental correspondeu a duas plantas úteis.

Foram analisadas as seguintes variáveis: Número de inflorescência por planta, número de flores femininas, número de flores masculinas, número de flores hermafroditas, número de frutos por cacho, número de frutos por planta,

produtividade e percentual de óleo na semente.

As flores masculinas, femininas e hermafroditas foram contadas por pessoal previamente treinado com potencial para diferenciá-las. Os frutos foram contados e o percentual de óleo da semente foi determinado pelo método da Ressonância Magnética Nuclear (Oxford Instruments).

As diferenças entre as médias dos tratamentos foram analisadas pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. Foi feita análise de regressão para os

parâmetros com diferença estatística entre tratamentos utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância e o teste de médias para todas as variáveis analisadas encontram-se na Tabela 1. O número de flores masculinas, femininas e o teor de óleo nas sementes não apresentaram diferenças significativa entre os tratamentos.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância do número de inflorescência por planta, número de flores masculinas, femininas e hermafroditas por planta, número de frutos por inflorescência, peso de frutos por inflorescência, produção de frutos por planta e teor de óleo na semente de plantas de Pinhão Manso tratadas com diferentes concentrações de benziladenina.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios							
		Nº de Inflor.	Nº flores Masc.	Nº flores Femin.	Nº flores Herm.	Nº frutos	Frutos/inflor. (g)	Prod./planta	Óleo (%)
Doses	2	290,1	14,77	3,11*	121,3*	14,33*	22,36*	82307	7,03
Resíduo	10	86,3	88,66	1,55	29,22	4,55	20,15	61860	5,52
CV (%)		23,3	30,5	31,3	26,7	25,6	35,2	35,1	7,1

O número de inflorescências e flores hermafroditas por planta apresentaram variações significativas (Figura 01). O número de inflorescência por planta foi, em média, 56% superior nas plantas submetidas a

200 mg L⁻¹ em relação a média das doses 0 e 100 mg L⁻¹. O número de flores hermafroditas foi, em média, 93% inferior nas plantas tratadas com 0 mg L⁻¹ em relação as plantas submetidas a 200 mg L⁻¹.

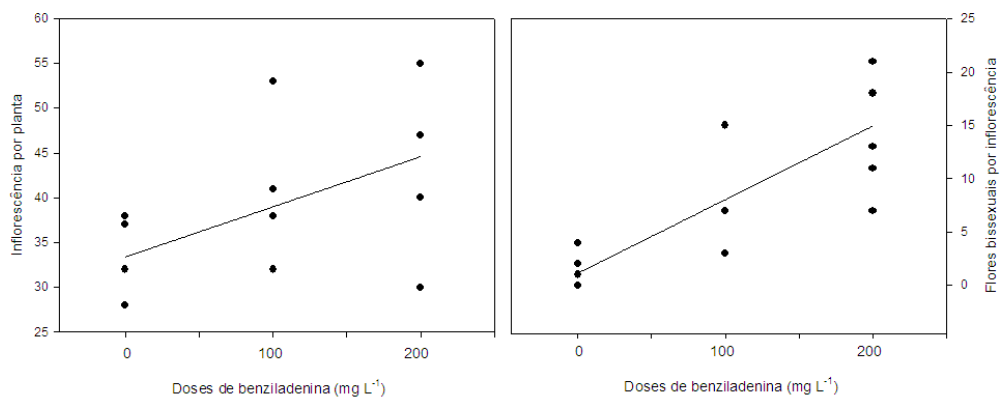


Figura 1 - Equações de regressão para número de inflorescências por planta ($Y= 33,40 + 0,056X$, $R^2= 0,97^*$) e número de flores bissexuais por planta ($Y= 1,14 + 0,07X$, $R^2= 0,84^{**}$) de pinhão tratadas com diferentes concentrações de benziladenina. Legenda: * = regressão significativa ($0,01 < p \leq 0,05$); ** = regressão significativa ($p \leq 0,01$).

O número de frutos, peso de sementes e produção por planta apresentaram significativa diferença (Figura 02). O número de frutos e peso de sementes por inflorescência foi, em média, 41 e 91% respectivamente inferiores nas plantas

submetidas a 0 mg L^{-1} em relação as plantas tratadas com 200 mg L^{-1} . A produção de sementes por planta foi, aproximadamente, 50% superior nas plantas tratadas com 200 mg L^{-1} em relação as plantas tratadas com 0 mg L^{-1} .

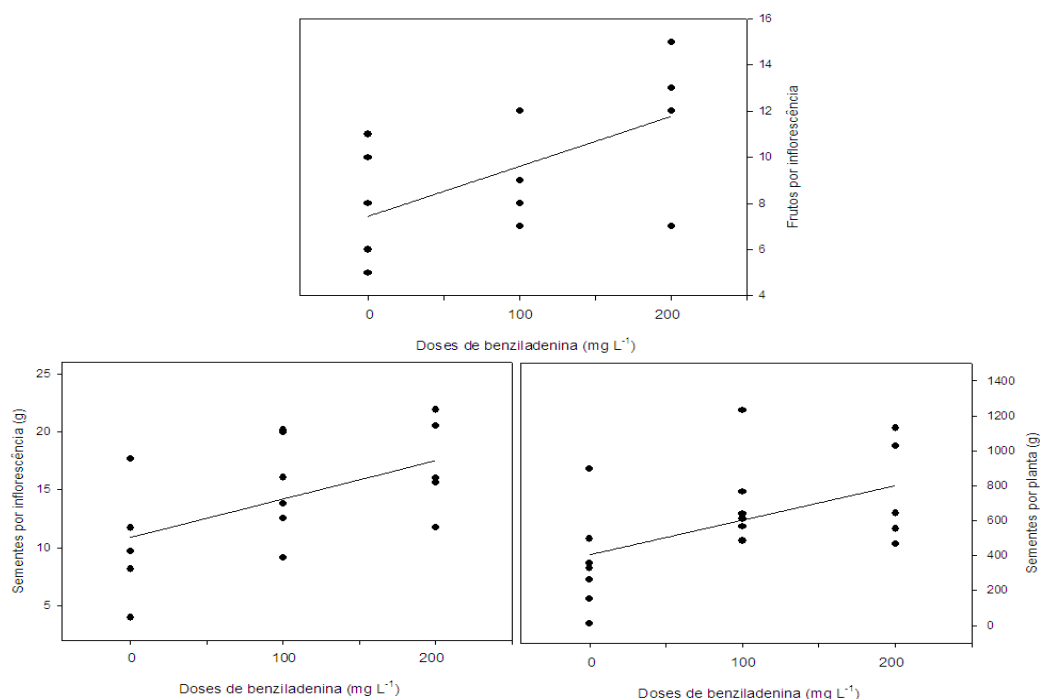


Figura 2 - Equações de regressão para número de frutos por inflorescência ($Y= 7,44 + 0,022x$, $R^2= 0,95^*$), peso de sementes por inflorescência ($Y= 10,89 + 0,033x$, $R^2= 0,93^*$) e peso de sementes por planta ($Y=$

405,33 + 1,98x, $R^2 = 0,84^*$) de pinhão tratadas com diferentes concentrações de benziladenina. Legenda: * = regressão significativa ($0,01 < p \leq 0,05$).

As plantas de pinhão manso comportaram-se de forma diferente diante da variação da concentração de benziladenina. As plantas tratadas apresentaram significativas alterações no crescimento reprodutivo e caracteres de produção. Os aumentos do número de inflorescências por planta, número frutos por inflorescência e produção apontam para a eficácia da benziladenina no aumento da produtividade de plantas de pinhão manso.

A diferenciação sexual de flores, bem como o número de inflorescências e frutos são dependentes da disponibilidade de nutrientes, fotoassimilados e concentração endógena de determinados hormônios (NONOKAWA et al., 2007; PAN et al., 2011; YASHIMA et al., 2005). A aplicação de benziladenina aumenta o percentual de sacarose importada para os frutos (CROSBY et al., 1981), este regulador é conhecido por atrair nutrientes ao local de aplicação (MOTHES et al., 1961). A benziladenina possivelmente aumentou a força dreno das inflorescências e frutos e intensificou a habilidade das inflorescências e posteriormente dos frutos competirem e mobilizar nutrientes.

Algumas pesquisas relatam a importância das citocininas na expansão foliar, transporte de assimilados, síntese de pigmentos e proteínas fotossintéticas, incremento no tamanho e atividade dos

meristemas e enchimento de grãos (LIU et al., 2008; NONOKAWA et al., 2012; NONOKAWA et al., 2007; PAN et al., 2011; PASSOS et al., 2008).

O aumento da força dreno possibilitou maior disponibilidade de fotoassimilados para formação de maior número de inflorescências, menor abortamento de flores e frutos e conseqüentemente, maior produção de frutos por planta de pinhão manso. Em adição, a aplicação do regulador, possivelmente incrementou o tamanho e atividade dos meristemas e alterou a expressão sexual da espécie, resultando em maior número de flores hermafroditas por inflorescência em relação as plantas não tratadas com regulador. Os resultados corroboram com os encontrados por Pan et al. (2011); Wakushima et al. (1996) e Albrecht et al. (2011) que identificaram maior percentual de flores hermafroditas em plantas de pinhão manso e outras espécies, além de maior produção de frutos em plantas tratadas com benziladenina.

A ausência de significância na variável teor de óleo na semente de plantas de pinhão manso tratadas com benziladenina indica que o aumento da força dreno e atividade dos meristemas alteram o número de frutos sem prejudicar a produção de óleo na semente.

O incremento da produtividade de plantas de pinhão manso tratadas com benziladenina aponta para utilização dessa

prática inovadora no manejo rotineiro da cultura no futuro próximo, no entanto, pesquisas posteriores no sentido de estabelecer a concentração adequada e o desempenho produtivo com aplicações sucessivas ao longo dos anos são necessárias.

CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas em que foi conduzido este experimento, pode-se concluir que a aplicação de benziladenina aumenta a produtividade de plantas de Pinhão Manso.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Goiás pelo fornecimento de Infra-estrutura e a Universidade Federal de Viçosa-MG pela disponibilização do laboratório de agroenergia.

REFERÊNCIAS

- ABDELGADIR, H. A.; JOHNSON, S. D.; STADEN, J. VAN. Effect of foliar application of plant growth regulators on flowering and fruit set in *Pinhão manso* – A potential oil seed crop for biodiesel. **Plant Growth Regulation**, v.58, n.3, 287-295, 2009.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.
- ANP (2012) Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/id=472>> Acesso em: 20 de março de 2012.
- BARBOSA, J. G.; TAVARES, A. R. R.; GROSSI, J. A. S.; FINGER, F. L. Prolongamento da vida de prateleira de minicrisântemos de vaso pela aplicação de benziladenina. **Bioscience Journal**, v.22, n.1, p.77-82, 2006.
- BEHERA, S. K.; SRIVASTAVA, P.; TRIPATHI, R.; SINGH, J. P.; SINGH, N. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass – A case study. **Biomass & Bioenergy**, v.34, n.1, 2010.
- CROSBY, K. E.; AUNG, L. H.; GLENN, R.; Buss. Influence of 6-Benzylaminopurine on Fruit-Set and Seed Development in Two Soybean, *Glycine max* (L.) Merr. Genotypes. **Plant Physiology**, v.68, p.985-988, 1981.
- DIAS, L. A. S.; MULLER, M.; FREIRE, E. **Potencial do uso de oleaginosas arbóreas**

- em sistemas silvipastoris.** In: Fernandes, E. M.; Paciullo, D. S. C.; Castro, C. R. T., Muller, M. D.; Arcuri, P. B.; Carneiro, J. C. (Org.) *Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades.* Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 283-314, 2008.
- DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. **Cultivo de pinhão-manso (*Pinhão manso* L.) para produção de óleo combustível.** Viçosa, 2007, v.1, 40p.
- DIVAKARA, B. N.; UPADHYAYA, H. D.; WANI, S. P.; GOWDA, C. L. L. Biology and genetic improvement of *Pinhão manso* L. A review. **Applied Energy**, v.87, p.732-742, 2010.
- DOORN, W. G. V.; PERIK, R. R. J.; ABADIE, P.; HARKEMA, H. A. treatment to improve the vase life of cut tulips: Effects on tepal senescence, tepal abscission, leaf yellowing and stem elongation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 61, p. 56-63, 2011.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p. 36-41, 2008.
- GREENE, D. W.; SCHUPP, J. R.; WINZELER, H. E. Effect of Abscisic Acid and Benzyladenine on Fruit Set and Fruit Quality of Apples. **Hortscience**, v.46, n.4, p.604-609, 2011.
- GHOSH, A.; CHIKARA, J.; CHAUDHARY, D.; PRAKASH, A.; BORICHA, G.; ZALA, A. Paclobutrazol arrests vegetative growth and unveils unexpressed yield potential of *Pinhão manso* L. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.29, p.307-315, 2010.
- KIBA, T.; SAKAKIBARA, H. Role of cytokinin in the regulation of plant development. In: Pua, E.C, Davey, M. R (eds) *Plant developmental biology-biotechnological perspectives.* Springer, New York, p. 237-254, 2010.
- LIU, H.; DENG, Y.; LIAO, J. Floral organogenesis of three species of *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Journal of Systematics and Evolution**, v.46, p.53-61, 2008.
- LUKASZEWSKA, A. J.; BIANCO, J.; BARTHE, M. T. L. Endogenous cytokinins in rose petals and the effect of exogenously applied cytokinins on flower senescence. **Journal Plant Growth Regulation**, v.14, p.119-126, 1994.

- MATOS, F. S.; MOREIRA, C. V.; MISSIO, R. F.; DIAS, L. A. S. Caracterização fisiológica de mudas de *Pinhão manso* L. produzidas em diferentes níveis de irradiância. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 3, n.1, p. 126-134, 2009.
- MATOS, F. S.; OLIVERIA, L. R.; FREITAS, R. G.; EVARISTO, A. B.; MISSIO, R. F.; CANO, M. A. O. Physiological characterization of leaf senescence of *Jatropha curcas* L. populations. **Biomass and Bioenergy**, v. 45, p. 57-64, 2012.
- MOTHES, K.; ENGLEBRECHT, L.; Kinetin-induced directed transport of substances in excised leaves in the dark. **Phytochemistry**, v. 1, p. 58-62, 1961.
- NONOKAWA, K.; KOKUBUN, M.; NAKAJIMA, T.; NAKAMURA, T.; YOSHIDA, R. Roles of auxin and cytokinin in soybean pod setting. **Plant Production Science**, v.10, p.199-206, 2007.
- NONOKAWA, K.; NAKAJIMA, T.; NAKAMURA, T.; KOKUBUN, M. Effect of Synthetic Cytokinin Application on Pod Setting of Individual Florets within Raceme in Soybean. **Plant Production Science**, v.15, n.2, p.79-81 2012.
- PAN, Z. B.; XU, Z. F. Benzyladenine Treatment Significantly Increases the Seed Yield of the Biofuel Plant *Pinhão manso*. **Journal Plant Growth Regulation**, v.30, p.166-174, 2011.
- PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A.; SAVELLI, R. M.; Cinetina e nitrato de potássio em características agrônômicas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n.7, p. 925-928, 2008.
- PURGATTO, E.; COLLI, S. ETILENO. In Kerbauy, G, B. ed, **Fisiologia Vegetal**. Rio de janeiro, Guanabara Koogan, v. 2, p. 271-293, 2008.
- RAO, G.R.; KORWAR, G.R.; SHANKER, A.K.; RAMAKRISHNA, Y.S. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* L. accessions. **Trees**, v. 22, p. 697-709, 2008.
- SANDERSON, K. Wonder weed plans fail to flourish. **Nature**, v.461, p.328-329, 2009.
- TEWARI, J.P.; DWIVEDI, H.D.; PATHAK, M.; SRIVASTAVA, S.K. Incidence of a mosaic disease in *Jatropha curcas* L. from eastern Uttar Pradesh. **Current Science**, v. 93, p. 1048-1049, 2007.

TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; BOWE, C.; AERTS, R.; ORSHOVEN, J. V.; NORRGROVE, L.; MUYS, B. Global mapping of *Pinhão manso* yield based on response of fitness to present and future climate. **Global Change Biology Bioenergy**, v.2, p. 139-151, 2010.

WAKUSHIMA, S.; YOSHIOKA, H.; SAKURAI, N. Lateral female production in a Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. Et Zucc.) clone by exogenous cytokinin application. **Journal of Forest Research**, v.1, p. 143-148, 1996.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different

resolution. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, p. 307-313, 1994.

XIONG, G.; LI, J.; WANG, Y. Advances in the regulation and crosstalks of phytohormones. **Chinese Science Bull**, v. 54, p. 2718-2733, 2009.

YASHIMA, Y.; KAIHATSU, A.; NAKAJIMA, T.; KOKUBUN, M. Effects of source/sink ratio and cytokinin application on pod set in soybean. **Plant Production Science**, v. 8, p. 139-144, 2005.

ZACARIAS, L.; REID, M. S. Role of growth-regulators in the senescence of *arabidopsis-thaliana* leaves. **Physiologia Plantarum**, v. 80, n.4, p. 549-554, 1990.