

# RENDIMENTO DE ÓLEO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO EM PLANTAS IRRIGADAS E ADUBADAS

## YIELD OIL OF *JATROPHA CURCAS* SEEDS OF TREES IRRIGATED AND FERTILIZED

Adão Wagner Pêgo EVANGELISTA<sup>1</sup>; Joseanny Cardoso da SILVA<sup>2</sup>

1. Professor, Doutor, Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, GO, Brasil, awpego@bol.com.br. 2. Doutoranda em Proteção Vegetal, bolsista Capes, UFG, Goiânia, GO, Brasil.

**RESUMO:** O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da irrigação e aplicação do fertilizante Organomineral-Marinho + Biotech<sup>®</sup> (OMM-Tech) sobre o rendimento de óleo de sementes de pinhão manso em Lavras-MG. Utilizou-se delineamento estatístico em blocos casualizados, com parcelas subdivididas contendo três repetições. As parcelas receberam os tratamentos de manejo de água (com e sem irrigação) e as subparcelas foram constituídas por três formas de aplicação do fertilizante OMM-Tech: T1 = Testemunha (S/ OMM-Tech); T2 = via solo (120 kg ha<sup>-1</sup> de OMM-Tech na forma pó); T3 = via foliar (OMM-Tech na forma líquida e na concentração de 5%); T4 = via solo + foliar (60 kg ha<sup>-1</sup> de OMM-Tech na forma pó + OMM-Tech na forma líquida na c de 2,5%). O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, com emissores espaçados a cada 0,50 m. Para avaliar a resposta da cultura utilizaram-se dados referentes ao segundo ano de produção. O tratamento de irrigação produziu efeitos significativos sobre a produtividade de óleo de sementes de pinhão manso, enquanto as diferentes formas de aplicação de OMM-Tech não influenciaram os resultados. O rendimento de óleo de sementes das plantas irrigadas e de sequeiro foram, respectivamente, 34 e 27%.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Jatropha curcas* L., Irrigação. Produtividade. Pinhão manso.

### INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental relacionada às mudanças climáticas globais e a busca por alternativas que reduzam as emissões de gases causadores do efeito estufa intensificaram as ações internacionais voltadas ao desenvolvimento de programas de substituição dos combustíveis fósseis por combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis, como o biodiesel. No Brasil, o Plano Nacional de Agroenergia, lançado em 2006, e a consolidação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) estabeleceram um marco para as ações públicas e privadas de geração de conhecimento e tecnologias que contribuam para a produção sustentável da agricultura de energia no país.

O pinhão manso, com grande potencial produtivo de óleo para fins combustíveis (FRANCIS et al., 2005), é uma cultura rústica e adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas (SUJATHA et al., 2008). No entanto, resultados de pesquisa (LAVIOLA; DIAS, 2008; OLIVEIRA et al., 2008; EVANGELISTA et al., 2011) têm revelado que para se obter alto rendimento de sementes e óleo, a planta necessita de água e exige solos férteis e com boas condições físicas. Logo, a irrigação, correção da acidez e da fertilidade do solo são pontos decisivos para se obter sucesso e lucratividade com essa cultura.

O OMM-Tech é resultante da mistura do fertilizante organomineral marinho com o BioTech<sup>®</sup>. O fertilizante organomineral marinho é uma alga marinha calcificada, sendo considerado um fertilizante natural, simples, melhorador e condicionador de solos e culturas. Esse fertilizante é obtido sem a adição de qualquer produto químico e, através de processo industrial de secagem e moagem a frio, conserva intactas suas propriedades químicas (MELO; FURTINI NETO, 2003). O BioTech<sup>®</sup> é um bioativador da microbiota do solo, constituído por ácidos orgânicos e complexos enzimáticos, obtidos pela fermentação de tecidos vegetais e biodegradáveis. É considerado fonte de energia para os microrganismos do solo, através da degradação das cadeias orgânicas, sem causar alterações relevantes e irreversíveis no solo e ambiente rizosférico (ANDRADE et al., 2003).

Além da adubação adequada, o fornecimento de água para a cultura, de forma eficiente, interfere diretamente no processo de produção agrícola. São cada vez mais frequentes os problemas climáticos que atingem severamente as culturas não irrigadas, como a estiagem, mesmo em regiões climaticamente aptas para a maioria das culturas, como o sul do Estado de Minas Gerais, que apresenta períodos de veranico. Neste caso, a irrigação é uma técnica que, pode incrementar a produtividade da maioria das culturas. Sob condições de irrigação, pode-se produzir mais de 2.500 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de pinhão manso, com a

produção estabilizando-se entre quatro a cinco anos (SATURNINO et al., 2005). Em área experimental de pinhão manso conduzido sob irrigação por sulcos de infiltração, em Janaúba-MG, as plantas, aos 18 meses de idade, haviam produzido 2.500 kg de sementes por hectare, com rendimento de 38% de óleo (DRUMMOND et al., 1984).

Juhász et al. (2010), trabalhando com 50 acessos de pinhão manso no Norte do estado de Minas Gerais, obtiveram uma variação no teor de óleo entre os acessos em torno de 12,89%, sendo o maior valor encontrado de 37,27%, e o menor, 24,39%. Teixeira (1987) verificou em Tatuí-SP, variação de 26,22 a 35,29%, e em Araçatuba-SP, de 17,88 a 28,76%. No sul do Maranhão, Penha et al. (2008) extraíram, pelo método de Soxhlet, aproximadamente 30,82% de óleo. Por prensagem, Oliveira et al. (2009) conseguiram extraírem cerca de 32% de óleo de sementes nativas oriundas de Luziânia-GO.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação e aplicação

de diferentes formas do fertilizante OMM-Tech sobre o rendimento de óleo de sementes de pinhão manso na região sul do estado Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na cidade de Lavras, situada na região sul do estado de Minas Gerais, a 21° 13' de latitude sul e 44°58' de longitude oeste, numa altitude média de 918,8 m. A temperatura média anual do ar é de 19,4°C e o total anual de precipitação pluvial, de 1530 mm (BRASIL, 1992).

A mudas de pinhão manso, provenientes de sementes, foram produzidas em tubetes de 120 ml, utilizando-se substrato comercial, seguindo as recomendações de Anez et al. (2005). As mudas foram transplantadas em novembro de 2006, 45 dias após a emergência, no espaçamento de 3,0 x 1,5 m. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho eutrófico, ver Tabela 1 (EMBRAPA, 2006).

**Tabela 1.** Composição química do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,10 m de profundidade.

MO	pH(H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	CTC
dag kg <sup>-1</sup>		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
2,2	6,7	30,8	144	3,1	1,2	0,0	6,90
V	S	P <sub>remanescente</sub>	Zn	Fe	Mn	Cu	B
%	mg dm <sup>-3</sup>	mg L <sup>-1</sup>	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
75,3	22,7	13,6	2,0	51,9	101,3	5,7	0,2

MO: matéria orgânica (Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N); pH obtido em água: relação solo-água 1:2,5; P, K, Fe, Zn, Mn e Cu: extrator Mehlich<sup>-1</sup>; Ca, Mg, Al: extrator KCl 1mol/L; B: extrator água quente; S: extrator monocalcico em ácido acético; CTC: capacidade de troca de cátonica a pH 7; V: índice de saturação por bases; P-rem: fósforo remanescente.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento com emissores espaçados a cada 0,50 m. O manejo de irrigação foi realizado monitorando a umidade do solo por meio de sensores do tipo watermark e as lâminas de irrigação foram calculadas de forma a aplicar a quantidade de água necessária para elevar a umidade do solo correspondente à capacidade de campo. A uniformidade de irrigação foi avaliada anualmente. Os valores de CUC (coeficiente de uniformidade de Christiansen) mantiveram-se acima de 90%, nos dois anos analisados. Realizou-se também o balanço entre o total precipitado e a evaporação do tanque Classe A (ECA) durante todo o experimento. Para o cálculo da ECA, o coeficiente de tanque (kp) foi determinado utilizando a equação proposta por Allen et al. (1998). O volume médio de água aplicado pelo sistema de irrigação no período analisado foi de 746 m<sup>3</sup>.

Adotou-se delineamento estatístico em blocos casualizados, com parcelas subdivididas

contendo três repetições. As parcelas receberam os tratamentos de manejo de água (com e sem irrigação) e as subparcelas receberam tratamentos constituídos por três formas de aplicação do fertilizante OMM-Tech, ou seja: T1 = Testemunha (sem OMM-Tech); T2 = via solo (120 kg ha<sup>-1</sup> de OMM-Tech na forma pó); T3 = via foliar (OMM-Tech na forma líquida na concentração de 5%); e T4 = via solo + foliar (60 kg ha<sup>-1</sup> de OMM-Tech na forma pó + OMM-Tech na forma líquida na concentração de 2,5%). Os tratamentos 3 e 4 foram aplicados 120 DAT via foliar, com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, regulado para aplicar um volume de solução equivalente a 150 litros por hectare. Ressalta-se que esses tratamentos foram definidos com base no experimento sobre nutrição do pinhão manso com OMM-Tech, desenvolvido por Melo et. al. (2006), no interior de casa de vegetação. As parcelas experimentais foram constituídas por 48 plantas, nas quais se considerou 24 como úteis, perfazendo uma área total de 3456

m<sup>2</sup>. Os teores de nutrientes presentes no fertilizante

OMM-Tech<sup>®</sup> podem ser visualizados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição química do fertilizante OMM-Tech<sup>\*</sup>.

ELEMENTO QUÍMICO (Macro)	g kg <sup>-1</sup>
Cálcio (CaO)	422 a 455
Magnésio (MgO)	38 a 53
Silício (SiO <sub>2</sub> )	21 a 23
Ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,7 a 9,7
Enxofre (S)	2,5 a 5,2
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,4 a 1,6
Potássio (K <sub>2</sub> O)	0,2 a 0,4
Sódio (Na)	4,0 a 5,5
Cloro (Cl)	2,0 a 48
*ELEMENTO QUÍMICO (Micro)	mg kg <sup>-1</sup>
Boro (B)	8 a 20
Manganês (Mn)	35 a 200
Molibdênio (Mo)	<5 a 5
Zinco (Zn)	11 a 22
Cobalto (Co)	11 a 16
Vanádio (V)	14
Níquel (Ni)	15
Cromo (Cr)	8
Cobre (Cu)	21

\*Por ser um produto natural, os teores podem apresentar alguma variação.

A adubação química no plantio e de cobertura com nitrogênio, fósforo e potássio foi realizada na mesma dosagem para todas as parcelas experimentais, com base nos resultados de análise do solo, tomando-se como fundamentação teórica as recomendações de adubação para a cultura da mamoneira de acordo com Lange et al. (2005) e Savy Filho (1997), da seguinte forma: 100 g de calcário, 100 g do formulado 06-30-06 e 5 dm<sup>3</sup> de esterco de curral por planta. Posteriormente, foram feitas duas aplicações de 50 g/planta do formulado 20-00-20, em intervalos de 30 e 60 dias após a primeira. Tal procedimento foi adotado por não existir até o momento recomendações de adubação específicas para a cultura do pinhão manso. As plantas invasoras foram manejadas conforme a necessidade e de acordo com o grau de infestação.

Para avaliar o rendimento de óleo utilizaram-se sementes de pinhão manso colhidas durante o segundo ano de produção. Para a determinação do teor de óleo no albúmen foi empregada a extração direta, utilizando o hexano como solvente. As sementes foram descascadas e

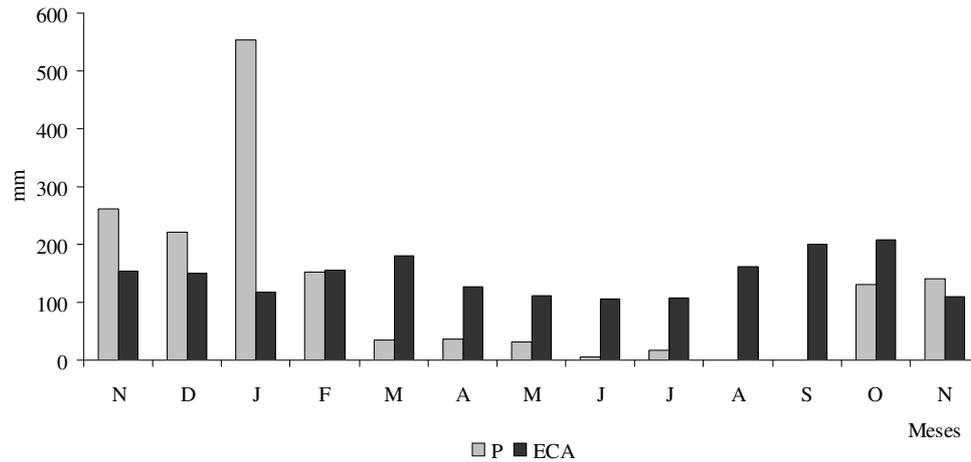
as amêndoas foram trituradas e submetidas a um processo de secagem em estufa a 60°C até que a massa da amostra permanecesse constante. As análises foram feitas em triplicatas utilizando 70 gramas das sementes, previamente trituradas usando um moinho refrigerado marca Tecnal modelo TE-631/2. Após trituradas foram levadas às peneiras para divisão das partes granulométricas homogêneas. As peneiras utilizadas foram da série Tyler. Em seguida, a matéria-prima foi posta num agitador magnético por 10 minutos (KLINE modelo 255 FANEM), até a completa separação das partículas. Após o peneiramento da matéria-prima, as frações recolhidas de 0,5 a 1,651 mm (28 a 10 Tyler) foram armazenadas em um béquer. Em seguida, 10 gramas de amostra seca e triturada, foi adicionada ao soxhlet e o óleo extraído, com cerca de 80mL do solvente, por um período de três horas a uma temperatura de 70°C, conforme recomendação de Melhorança Filho et al. (2010). Em seguida, a amostra foi levada ao rotaevaporador por um período de 30 minutos, para remover o solvente (ACHTEN et al., 2008).

Foram realizados os cálculos de rendimento e os resultados submetidos à análise de variância, sendo as diferenças entre os tratamentos verificadas através do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de precipitação e evaporação do tanque Classe (ECA) para Lavras, ocorridos durante o período de realização do experimento

(11/2007 a 11/2008), indicaram haver concentração de precipitações na região de Lavras, entre os meses de novembro a março, em que os valores de precipitação superam consideravelmente a ECA enquanto nos meses de abril a outubro a precipitação foi inferior à ECA, caracterizando-se déficit hídrico no período (Figura 1). Essas informações estão de acordo com Dantas et al. (2007), ao relatarem que a estação chuvosa para Lavras se estende de outubro a março e a seca compreende os meses de abril a setembro.



**Figura 1.** Totais mensais (mm) para precipitação (P) e evaporação do tanque Classe A (ECA) ocorridos no período de 11/2007 a 11/2008.

O balanço entre a ECA e a precipitação mostra déficit hídrico na ordem de 552,0 mm para os períodos de abril a outubro de 2008. Este déficit, por outro lado, é função da ausência ou dos baixos valores precipitados entre os meses de junho a setembro e de uma elevada demanda d'água pela atmosfera, o que pode ser constatado através dos valores da ECA, superiores a 5,0 mm dia<sup>-1</sup>. Ressalta-se que um déficit hídrico superior a 150 mm pode comprometer a produção da maioria das culturas. Com bases nesses dados, pode-se justificar então, a irrigação do pinhão manso na região de Lavras, mesmo essa região apresentando

precipitação média anual de 1500 mm (BRASIL, 1992).

O rendimento de óleo de sementes do pinhão manso foi influenciado somente pelo tratamento de manejo de água (Tabela 3). Pelo teste de Tukey verificou-se que o tratamento irrigado foi superior ao não irrigado, com rendimento de 34% contra 27% das plantas de sequeiro. Considerando uma produtividade média de sementes de 2.500 kg ha<sup>-1</sup>, a produção de óleo obtida com as plantas irrigadas seria de 850 kg ha<sup>-1</sup> e com as de sequeiro de 675 kg ha<sup>-1</sup>, com uma diferença respectivamente de 175 kg ha<sup>-1</sup> de óleo a favor da área irrigada.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para rendimento de óleo de sementes de pinhão manso.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
		Rendimento de Óleo (%)
Blocos	2	3,40 <sup>ns</sup>
Irrigação	1	616,10*
Resíduo	4	27,06
C.V. (%)		17,59
Formas de aplicação (OMM-Tech)	3	3,64 <sup>ns</sup>
Irrigação x Formas de aplicação	3	5,08 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	4,65
C.V. (%)		7,29

\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; <sup>ns</sup>não significativo.

Com bases nesses dados, justifica-se a irrigação de pinhão manso na região de Lavras, mesmo essa região apresentando precipitação média anual de 1.500 mm (DANTAS, 2007), com ocorrência de veranicos. A reduzida disponibilidade de água é um dos fatores ambientais mais importantes na regulação do crescimento, desenvolvimento e produtividade de sementes e óleo de plantas oleaginosas (JIANG & ZHANG, 2002). A cultura do pinhão manso responde bem à irrigação, interferindo diretamente na produção, possibilitando de três a quatro colheitas por ano (OPENSHAW, 2000).

Plantas oleaginosas cultivadas sem déficit hídrico normalmente produzem sementes com maior biomassa, o que permite afirmar que também produzem maior quantidade de óleo (MARCOS FILHO, 2005), justificando assim a redução do teor de óleo das sementes colhidas em plantas de sequeiro, pois durante o desenvolvimento do experimento observou-se que no estágio de desenvolvimento dos frutos, ocorreram períodos de veranicos.

Ressalta-se que, durante o desenvolvimento deste trabalho, foram visualizados sintomas de déficit hídrico nas plantas que não receberam irrigação, como murcha e desfolha. Os mesmos sintomas de déficit hídrico foram observados nas plantas em épocas de veranico em pesquisas realizadas com pinhão manso irrigado no sul de Minas Gerais (PONCIANO DE DEUS, 2010; OLIVEIRA et al., 2009). Por outro lado, o florescimento do pinhão manso pode ser induzido duas ou três vezes ao ano, por meio do manejo da irrigação, induzindo déficit hídrico durante um período suficiente para provocar a queda de metade das folhas da planta, para em seguida restabelecer a irrigação gradualmente (ARIZA-MONTOBBIO; LELE, 2010). Como o florescimento é um dos principais estágios fenológicos para a produção de óleo de *Jatropha curcas*, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidos, ressalta-se novamente a importância do uso da irrigação, visando o sucesso com essa cultura.

Souza et al. (2011), ao avaliar o efeito da aplicação de lâminas de irrigação sobre a produtividade e o rendimento de óleo de sementes de pinhão manso, também verificaram que o teor de óleo foi significativamente influenciado pelos diferentes níveis de reposição hídrica (RH) aplicados. Os autores observaram que houve um decréscimo de 11,51; 23,02 e 34,52%, no teor de óleo das sementes de pinhão manso, para os níveis

75%, 50% e 25% de RH e acréscimo de 11,51%, no nível de RH 125% em comparação ao de RH 100%, que foi de 31,33%. No estudo de reposição hídrica em mamona, foi encontrado efeito significativo para teor de óleo (RODRIGUES, 2008), sendo que as plantas irrigadas com maiores lâminas de reposição produziram maior biomassa, o que permite inferir que também produzem maior quantidade de óleo. Na região sul do estado de Minas Gerais, a irrigação produziu efeitos significativos sobre o crescimento e produtividade de sementes de pinhão manso (EVANGELISTA et al., 2011; FARIA et al., 2011).

As diferentes formas de aplicação de OMM-Tech não influenciaram o rendimento de óleo de sementes de pinhão manso (Tabela 1). Entretanto, Evangelista et al. (2011) encontraram resultado positivo do OMM-Tech sobre a produtividade e rendimento de sementes de pinhão manso explicado provavelmente pela característica do organomineral-marinho como fertilizante e condicionador de solo, que juntamente com o Biotech® (ativador da microbiota do solo), promovem o enriquecimento do solo em nutrientes, por meio da ativação da microbiota e por reações de troca desencadeadas pelos ácidos orgânicos e complexos enzimáticos, que promovem uma disponibilização mais rápida de macro e micronutrientes e elementos raros de fácil liberação. Ressalta-se que neste trabalho não foi avaliado a qualidade do óleo extraído, dessa forma espera-se que em razão de suas propriedades fertilizantes, o OMM-tech venha apresentar efeitos positivos sobre a qualidade do óleo dessa cultura. Não foram observadas diferenças significativas da interação entre os tratamentos de manejo de água e as diferentes formas de aplicação de OMM-tech.

## CONCLUSÕES

A irrigação produz efeitos significativos sobre a produtividade de óleo de sementes de pinhão manso, enquanto as diferentes formas de aplicação de OMM-Tech não influenciam os resultados.

O rendimento de óleo de sementes das plantas irrigadas e de sequeiro foram respectivamente, 34 e 27%, sendo que as condições de irrigação por gotejamento, com emissores espaçados a cada 0,50 m e com níveis de irrigação calculados para aplicar a quantidade de água necessária para elevar a umidade do solo, corresponde à capacidade de campo.

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate the effects of irrigation and application of Organomineral-Marine + Biotech (OMM-Tech) in yield oil of *Jatropha curcas* seeds. The experiment was conducted in an experimental area located in Federal University of Lavras, Brazil. A randomized block experimental design with subdivided parcels and three replications was used. The parcels received two different water management treatments: irrigated and no irrigated. The sub-plots were submitted to different OMM-Tech fertilizer application methods: T1= control (no OMM-Tech); T2 = soil application (120 kg ha<sup>-1</sup> of OMM-Tech in a powder form); T3 = leaf application (OMM-Tech in a liquid form with a 5% concentration); T4 = soil + leaf application (60 kg ha<sup>-1</sup> of OMM-Tech in powder form + OMM-Tech in liquid form with a 2.5% concentration). A drip irrigation system with drippers spaced by 0.50 m was used. We evaluated yield oil of seeds in first production year. *Jatropha* trees irrigated showed a higher seeds oil yield than no irrigated trees. However, fertilization with OMM-Tech no influenced seed oil yield. Seeds oil yield of *jatropha* trees irrigated was 34%, and no irrigated 27%.

**KEYWORDS:** *Jatropha curcas* L. Irrigation. Yield. Water.

---

## REFERÊNCIAS

- ACHTEN, W. M. J.; VERCHOT, L.; FRANKEN, Y. J.; MATHIJS, E.; SINGH, V. P.; AERTS, R.; MUYS, B., *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and bioenergy**, Silver Spring, v. 32, n. 12, p. 1063-1084, 2008.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Roma, FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.
- ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 6, p. 1003-1011, 2003.
- ANEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 563-568, 2005.
- ARIZA-MONTOBBIO, P.; LELE, S. *Jatropha* plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India: Viability, livelihood trade-offs, and latent conflict. **Ecological Economics**, Amsterdam, v.70, n.2, p.189-195, 2010.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- DRUMMOND, O. A.; PURCINO, A. A. C.; CUNHA, L. H. S.; VELOSO, J.M. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: Epamig, 1984. 99p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.
- EVANGELISTA, A. W. P.; MELO, P. C.; OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A. Produtividade e rendimento de sementes de pinhão-manso submetido à irrigação e adubação com OMM-Tech. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 315-323, 2011.
- FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MELO, P. C.; ALVES JÚNIOR, J. Resposta da cultura de pinhão manso à irrigação e à adubação com OMM-Tech<sup>®</sup>. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 70-81, 2011.

- FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potencial and perspectives of *Jatropha* plantations. **Natural Resources Forum**, New York, v. 29, n. 1, p. 12-24, 2005.
- JIANG, M.; ZHANG J. Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 379, p. 2401-2410, 2002.
- JUHÁSZ, A. C. P.; MORAIS, D. L. B.; SOARES, B. O.; PIMENTA, S.; RABELLO, H. O.; RESENDE, M. D. V. Parâmetros genéticos e ganho de seleção para populações de pinhão manso (*Jatropha curcas*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 61, p. 25-35, 2010.
- LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C. da; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 61-67, 2005.
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p.1969-1975, 2008.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495 p.
- MELHORANÇA FILHO, A. L.; PEREIRA, M. R. R.; SILVA, J. I. C. Potencialidade energética em extratores e tempos de extração do óleo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em soxletter. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 226-230, 2010.
- MELO, P. C.; EVANGELISTA, A. W. P.; OLIVEIRA, E. L.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P.; FARIA, M. A. Desenvolvimento do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em resposta a aplicação de organo-minerais-marinho + biotech, fósforo e lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., 2006, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, 2006. 1. CD-ROM.
- MELO, P. C.; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 508-519, 2003.
- OLIVEIRA, E. L.; EVANGELISTA, A. W. P.; MELO, P. C.; FARIA, M. A.; ALVES JÚNIOR, J. Resposta do pinhão manso à aplicação de diferentes níveis de irrigação e doses de adubação potássica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro (BA)/Petrolina (PE). **Anais...** Juazeiro (BA)/Petrolina (PE): Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2008. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA, J. S.; LEITE, M. P.; SOUZA, L. B.; MELLO, V. M.; SILVA, E. C.; RUBIM, J. C.; MENEGHETTI, S. M. P.; SUAREZ, P. A. Z. Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas* L. oil and application for biodiesel production. **Biomass and Bioenergy**, Silver Spring, v. 33, n. 3, p. 449-453, 2009.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, Silver Spring, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2000.
- PONCIANO DE DEUS, F. **Produção de pinhão manso submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação potássica**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- RODRIGUES, L. N. **Níveis de reposição da evapotranspiração da mamoneira irrigada com água residuária**. 2008. 161p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SAVY FILHO, A. Mamona. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 201 p.

SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; MEDEIROS, E. P.; NASCIMENTO, E. C. S. Teor de óleo no pinhão manso em função de lâminas de água residuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 108-111, 2011.

SUJATHA, M.; REDDY, T. P.; MAHASI, M. J. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L.) and *Jatropha curcas* L. **Biotechnology Advances**, New York, v. 26, n. 5, p. 424-435, 2008.

TEIXEIRA, J. P. F. Teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha* spp. **Bragantia**, Campinas v. 1, n. 46, p. 151-157. 1987.

PENHA, M. N. C.; SILVA, M. D. P.; MENDONÇA, K. K. M.; COSTA, J. F.; MACIEL, A. P.; SILVA, F. C. Extração e caracterização físico-química do óleo de pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 60., 2008, Campinas, **Anais...** Campinas: SBPC, 2008. 1. CD ROM.