

V. 8, n. 4, p. 01-07, out – dez , 2012.

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR. Campus de Patos – PB. www.cstr.ufcg.edu.br

Revista ACSA:

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/>

Revista ACSA – OJS:

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

Magda L. B. de Lima^{1*},

Verônica S. F. Lima²,

Tatiana M. da Silva³,

João P. N. de Almeida⁴.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 01/10/2012. Aprovado em 30/11/2012.

¹ Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia/Agronomia, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: laiara_lima@yahoo.com.br.

² Engenheira Agrônoma, Bolsista CNPq de Desenvolvimento Tecnológico Industrial – DTI, nível 3, Universidade Federal do Ceará-CE. E-mail: veronicasfb@yahoo.com.br

³ Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia/Agronomia, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: tatianad.silva@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia/Agronomia, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: joapaulonobre@yahoo.com.br



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO –

ISSN 1808-6845

Revisão

Pinhão manso como alternativa para produção de biodiesel

RESUMO

O objetivo dessa revisão é esclarecer de forma concisa as características pertinentes à cultura do pinhão manso, tendo em vista o grande potencial oleífero da mesma, condição exigida para a produção de biodiesel. O crescente uso da energia gerada a partir de fontes não renováveis vem trazendo prejuízos irreparáveis para o meio ambiente, por isso a busca de fontes renováveis como o uso da biomassa é cada vez maior. Dentre as oleaginosas utilizadas para a produção de biocombustíveis, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) vem se destacando por apresentar as características desejáveis para tal. É válido salientar que é constante a procura por conhecimentos agrônômicos relacionados ao cultivo dessa planta, visando o aprimoramento e melhorias na produção da cultura.

Palavras-Chaves: Biocombustível, *Jatropha curcas* L., Oleaginosa.

Physic nut as alternative for biodiesel production

ABSTRACT

SUMMARY: The objective of this review is to explain concisely the characteristics relevant to the culture of *Jatropha*, in view of the great potential oleífero the same condition for the production of biodiesel. The increasing use of energy generated from non-renewable sources has brought irreparable harm to the environment, so the search for renewable sources such as biomass use is increasing. Among oilseeds used for the production of biofuels, *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) has been highlighted by presenting the desirable characteristics for such. It's worth noting that there is constant demand for agronomic knowledge related to the cultivation of this plant, aiming at the improvement and improvements in crop production.

Key words: Biofuel, *Jatropha curcas* L., oilseed.

INTRODUÇÃO

Os combustíveis oriundos da biomassa, como o biodiesel e o álcool, com capacidade de substituir parte dos combustíveis veiculares, constituem outra inserção energética na Era do Petróleo (MOTHÉ et al., 2005). O biodiesel é fabricado através de transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal. O processo gera dois produtos: ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões); além de coprodutos (torta, farelo etc.) que podem constituir outras fontes de renda importantes para os produtores (ABDALLA et al., 2008).

Atualmente existe uma série de pesquisas voltadas para o estudo de fontes e métodos que possibilitem o uso dos biocombustíveis. É grande a diversidade de oleaginosas aptas a serem utilizadas como fonte de matéria-prima promissora para a fabricação desse produto, tais como: pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), amendoim (*Arachis hypogaea*), soja (*Glycine max*), girassol (*Helianthus annuus*), mamona (*Ricinus communis* L.).

A distribuição geográfica do pinhão-manso é bastante vasta, devido a sua rusticidade, resistência a longas estiagens e às infestações de pragas e doenças, sendo adaptável às adversidades de solo e clima (ALVES et al., 2008). O cultivo do pinhão manso, na região nordeste do Brasil, é considerado promissor tendo em vista as condições edafoclimáticas exigidas para o pleno desenvolvimento da cultura. Segundo Drumond et al., (2009) produtividade do pinhão manso é muito variável, dependendo da região, do método de cultivo e dos tratamentos culturais, bem como da regularidade pluviométrica e da fertilidade do solo.

Historicamente, essa oleaginosa tem sido utilizada em cultivo tanto para proteção do solo contra erosão como para estabelecimento de cercas vivas, e suas folhas, seu látex, sua casca e seu óleo são bem conhecidos da medicina tradicional (SPINELLI et al., 2010). BELTRÃO (2006), alerta que não se conhece quase nada da bioquímica e da fisiologia desta planta, não existem cultivares definidas e alguns aspectos agronômicos ainda carecem de investigação, como por exemplo, a população de plantas ideal e a configuração de plantio.

Portanto, o objetivo dessa revisão é basicamente esclarecer de forma concisa as características pertinentes à cultura do pinhão manso, tendo em visto o grande potencial oleífero dessa cultura, condição exigida para a produção de biodiesel.

Jatropha curcas L.: ASPECTOS DA CULTURA

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), pertence ao grupo das angiospermas, da família Euphorbiaceae mesma família da mamona (*Ricinus communis* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e seringueira (*Hevea brasiliensis*). Segundo Sátiro & Roque (2008) este grupo compreende o maior grupo de plantas existentes, onde esta

família destaca-se como uma das maiores, em número de espécies, e com maior importância econômica.

A origem precisa de *J. curcas* L. não é bem conhecida, mas tem sido proposto a probabilidade de a planta ter se originado nas Américas (HELLER, 1996), porém a sua origem permanece controversa (OPENSHAW, 2000). Nesse contexto He et al, (2011) afirma que a diversidade genética em espécies de plantas, muitas vezes tende a ser maior próximo a origem geográfica das espécies.

Também conhecido popularmente como: pião, purgueira, pinhão do Paraguai, pinha-de-purga, pinhão-do-inferno, figo-do-infreno, pinhão-de-cerca, grão-de-maluco, pinhão-das-barbadas, pinhão bravo, purgante-de-cavalo, manduigaçu, mandubiguaçu, sassi, turba, tartago, medicineira, tapete, siclitê, figo-do-inferno, pinhão-croá (ALVES, et al., 2008).

É um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é dois a três metros, mas pode alcançar até cinco metros em condições especiais (ARRUDA et al., 2004). Este mesmo autor diz que o pinhão manso está sendo considerada uma opção agrícola para esta região por ser uma espécie nativa, exigente em insolação e com forte resistência à seca, levando em consideração, portanto, que o cultivo na região do nordeste brasileiro se mostra de grande valor, tendo em vista a capacidade dessa planta em produzir biodiesel. É válido ressaltar que sua produção decresce à medida que se aproxima das regiões de clima temperado.

A produção dos frutos dessa cultura se dá entre o primeiro e o segundo ano de desenvolvimento. Sendo que, segundo Sujatha et al. (2005) essa produção estabiliza-se, aproximadamente, no quarto ano permanecendo por até quarenta anos. Mas esse efeito só pode ser alcançado com a manutenção de um manejo do solo, precipitação e irrigações favoráveis ao desenvolvimento da planta.

A utilização de adubos verdes simultaneamente ao cultivo do pinhão manso disponibiliza nutrientes por meio da reciclagem e fixação biológica do nitrogênio, além de promover a conservação do solo (CASTRO et al., 2008). Dentro disso Campos, (2009) ao trabalhar com aplicação de resíduos orgânicos, corretivos e fertilizantes naturais concluiu que os resíduos orgânicos na forma de cama de ovinos quando aplicados ao solo favorecem o desenvolvimento fenológico e de produção das plântulas da cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), com destaque para a altura das plântulas.

Segundo Alves et al. (2008) as plantas do gênero *Jatropha*, que contém 160 espécies, aproximadamente, herbáceas e arbustivas, apresentam valor medicinal, ornamental e algumas são produtoras de óleo. Ainda segundo este mesmo autor as plantas de pinhão-manso vêm sendo cultivadas visando o controle de erosão, a recuperação de áreas degradadas, a contenção de encostas e de dunas, e ao longo de canais, rodovias, ferrovias, e como cerca viva em divisões internas ou nos limites de propriedades rurais.

ASPECTOS BOTÂNICOS DO PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)

De acordo com Farias (2008) as folhas da planta pinhão-manso são de coloração verde, esparsas e brilhantes, alternadas e ditas como largas, pecioladas e em forma de palma, com três a cinco lóbulos, e ainda apresentam nervuras esbranquiçadas. Possuem fecundação cruzada, já que suas flores são separadas: as flores masculinas, em número maior, estão alojadas nas extremidades das ramificações, já as femininas, nas ramificações em geral (Figura 1A). A floração desta

cultura é descontínua, com frutos na mesma inflorescência de idades diferentes e níveis de deiscência (abertura), dificultando assim a colheita mecânica (ALVES et al., 2008) (Figura 1C).

Em relação ao fruto, que é a parte principal para a produção de biocombustíveis, é capsular ovóide e trilobular, com uma semente em cada cavidade, tendo um pericarpo e/ou uma casca dura e lenhosa. Inicialmente apresenta-se de coloração verde, passando a amarelo, castanho e, por fim, preto, quando atinge o seu estado de maturação (FARIAS, 2008) (Figura 1B).



Figura 1: (A) - Folha; (B) - Fruto e (C) - Inflorescência de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.).
Fonte: Autor

Segundo Alves et al. (2008) o desenvolvimento das plântulas originadas de sementes ou de estacas é diferenciado. Por propagação vegetativa, utilizando-se estacas, obtém-se maior precocidade de produção e reproduzem-se com maior fidelidade as características da planta mãe de origem, verifica-se, portanto, menor desenvolvimento vegetativo inicial. Por outro lado, plantas estabelecidas a partir de sementes apresentam

maior variabilidade em relação à planta mãe, são mais vigorosas ainda que iniciem a produção mais tarde.

Em contrapartida Neves et al., (2009) dizem que aliada à expansão da cultura do pinhão-manso nos últimos anos, a comercialização de sementes desta oleaginosa está sendo feita de forma desordenada, sem fiscalização e sem testes que visem à determinação da sua qualidade fitossanitária. Segundo esses mesmos autores esse fato faz com que haja

o risco de disseminação de fitopatógenos para diferentes áreas produtoras e a distribuição de sementes com baixo poder de germinação, o que resulta em prejuízos para os produtores.

O pinhão-mansinho ainda não está sendo cultivado comercialmente no Brasil, mas é considerada uma opção agrícola para a região Nordeste por ser uma espécie nativa, exigente em insolação e com forte resistência a seca (ARRUDA et al., 2004).

CARACTERÍSTICAS DAS SEMENTES DE *Jatropha curcas* L.

Em suma, a semente é a principal forma de disseminação e reprodução das plantas superiores. Contém

basicamente o embrião que dará origem a nova planta, o endosperma como tecido de armazenamento onde se acumula os compostos necessários para o desenvolvimento do embrião e o revestimento da semente que tem como função protegê-la de estresses bióticos e abióticos (LIU, et al, 2009).

A semente é relativamente grande; quando secas medem de 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura; tegumento rígido, quebradiço, de fratura resinosa. Debaxo do invólucro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados (ARRUDA et al., 2004) (Figura 2).

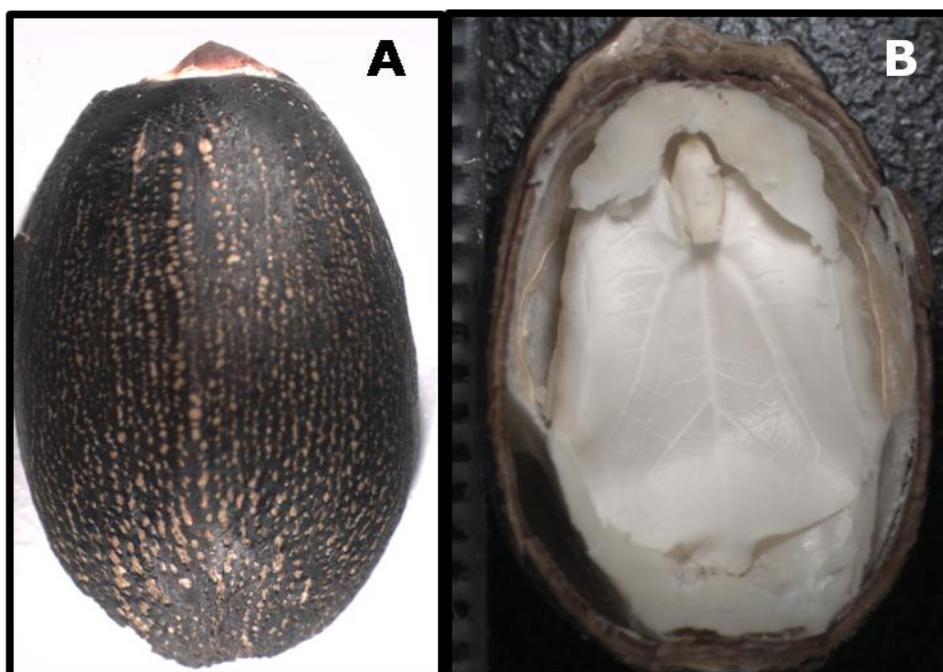


Figura 2 – Semente madura de pinhão mansinho (*Jatropha curcas* L.). (A) – Semente fechada. (B) – Semente aberta.
Fonte: Autor

De acordo com Augustus et al, (2002) o fruto de *J. curcas* L. é uma cápsula de coloração cizento-castanho, geralmente com duas ou três sementes em cada fruto. Estima-se que uma árvore produza cerca de 30 kg de frutos que contém 12 kg de sementes. O rendimento por hectare é de cerca de 4800 kg. As sementes de pinhão mansinho são ortodoxas (HELLER, 1996), ou seja, suporta desidratação a baixos níveis de umidade e também o armazenamento em ambientes com baixas temperaturas.

A germinação constitui a fase do ciclo de vida do vegetal que influencia diretamente a distribuição das plantas (SOUZA et al., 2007), as sementes de pinhão mansinho germinam após 10 dias do plantio, desde que boas condições de umidade sejam oferecidas as mesmas (HELLER, 1996). Segundo Ohlrogge e Browse (1995) os óleos, hidratos de carbono, e proteínas estão contidas nos tecidos de armazenamento das sementes, as quais podem

ser representadas por endosperma ou cotilédones, e eles são necessários para o crescimento do embrião durante a germinação.

Segundo Martinez-Herrera et al., (2006) a composição química da semente *J. curcas* L. coletadas em diferentes regiões do México é de 31- 35% de proteína bruta, 55 – 58% de lipídeos, 3,9 a 4,5% de conteúdo de fibra, e 6% de açúcar solúvel total. As sementes de pinhão-mansinho são uma boa fonte de óleo (MIN et al, 2010), utilizado como matéria prima potencial para a produção de biodiesel.

Jatropha curcas L.:ASPECTOS BIOQUÍMICOS

O cultivo tem como objetivo principal a extração do óleo para ser utilizado como matéria prima na produção de biodiesel, pois é possível obter duas toneladas de óleo por hectare, como descrito por Carnielli (2003). Com isso,

Arruda et al. (2004), afirma que a planta de pinhão-manso é uma produtora de óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformada em biocombustível, por ser perene e de fácil cultivo, e por apresentar boa conservação da semente colhida.

Haja vista a grande importância da cultura na produção de biodiesel aumenta a cada dia o interesse nos estudos agrônômicos dessa planta, visando à seleção de cultivares que propiciem aumento na produção. Beltrão (2006), alerta que não se conhece quase nada da bioquímica e da fisiologia desta planta, não existem cultivares definidas e alguns aspectos agrônômicos ainda carecem de investigação, como por exemplo, a população de plantas ideal e a configuração de plantio.

Com dimensões continentais e com grande diversidade edafoclimáticas, o Brasil apresenta condições inigualáveis para o plantio de oleaginosas com propósito para produzir biodiesel, com profundas repercussões sociais, ambientais e econômicas. Entre as culturas mais citadas, e das quais já há experiências sendo realizadas, estão à soja, a mamona, o dendê e o girassol. Afora essas mais conhecidas, há o pinhão manso, o nabo forrageiro, o pequi, o buriti e a macaúba, com grande potencial (SLUSZZ & MACHADO, 2006).

No pinhão manso, o óleo presente nas sementes, tem tido grande visibilidade comercial, tendo em vista seu potencial para a produção de biodiesel. As sementes dessa espécie contêm 40-60% de óleo, aproximadamente. Os ácidos graxos saturados constituem 20% do óleo, e o percentual restante são de ácidos graxos insaturados. O ácido oléico é o mais abundante (44,8%) seguido do linoléico (34%), palmítico (12,8%) e o esteárico (7,3%), aproximadamente (SHAH et al., 2004). Ainda segundo esse mesmo autor, enquanto a composição do óleo é similar a outros óleos, que são utilizados para fins comestíveis, a presença de alguns fatores antinutricionais tóxicos, tais como ésteres de forbol tornam este óleo inadequado para uso na preparação de alimentos.

O biodiesel feito através deste óleo, tanto pelas rotas metilica e etilica, apresentou características físico-químicas compatíveis com a Resolução 42 da Agência Nacional de Petróleo (ANP), que visa implementar a política nacional do petróleo, gás natural e bicombustíveis (ARAÚJO, et. al., 2008).

De acordo com Makkar et al. (1998) a presença de várias substâncias tóxicas diferentes, incluindo uma lectina (curcina), ésteres de forbol, saponinas, fitatos e inibidores de protease, as sementes, a torta e o óleo de *J. curcas* não podem ser usados na alimentação humana ou animal.

Todavia, há um crescimento na oportunidade de utilização de compostos altamente bioativos como co-produtos, presentes no óleo provido dessa cultura. Na maioria das vezes, os compostos bioativos são metabólitos secundários. Geralmente, estão relacionados com os sistemas de defesa das plantas contra a radiação ultravioleta ou as agressões de insetos ou patógenos

(MANACH, C. et al, 2004). Dentre eles está os ésteres de forbol presentes em sementes de pinhão manso.

Devappa, et al, (2012) indica o potencial do óleo extraído das sementes de *J. curcas* como sendo um agente de controle biológico contra a *Spodoptera frugiperda*, que é uma praga comum no cultivo do milho em áreas tropicais e subtropicais.

De acordo com Marques & Ferrari (2008) a transformação genética tem grande potencial na resolução desses problemas, pois através dessa técnica é possível a inserção de genes de espécies afins ou mesmo de gêneros, famílias distintas. No entanto o uso dessa tecnologia torna necessária a elaboração de um eficiente protocolo de regeneração *in vitro* o que tem sido desenvolvido para o pinhão-manso por diversos pesquisadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando tudo que foi descrito neste trabalho podemos concluir que a utilização do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para a produção de biodiesel é viável. Considerando todos os atributos que são dados a essa planta tais como: rusticidade, alto teor de óleo presente nas sementes, crescimento rápido. As problemáticas relacionadas principalmente à utilização dos subprodutos provenientes da extração do óleo podem ser contornadas com o uso da engenharia genética. Essas técnicas podem ser também usadas para a melhoria da produção de mudas em larga escala. Ressaltando que a busca constante pelos conhecimentos necessários ao cultivo dessa planta é sempre presente, principalmente no que diz respeito a produção e produtividade, pois os estudos ainda são escassos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37. p.260-258, 2008.

ALVES, J. M. A.; SOUSA, A. A.; SILVA, S. R. G.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C. P. Pinhão-manso: Uma alternativa para a produção de Biodiesel na agricultura familiar da Amazônia brasileira. **Agro@mbiente On-line**, v.2, 2008.

ARAÚJO, L. G.; SOUSA, K. C. I. Pinhão manso para produção de biodiesel. **Revista Anhangüera**. v.9 n.1, p.95-119, 2008.

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

- AUGUSTUS, G. D.; JAYABALAN, M.; SEILER, G. J. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass Bioenergy**, v. 23, p. 161–164, 2002.
- BELTRÃO, N. E. M. Considerações gerais sobre o pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. 2006 Disponível em: www.mda.gov.br. Acesso em: 21 de ago. 2012.
- CAMPOS, A. X. . Avaliação dos aspectos fenológicos e da produção de massa seca da espécie de plântulas de Pinhão manso (*Jatropha curcas*), após aplicação de resíduos orgânicos, corretivos e fertilizantes minerais.. **In: Iº Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão manso**. Brasília-DF: CBPPM/EMBRAPA, 2009.
- CARNIELLI, F. O combustível do futuro. 2003. Disponível em: www.ufmg.br/boletim/bul1413. Acesso em: 21 de ago. 2012.
- CASTRO, C. M.; DEVIDE, A. C. P.; ANACLETO, A. H. Avaliação de acessos de pinhão manso em sistema de agricultura familiar. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. 2008.
- DEVAPPA, R. K.; ANGULO-ESCALANTE, M. A.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Potential of using phorbol esters as an insecticide against *Spodoptera frugiperda*. **Industrial Crops and Products** v. 38 p. 50–53, 2012.
- DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônomico de genótipos de pinhão manso no Semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2010.
- FARIAS, M. P. **Estudos preliminares do protocolo de micropropagação do pinhão-mansão (*Jatropha curcas*)**. 130f. 2008. Monografia- Instituto Ideal, Santa Catarina. 2008.
- HE, W.; KING, A. J.; KHAN, M. A.; CUEVAS, J. A.; RAMIARAMANANA, D.; GRAHAMA, I. A. Analysis of seed phorbol-ester and curcumin content together with genetic diversity in multiple provenances of *Jatropha curcas* L. from Madagascar and Mexico. **Plant Physiology and Biochemistry** v. 49, p. 1183 – 1190, 2011.
- HELLER, J. Physic Nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. **Institute of Plant Genetics and Crop Research, & International Plant Genetic Resource Institute**, 1996.
- LIU, H.; LIU, Y.J.; YANG, M. F.; SHEN, S.H. Comparative analysis of embryo and endosperm proteome from seeds of *Jatropha curcas*. **Journal of Integrative Plant Biology**. v. 51, p. 850–857, 2009.
- MAKKAR H.P.S.; ADERIBIGBE A.O.; BECKER K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**. v. 62, p. 207–215, 1998.
- MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American journal of clinical nutrition**. v. 79, p. 727-47, 2004.
- MARQUES, D. A.; FERRARI, R. A. O papel das novas biotecnologias no melhoramento genético do pinhão-mansão. **Biológico**, São Paulo, v.70, n.2, p.65-67, 2008.
- MARTINEZ-HERRERA, J.; SIDDHURAJU, P.; FRANCIS, G.; DAVILA-ORTIZ, G.; BECKER, K. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. **Food Chemistry**. v. 96, p.80–89, 2006.
- MIN, J.; LI, S.; HAO, S.; LIU, N. Supercritical CO₂ extraction of *Jatropha* oil and solubility correlation. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 55, No. 9, 2010.
- MOTHÉ, C. G.;CORREIA, D. Z.; CASTRO, B. C.S.;CAITANO, M. Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de mamona. **Revista Analytica**, n. 19, 2005.
- NEVES. W. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LOPES, E. A. Avaliação Fitossanitária de Sementes de Pinhão-Manso Provenientes dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** v. 3, n. 2, p. 17, 2009.
- OHLROGGE, J.; BROWSE J. Lipid biosynthesis. **The Plant Cell** v.7, p. 957–970, 1995.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, v.19, p.1-15, 2000.
- SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.1, p. 99-118, 2008.
- SHAH, S.; SHARMA, S.; GUPTA, M. N. Biodiesel preparation by lipase-catalyzed transesterification of *Jatropha* oil. **Energy & Fuels**, v.18, p.154-159, 2004.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D. Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. In: XLIV CONGRESSO DA SOBER. Jul, 2006.

SOUZA, E. B.; PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.437-443, 2007.

SPINELLI, V. M.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; MARCOLAN, A. L.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; MILITÃO, J. S. L. T.; DIAS, L. A. S. Componentes primários e secundários do rendimento de óleo de pinhão-manso. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2010.