

Michelle Sato²
Osmar de Carvalho Bueno³
Maura Seiko T. Esperancini³
Elisandro Pires Frigo⁴

**A CULTURA DO PINHÃO-MANSO
(*JATROPHA CURCAS L.*):
USO PARA FINS COMBUSTÍVEIS E
DESCRIÇÃO AGRONÔMICA¹**

RESUMO: O estímulo ao uso das energias renováveis com destaque para os biocombustíveis, em substituição aos de origem fóssil, tornou-se uma das alternativas frente à questão do aquecimento global. Para tanto, dentre estas se destaca o biodiesel, principalmente o de pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*). O objetivo deste ensaio foi de apresentar os estudos referentes ao uso desta espécie para fins combustíveis, bem como estudos agronômicos realizados até o momento, de modo a discuti-los e confrontá-los. Observa-se que, de modo geral, as informações técnicas acerca da cultura são escassas e por vezes conflitantes, tanto em seus aspectos produtivos e econômicos como sociais, ambientais, políticos e energéticos. No entanto, sua sustentabilidade ainda não foi comprovada, sendo que seus estudos, sob todos os aspectos são eminentes, tanto no Brasil como em outros países.

PALAVRAS-CHAVE: culturas energéticas; biodiesel; sustentabilidade.

SUMMARY: The incentive to the use of renewable energies, especially biofuels, replacing the fossil originated ones, became an alternative in application to global warming. Thus, among these distinguishes the biodiesel, mainly from the *Jatropha curcas L.* The objective of this assay is to present studies about the use of this specie for fuel making, besides agronomical studies made until this moment in view of discuss and confront them. To remark, the information about the cultivation is, in general, deficient and conflictive, on

Data de recebimento: 16/02/07. Data de aceite para publicação: 25/06/07.

1 Parte integrante da dissertação do primeiro autor intitulada: Análise energética da cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*): estudo de caso.

2 Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia, área de concentração "Energia na Agricultura", DGTA, campus de Botucatu, FCA-UNESP, Cascavel, PR, (0XX45) 91018616 - CEP 85819-110 e-mail: michelle_yakon_sato@hotmail.com;

3 Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, DGTA, campus de Botucatu, FCA-UNESP, Botucatu - São Paulo.

4 Engenheiro Agrícola, Doutorando em Agronomia, área de concentração "Irrigação e Drenagem", DER, campus de Botucatu, FCA-UNESP, Cascavel - Paraná.

the productive, economical, social, political, environmental and energetic levels. However, their sustainability is still not verified, and the research about the subject is eminent, not only in Brazil but also in other countries.

KEYWORDS: energy cultures; biofuel; sustentability.

1. INTRODUÇÃO

As culturas com finalidade para a produção de energia, de modo geral, segundo Venturi e Venturi (2003), podem ser classificadas em três grupos de acordo com o tipo de matéria-prima energética que pode ser obtida, destas:

- Etanol: derivado da fermentação de culturas ricas em celulose, açúcar e amido;
- Biomassa: oriundos de espécies com alta produção de matéria seca, usada em processos como combustão, pirólise e gaseificação;
- Biodiesel: baseado em culturas vegetais, principalmente, oleaginosas das quais se extrai o óleo e o transesterifica.

Uma destas potenciais culturas energéticas para a produção de biodiesel é o pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*), também conhecido como pinhão-paraguaio (MARTINS e CRUZ, 1985; TEIXEIRA, 1987), tempate (FOIDL, 1996; SATURNINO et al, 2005), pinõn (HELLER, 1996; SATURNINO et al, 2005), purgueira, physic nut (DUKE, 1983; HELLER, 1996; SWOT, 2002; SATURNINO et al, 2005), purging nut (DUKE, 1983; HELLER, 1996), entre outros.

Considerada opção agrícola para áreas áridas, semi-áridas e na recuperação de áreas degradadas, promove a integração do acesso à produção com renda (pela da venda do óleo das sementes para fins combustíveis), é suprimento de energia (o óleo pode ser utilizado em motores e máquinas para a geração de eletricidade), contribui no o desenvolvimento rural (com o emprego da mão-de-obra familiar), e com conseqüente fixação do homem no campo, segurança alimentar, pois permite o uso de culturas anuais alimentícias em consórcio, além de melhorias ambientais, como a formação de um microclima que favorece o desenvolvimento de outras culturas nas entrelinhas, entre outros.

Entretanto, a espécie ainda se encontra em processo de “domesticação” e, segundo Saturnino et al (2005), somente nos últimos 30 anos é que esta começou a ter seus aspectos agrônômicos pesquisados.

Todas as partes da planta têm utilização econômica: na medicina tradicional, para a produção de sabão, iluminação através de lamparinas, geradores de eletricidade, combustível para fogões, extratos da semente como molusquicida, inseticida e nematocida. É considerada planta melífera, podendo ser utilizada como cerca-viva de pastagens e campos agrícolas, pois não é palatável, mourões de cerca “vivos”, suporte para plantas trepadeiras, como no caso da baunilha (*Vanilla aromatica*).

A torta é rica em nitrogênio, sendo utilizada como adubo orgânico, podendo também ser utilizada como ração animal, porém, devido à sua toxidez (não só a torta, mas a planta toda apresenta diversos compostos tóxicos, tanto para os animais como para o homem), esta se torna inviável. Contudo, estudos acerca da desintoxicação estão sendo realizados em diversos países, como é o caso do Brasil, em trabalho realizado por Ávila et al. (2006).

A madeira do pinhão-manso pode ser utilizada como material carburante de fornalhas, assim como as cascas dos frutos (DUKE, 1983; HELLER, 1996; GÜBITZ et al, 1999; HENNING, 2000; SWOT, 2002; ARRUDA et al, 2004; ACKOM e ERTEL, 2005; SATURNINO et al, 2005); porém, o uso mais difundido na atualidade é do óleo extraído da semente para fins combustíveis.

2. A INSERÇÃO DA CULTURA NO PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL

Em 1980, a primeira patente sobre a produção de combustíveis à partir de óleos vegetais foi registrada no Brasil. Atualmente, tais combustíveis, (designados por biodiesel e que pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, “é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para a geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”) têm sua produção incentivada e respaldada pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Este é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação, de forma sustentável, tanto técnica, como econômica, a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2006a). As principais diretrizes do PNPB são:

- Implantar um programa sustentável, promovendo a inclusão social;
- Garantir preços competitivos, qualidade e suprimento;

— Produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas.

O Brasil possui grande diversidade de espécies vegetais oleaginosas das quais se podem produzir biodiesel, variando de acordo com o tipo de clima e de solo de cada região. Segundo a ANP, com o PNPB será possível reduzir a despesa com a importação de óleo diesel, o que proporcionaria, teoricamente, uma economia de divisas da ordem de 350 milhões de dólares por ano ao país (BALTAZAR AL AL, 2006).

3. O USO COMO COMBUSTÍVEL

Durante a Segunda Guerra Mundial, na África e na Ásia, o óleo do pinhão-mansó foi utilizado como substituto do diesel e devido a esta necessidade, as pesquisas sobre o uso deste óleo em motores a diesel começaram a ser desenvolvidas, porém, foram abandonadas com a evolução da situação internacional pós-guerra (MARTINS e CRUZ, 1985; FOILD et al, 1996; HELLER, 1996; ARRUDA et al, 2004).

Com a crise do petróleo nos anos 70 do século passado, intensificaram-se os estudos sobre combustíveis alternativos aos derivados de petróleo, e houve uma conscientização do alto grau de poluição causado pelos combustíveis fósseis (petróleo e carvão mineral). Com isto, o uso de óleos vegetais para fins combustíveis reapareceu como uma das soluções imediatas frente a tal demanda, sendo o pinhão-mansó, considerado uma das mais promissoras fontes (SATURNINO et al., 2005).

Segundo Ackon e Ertel (2005), o óleo de pinhão reduz as emissões de CO₂, não emite gases de efeito estufa e contém enxofre em valores inexpressivos (não formando dióxido de enxofre que causa a chuva ácida), sendo, portanto, uma alternativa que atende aos fatores ambientais.

Arruda et al. (2004) citaram pesquisas onde o óleo de pinhão apresentou bom rendimento em motores a diesel, quando utilizado cru, contudo seu consumo é maior, devido à diferença do poder calorífico com relação ao diesel, o que também é descrito por Augustus et al. (2002), para quem este óleo deve ser usado como fonte energética intermediária.

Saturnino et al. (2006) também constataram em análises no CETEC-MG, que o óleo de pinhão-mansó tem 83,9% do poder calorífico do óleo diesel e com a substituição do diesel pelo óleo de pinhão-mansó, o consumo poderá ser 16,1% maior.

A substituição do diesel pelo óleo cru vegetal pode trazer alguns problemas aos motores, o que pode ser resolvido através de mudanças no motor ou pelo o processo de transesterificação do óleo, que consiste numa reação química entre o óleo vegetal com etanol (álcool comum) ou metanol, estimulada por um catalisador. Dessa reação também se extrai glicerina, produto com diversas aplicações na indústria química (MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2006a).

Melo et al. (2006), em avaliação preliminar do óleo de pinhão-manso para fins combustíveis, demonstraram que o processo de transesterificação não só foi satisfatório como também o biocombustível produzido apresentou-se dentro dos padrões da Agência Nacional do Petróleo (ANP) para uso tanto em substituição quanto em mistura ao óleo diesel.

Embora haja maior consumo do biocombustível gerado a partir do óleo de pinhão-manso pelos motores, esta se firma como alternativa sustentável, devido a diversos fatores, já que é fonte renovável e não-poluente e seu preço final, segundo perspectivas de Luiz Eduardo Dumont, gerente de operações da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) de Minas Gerais, poderá ser em torno do preço do litro do diesel, porém, seu custo de produção ao produtor está estimado em R\$0,29 por litro, tornando-o o mais baixo custo de produção, dentre as culturas produtoras de óleo (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2006b).

Em cultivos comerciais, a produtividade média é de 5 t ha⁻¹, com a cultura estabelecida e em condições favoráveis, ou seja, com disponibilidade de água e nutrientes, e cerca de 32% deste valor pode ser convertido em óleo vegetal (aproximadamente 1600 L ha⁻¹) (TEIXEIRA, 2005). Comparativamente, no caso da mamona (*Ricinus communis*), a produtividade média, nas mesmas condições anteriormente citadas para o pinhão-manso, é de 1,5 t. ha⁻¹, podendo, aproximadamente 48% deste total ser convertido em óleo, ou seja, cerca de 720 L . ha⁻¹; embora o teor de óleo da mamona seja maior (aproximadamente 16% a mais), a produtividade do pinhão-manso, nestas condições, é de quatro a cinco vezes superior, em toneladas por hectare, que a mamona, tornando esta cultura competitiva economicamente frente às outras oleaginosas (MIRAGAYA, 2005).

4. DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

a) Centro de origem e distribuição

O pinhão-manso tem centro de origem indeterminado, porém, a maioria dos relatos e estudos, cita as Américas do Sul e Central como centros de origem prováveis, sendo encontrada de forma espontânea em quase todas as regiões intertropicais, ocorrendo em maior escala nas regiões tropicais e em número bastante reduzido nas regiões temperadas (DUKE, 1983; HELLER, 1996; GÜBITZ et al, 1999; SWOT, 2002; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2006).

Segundo Openshaw (2000), a espécie está distribuída, principalmente, nas Américas, África e parte da Ásia; sendo largamente cultivada no México, Nicarágua, Tailândia e partes da Índia. No passado o arquipélago de Cabo Verde foi importante produtor/ exportador das sementes da espécie para Portugal. Atualmente, cultivos têm sido promovidos por organizações governamentais e não-governamentais no sul da África, Brasil, Mali e Nepal e em outros países através da iniciativa privada.

No Brasil, segundo Arruda et al. (2004) e Saturnino et al. (2005), sua distribuição geográfica é bastante vasta, devido à sua rusticidade, resistência a longas estiagens, sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis, desde a região Nordeste, Sudeste e o estado do Paraná.

b) Descrição botânica

O pinhão-manso é uma espécie da família Euphorbiaceae, do gênero *Jatropha*, espécie *Jatropha curcas* L. É uma arvoreta suculenta, de crescimento rápido, cuja altura é de 2 a 3 metros, mas pode alcançar até 5 metros. O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm; possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho pouco resistente e medula desenvolvida; floema com longos canais que se estende até as raízes, onde circula o látex, bastante caústico. O tronco, ou fuste, é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (DUKE, 1983; HELLER, 1996; SWOT, 2002; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

As folhas do pinhão são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma, com três a cinco lóbulos, pecioladas e com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior. Floração monóica, apresentando na mesma planta, mas com sexo separado, flores masculinas, em maior número, nas extremidades das ramificações e femininas nas ramificações, as quais são amarelo-esverdeadas diferenciando-se pela ausência de pedúnculo articulado nas femininas que são largamente pedunculadas (DUKE, 1983; HELLER,

1996; SWOT, 2002; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

O fruto é capsular, ovóide, com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm, trilobular, com uma semente em cada cavidade, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação. Contém de 53 a 62% de sementes e de 38 a 47% de casca, pesando cada uma de 1,53 a 2,85 g. 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 rijo, quebradiço de fratura resinosa. Debaixo do involúcro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados. A semente de pinhão, que pesa de 0,551 a 0,797 g, pode ter, dependendo da variedade e dos tratos culturais, etc, de 33,7 a 45% de casca e de 55 a 66% de amêndoa (DUKE, 1983; HELLER, 1996; SWOT, 2002; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

Na Figura 1 é apresentado o desenho botânico da espécie e suas respectivas descrições.

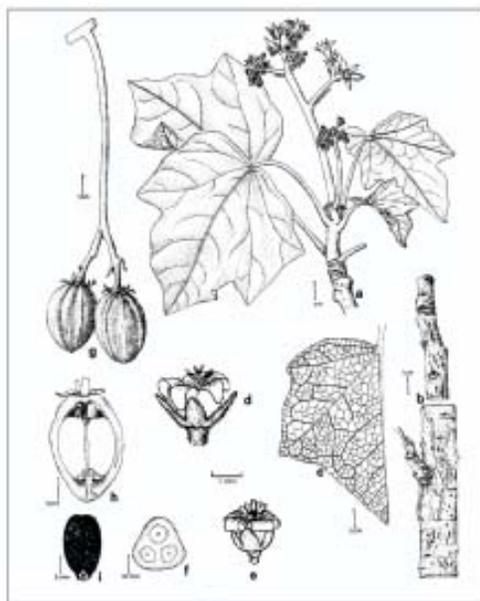


Figura 1 Partes importantes do pinhão-mansó: **a** – ramo florido, **b**- galho, **c**- folha, lado esquerdo, **d** - pistilo da flor, **e** - estame da flor, **f** - corte transversal no fruto imaturo, **g**- frutos, **h**- corte longitudinal nos frutos, **i** – semente. (Fonte: Heller, 1996).

c) Clima e solo

Duke (1983) classificou a cultura como tolerante a precipitações anuais de 1.430 mm, em média e temperaturas anuais médias de 25,2 °C. Já Heller (1996) indicou precipitações anuais entre 300 e 1000 mm, temperaturas médias anuais entre 20 e 28°C e altitude de 0-500 metros.

Com relação à precipitação anual, Foild L L. (1996), descreveram o desenvolvimento da cultura entre 250 e 3000 mm, podendo ser encontrada desde o nível do mar até 1800 m de altitude.

Swot (2002), relatou o crescimento espontâneo de pinhão-manso em regiões com precipitações abaixo de 500 a 600 mm e altitudes menores que 500 m, enquanto Arruda L L. (2004), indicaram regiões com altitudes entre 500 a 800 m como as mais propícias ao cultivo comercial da espécie.

Ainda Arruda et al. (2004), caracterizaram a planta como sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis, desde regiões tropicais secas, como nas zonas equatoriais úmidas, estando em concordância com os relatos de Duke (1983) e Heller (1996).

Embora pouco exigente em condições climáticas e adaptado a condições marginais de solos (degradados e pouco férteis), o pinhão-manso deve ser preferencialmente cultivado em solos profundos, bem estruturados, pouco compactados, drenados e preferencialmente, pouco argilosos (HELLER, 1996; ARRUDA L L., 2004; SATURNINO L L., 2005).

Segundo Foidl et al. (1996), a cultura desenvolve-se em todos os solos, exceto em Vertissolos, por preferir solos arenosos.

5. DESCRIÇÃO AGRONÔMICA

a) Sistemas de plantio e/ou semeadura

O pinhão-manso pode ser cultivado em diversos sistemas:

- plantio convencional: em quadras ou solteiro, sendo que o espaçamento entre plantas e a densidade de plantio são variáveis de acordo com as condições edafoclimáticas locais; a utilização de semeadura e plantio direto são técnicas possíveis de serem utilizadas neste sistema, entretanto, utiliza-se mais comumente mudas pré-cultivadas de sementes (FOIDL et al., 1996; GÜBITZ et al., 1999; OPENSHAW, 2000; AUGUSTUS et al., 2002; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005);

- plantio consorciado: nos dois primeiros anos pode-se cultivar nas entrelinhas culturas anuais, principalmente, culturas com fins alimentícios, para que desta forma ocorra a otimização da área até que a cultura do pinhão-manso comece a produzir e se estabilize (HENNING, 2000; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005);
- cercas-vivas: a finalidade deste sistema é fechar e/ou isolar áreas, como por exemplo, pastagens. Geralmente são plantadas por estacas, devido ao rápido crescimento vegetativo desta forma propagativa, entretanto, também são utilizadas mudas pré-cultivadas de sementes (DUKE, 1983; OPENSHAW, 2000; AUGUSTUS et al., 2002; ARRUDA et al., 2004; ACKOM e ERTEL, 2005; SATURNINO et al., 2005).

A escolha do sistema vai depender das condições locais e dos objetivos do agricultor (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

b) Preparo de solo

Segundo Arruda et al. (2004), o solo deve ser limpo, preparado com arado, de preferência de aiveca, devido ao melhor revolvimento e enterrio das sementes das plantas daninhas, sendo em seguida nivelado por uma grade leve. O solo pode ser preparado seco ou no ponto de friabilidade, dependendo de sua textura e estrutura.

Abreu et al. (2006), em experimento acerca do crescimento aéreo e radicular do pinhão-manso, sob diferentes níveis de compactação do solo, concluíram que a espécie é sensível à compactação do solo, sendo, portanto, necessário o prévio preparo em áreas com tais condições.

c) Calagem e adubação

Apesar da cultura ser indicada para áreas com restrições em nutrientes, como descrito por Heller (1996), Henning (2000), Augustus et al. (2002), Swot (2002), Ackom e Ertel (2005), alguns autores discordam de tais condições produtivas como sendo as ideais para a cultura com finalidade comercial. Arruda et al. (2004), relataram que em solos ácidos, com pH abaixo de 4,5, as raízes do pinhão-manso não se desenvolvem, sendo necessária a realização de calagem com base em análise química do solo; a calagem deve ser realizada cerca de três meses antes do plantio, com o calcário incorporado a profundidade de até 20 cm do solo, em duas aplicações, antes da aração e quando da gradagem específica para a correção do solo.

Saturnino et al. (2005), a correção do solo, quanto a seu teor de alumínio livre, pela calagem, tem efeito positivo sobre o

desenvolvimento do pinhão-manso. Foidl et al. (1996), por sua vez, citaram a espécie como demandante de grandes quantias de nitrogênio e fósforo, devido à alta produção de biomassa.

Openshaw (2000) relatou que a cultura necessita do uso de fertilizantes e que em situações de altos níveis de nitrogênio, ocorre aumento de produtividade.

Arruda et al. (2004) indicaram solos com altos teores de matéria orgânica, sendo recomendado o uso de adubação verde com leguminosas, pois, de modo geral, fornecem altos rendimentos por unidade de área plantada, fixando o nitrogênio atmosférico e transferindo aos solos, por decomposição orgânica, os nutrientes essenciais como fósforo, cálcio ou enxofre, além do nitrogênio.

Ainda, Saturnino et al. (2005), ao discutirem sobre as conclusões do Projeto Pinhão-Manso EPAMIG/ FINEP (relatório final relativo ao 1º período encerrado a 31 de março de 1985) evidenciaram que a cultura exige boa fertilidade do solo para ter alta produção de sementes.

d) Propagação da cultura

O pinhão-manso pode ser propagado por sementes ou por estaquia; a escolha do melhor método deverá ser em função da finalidade a que irá ser utilizada. Geralmente, para cercas-vivas, utilizam-se estacas, devido ao seu crescimento mais rápido, porém sua longevidade é bem menor e são menos resistentes à seca. Em cultivos comerciais, com fins para produção de óleo vegetal, recomenda-se o uso de sementes, por gerar plantas mais vigorosas e de maior longevidade, entre 30 e 50 anos (DUKE, 1983; HELLER, 1996; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

Segundo Arruda et al. (2004) e Saturnino et al. (2005), as sementes e estacas devem ser mantidas na sementeira até alcançarem cerca de 8 a 12 cm de altura, quando passam da fase herbácea para lenhosa, para serem levadas para o viveiro ou diretamente para o campo de cultivo.

e) Germoplasma e variedades

A espécie normalmente tem onze pares de cromossomos em suas células não-reprodutivas ($2n = 22$), porém, variações naturais podem ocorrer (DUKE, 1983; MARTINS e CRUZ, 1985; HELLER, 1996; SATURNINO et al., 2005).

Segundo Saturnino et al. (2005), ainda não se conhecem variedades melhoradas ou cultivares de pinhão-manso, no entanto, a maioria dos países interessados na cultura está prospectando a

diversidade genética dessa espécie e fazendo coleta de germoplasma, dentro de seu próprio território e ao redor do mundo, objetivando fins carburantes, alimentares e/ou medicinais da espécie, como já relatado em pesquisas por Heller (1996).

f) Plantio e espaçamento para fins comerciais

A melhor época para o plantio é no período das chuvas, para assegurar o bom desenvolvimento das plantas e deve ser realizado em covas (HELLER, 1996; ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

Para Martins e Cruz (1985), o espaçamento de 3 x 3 m é o mais indicado para a cultura. Heller (1996) relatou que para cultivos convencionais e para o uso em consórcio com culturas anuais, nos primeiros anos, os espaçamentos satisfatórios, com seus respectivos estandes são: 2 x 2 m (2.500 planta ha⁻¹), 2,5 x 2,5 m (1.600 plantas ha⁻¹) e 3 x 3 m (1.111 plantas ha⁻¹).

Arruda et al. (2004) indicaram o espaçamento de dois a cinco metros e o uso de covas com a dimensão de 30 x 30 x 30 cm. Para o uso em culturas consorciadas, o espaçamento deve ser de 70 x 90 cm. Após o pegamento das mudas procede-se à adubação de cobertura, incorporando os fertilizantes aos primeiros 5 ou 10 cm da cova, sendo que esta deve ser repetida após seis meses. Passado este período, a adubação deve ser feita uma vez por ano, seguindo análise de solo.

Saturnino et al. (2005) sugerem o uso de espaçamentos de 3 x 3 m e de 3 x 4 m, com covas de 30 x 30 x 30 cm em solos arenosos e de 50 x 50 x 50 cm em solos mais firmes, e 75 cm de profundidade em terrenos acidentados e muito compactados, como pastagens degradadas. Deve-se realizar adubação suplementar na cova de plantio, com a aplicação de pelo menos 10 L de esterco, para que as plantas tenham bom desenvolvimento. Mais comumente, recomenda-se os espaçamentos de 3 x 3 m e 3 x 2 m, correspondentes a 1.111 e a 1.666 plantas ha⁻¹, respectivamente (SATURNINO et al., 2006).

g) Irrigação

Embora descrita como cultura indicada para regiões áridas e semi-áridas, tolerante a restrições na disponibilidade de água, alguns autores descrevem a espécie com respostas positivas ao uso de irrigação, principalmente a fatores relacionados à produção e produtividade em cultivos comerciais, como é o caso do estudo de Openshaw (2000), o qual relatou que a cultura responde muito bem à irrigação, interferindo diretamente na produção, possibilitando de três a quatro colheitas por ano.

Saturnino et al. (2005) descrevem o uso de gotejamento, microaspersão e sulcos de infiltração no Norte do estado de Minas Gerais (Brasil); conjuntamente com estas técnicas de irrigação, o uso de cobertura morta contribuiu para diminuir o consumo de água de irrigação. No mesmo estudo, em Janaúba/MG (Brasil), os plantios irrigados avaliados tiveram suas colheitas estendidas ao longo do ano.

O pinhão-mansão por ser uma cultura tolerante ao efeito da salinidade, exceto na fase inicial de crescimento (VALE et al., 2006), esta pode ser irrigada com água salina, tolerando condutividade elétrica maior que 12 dS m⁻¹, valor considerado relativamente alto frente ao tolerado por outras culturas. Também demonstrou a capacidade de translocar sódio do solo, na forma de Na⁺, para a parte aérea da planta (DAGAR e TOMAR, 2002; DAGAR et al., 2006).

h) Tratos culturais, pragas e doenças

O controle de plantas daninhas deve ser realizado sempre que necessário, seja por meio de capinas manuais ou pelo uso de herbicidas, principalmente, em estádios iniciais de crescimento devido à competição e, posteriormente por ser abrigo de possíveis pragas e doenças (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

Ao contrário do difundido, a cultura é atacada por algumas pragas e doenças. Arruda et al. (2004) indicaram que o principal problema com pragas é com cochonilhas e pulgões.

Heller (1996) descreveu problemas com pragas e doenças no Zimbábue, principalmente, devido às plantas encontrarem-se sob estresse; já na Nicarágua, onde estudos para o controle adequado destas pragas e doenças estão sendo desenvolvidos.

São descritos diversos danos, desde murchas a chochamento de sementes, causadas por pragas, como por exemplo, o besouro-azul, o coleóptero *Calidea dregei* e doenças, como o “*damping off*” causado por *Fusarium spp.*

Saturnino et al. (2005) relataram problemas com formigas, cupins, tripes, ácaro-branco, percevejos e cigarrinha-verde em plantios na cidade de Janaúba/MG (Brasil), combatidos com controle químico; com relação às doenças. Na mesma região, foi relatado ataque por oídio ou mofo-branco, que pode ser facilmente controlado com a aplicação de enxofre em pó. Outras doenças foram relatadas pelos autores, porém, apenas com descrição na bibliografia.

i) Colheita e beneficiamento

Os frutos são colhidos após a maturação que ocorre com o

escurecimento das cápsulas. Após a colheita, o material é transportado para um terreiro e segue-se a secagem ao ar, onde é amontoado. Esta prática provoca a deiscência espontânea dos frutos. A separação das sementes das cascas é feita por meio de trilhadoras e peneiras (ARRUDA et al., 2005).

O método mais prático e rápido de colheita dos frutos, ao contrário do processo tradicional de catação manual, é fazer vibrar o pé de pinhão, à meia altura, o que provoca a queda apenas dos frutos maduros. Neste caso, pode-se colocar uma lona sobre o solo, para tornar a colheita mais simples, e leva-se então, a carga de frutos ao solo para secagem (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

Segundo Saturnino et al. (2005), as sementes devem ser retiradas dos frutos e postas a secar a sombra em local bem ventilado e, depois de secas, podem ficar armazenadas antes de serem processadas. Martins e Cruz (1987) apontaram valores de produtividade de 3 a 4 t anuais de óleo por hectare.

Openshaw (2000) relatou que em Mali, a produtividade média em sistema de sequeiro, fica entre 2,5 e 3,5 t ha⁻¹; já SWOT (2002), 2 e 2,4 t. ha⁻¹, nas mesmas condições. Sob irrigação, com a produção estabilizando-se entre quatro a cinco anos, pode-se produzir mais de 2,5 t ha⁻¹ (SATURNINO et al., 2006).

O teor médio de óleo das sementes é de 35% (MARTINS e CRUZ, 1985; HENNING, 2000; SWOT, 2002; ACKOM e ERTEL, 2005; EMBRAPA Semi-Árido, 2006). Teixeira (1987), ao avaliar o teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha spp.*, constatou que o teor de óleo das sementes avaliadas variou de 23 a 34%, justificando tais diferenças em função da localidade, tratos culturais e variedades.

6. CONCLUSÕES

Observa-se de modo geral, que as informações técnicas acerca da cultura são bastante escassas e por vezes conflitantes. Cabe aqui ressaltar a eminente necessidade de estudos desta espécie, tanto no que diz respeito às questões agronômicas, bem como de produção de óleo para fins combustíveis, ademais, estudos específicos sob condições produtivas de nosso país, evidenciando as necessidades em cada região potencialmente produtora (estados do Nordeste, Sudeste e o estado do Paraná), também se fazem necessários.

Esta é uma espécie com grande potencial, porém, também com grande número de incertezas em todos seus aspectos produtivos:

econômicos, sociais, ambientais, políticos e energéticos, enfim, sua sustentabilidade ainda não foi comprovada, nem no Brasil e nem fora dele.

7. REFERÊNCIAS

ABREU, H. A. et al. Crescimento aéreo e radicular de pinhão-manso sob diferentes níveis de compactação do solo. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ ABIPTI, 2006, v. 1, p. 144-149.

ACKOM, E. K., ERTEL, J. An alternative energy approach to combating desertification and promotion of sustainable development in drought regions. In: FORUM DER FORSCHUNG, 18, 2005, Eigenverlag. **Anais...** Eigenverlag: BTU Cottbus, 2005, p. 74-78.

ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

AUGUSTUS, G. D. P. S. et al. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass & Bioenergy**, Silver Spring, n. 23, p. 161-164, 2002.

ÁVILA, S. et al. Métodos para desintoxicação de tortas de oleaginosas. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ ABIPTI, 2006, v. 2, p. 34-37.

BALTAZAR, A. P. et al. As fontes alternativas de energia já estão sendo usadas. **Revista Veja**, São Paulo, n. 50, p. 162-172, 2006.

DAGAR, J. C. et al. Performance of some under-explored crops under saline irrigation in a semiarid climate in Northwest India. **Land Degradation & Development**, Swansea, v. 3, n. 17, p. 285-299, 2006.

DAGAR, J. C., TOMAR, O. S. Utilization of salt affected soils & poor quality waters for sustainable biosaline agriculture in arid and semiarid regions of India. In: ISCO Conference, 12, 2002, Beijing. **Anais...** Beijing: ISCO, 2002, p. 340-347.

DUKE, J. A. **Handbook of energy crops**. Disponível em <http://C:\WINDOWS\TEMP\purdue_university.htm>. Acesso em: 16 set. 2006

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Semi-árido. **Pinhão-manso: pesquisa da Embrapa avalia planta para produção de biodiesel no semi-árido**. Disponível em <<http://www.cpatsa.embrapa.br/>>. Acesso em: 05 out. 2006.

FOIDL, N. et al. *Jatropha curcas* L. as a source for production of biofuel in Nicaragua. **Bioresource Technology**, Fayetteville, n. 58, p. 77-82, 1996.

GÜBITZ, G. M. et al. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. **Bioresource Technology**, Fayetteville, n. 67, p. 73-82, 1999.

HELLER, J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L.: promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. 1 ed. Roma: IPGRI, 1996, 66 p.

HENNING, R. Use of *Jatropha curcas* oil raw material and fuel: an integrated approach to create income and supply energy for rural development – Experiences of the *Jatropha* Project in Mali, West Africa. In: INTERNACIONAL FOLKCENTER FOR “RENEWABLE ENERGY – A VEHICLE FOR LOCAL DEVELOPMENT”, 2, 2000, Denmark. **Anais...** Denmark: 2000, 1-4.

MARTINS, E. R. F., CRUZ, N. D. Pesquisas em desenvolvimento com pinhão-paraguaio no Instituto Agrônomo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 109-113, 1985.

MCT. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**. Disponível em < <http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 11 jul. 2006a.

MCT. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Produção de biodiesel supera expectativas**. Disponível em < <http://agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/34345.html>>. Acesso em: 25 ago. 2006b.

MELO, J. C. et al. Avaliação preliminar do potencial do pinhão-manso para a produção de biodiesel. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ ABIPTI, 2006, v. 2, p. 198-203.

MIRAGAYA, J. C. G. Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 7-13, 2005.

OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass & Bioenergy**, Silver Spring, n. 19, p. 1-15, 2000.

SATURNINO, H. M. et al. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SATURNINO, H. M. et al. **Implantação de unidades de validação de tecnologia pinhão-manso**. Nova Porteirinha, 2006. 5 p. Projeto de Pesquisa, Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha, 2006.

SWOT. **Summary of current knowledge: an industry and market study of plant products from five trees in Southern Africa – *jatropha***

or physic nut. Washington, 2002. 15 p. Relatório de Projeto, Internacional Programs Washington State University, Washington, 2002.

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

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.

VALE, L. S. et al. Efeito da salinidade da água sobre pinhão-mansão. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BODIESEL, 1, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ ABIPTI, 2006, v. 1, p. 87-90.

VENTURI, P., VENTURI, G. Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. **Biomass & Bioenergy**, Silver Spring, v. 25, p. 235-255, 2003.



Versão eletrônica disponível na internet:

www.unioeste.br/saber