

Cultura do Pinhão Manso, aspectos tecnológicos e econômicos para a produção de biodiesel

Fábio Boligon¹, Reginaldo Ferreira Santos^{1,2}, Reinaldo Aparecido Bariccatti¹, Igor Eduardo Lunelli¹, Augustinho Borsoi¹, Octavio Henrique Viana²

¹ Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PPGEA – Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado *Stricto Sensu*. Rua Universitária, 2069 - CEP: 85.819-110 Jardim Universitário, Cascavel, PR.

² Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

fboligon@yahoo.com.br, rfsantos@unioeste.br, barricatti@unioeste.br, igor@agro.eng.br, borsoiaugusto@hotmail.com

Resumo: O Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), pertencente à família das Euforbiáceas e de origem pouco conhecida, é uma oleaginosa, de ciclo perene, bastante rústica e que se adapta facilmente a situações adversas de clima, solo como baixa fertilidade e estresse hídrico. Caracteriza-se como um arbusto de crescimento rápido, com altura média de dois a três metros, podendo chegar à altura máxima de cinco metros. Em países da África, Ásia e América Latina existem programas de incentivo à exploração desta cultura, cujo fruto além de ser utilizado para fins medicinais, apresenta bom teor e qualidade de óleo para utilização na produção de biocombustíveis. É uma alternativa ao combustível de petróleo e ainda atuando como uma alternativa também na ampliação do desenvolvimento rural principalmente em regiões áridas e semiáridas onde a pobreza do solo é maior, permitindo que a população carente e dependente da agricultura familiar desfrute de suas vantagens econômicas. Possui bom teor de óleo, até 42% e potencial produtivo de até 6.000 kg ha⁻¹. O seu óleo não é comestível, mas de excelente qualidade para uso industrial. É uma espécie pouco difundida e muito carente de informações agronômicas e recomendações técnicas de cultivo, necessitando de maiores investimentos para melhoramento de sua qualidade e potencial produtivo.

Palavras-chave: Oleaginosa, biodiesel, agricultura familiar.

Culture of *Jatropha* and its technological aspects for the production of biodiesel

Abstract: The Physic nut (*Jatropha curcas* L.), belonging to the family of Euphorbia and little-known source, is a perennial nut, cycle, quite rustic and that adapts easily to adverse situations of climate, soil as low fertility and water stress. Characterized as a fast-growing shrub, with average height of two to three meters and may reach the maximum height of five meters. In countries from Africa, Asia and Latin America there are programs to encourage the exploitation of this culture, whose fruit is used for medicinal purposes, presents good content and quality of oil for use in the production of biofuel. It's an alternative to fuel oil and still acting as an alternative also in increasing rural development especially in arid and semiarid regions where poverty is greater soil, allowing the needy population dependent on Agriculture and family enjoy its economic advantages. Has good oil content, up to 42% and productive potential of up to 6,000 kg ha⁻¹. Its oil is not edible, but excellent quality for industrial use. Is a kind little widespread and very needy agronomic information and recommendations cultivation techniques, requiring larger investments for improvement of its quality and productive potential.

Keywords: Oilseed, biodiesel, family farming.

Introdução

A espécie *Jatropha curcas* L. (pinhão-mansão), pertencente à família das Euforbiáceas, também conhecido como pinhão do Paraguai, purgueira, pinha-de-purga, grão-de-maluco, pinhão-de-cerca, pinhão-bravo, figo-do-inferno, pinhão-das-barbadas, dentre outros (Drummond *et al.*, 1984).

É um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é dois a três metros, podendo chegar a cinco metros, com folhas verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma, caule liso e cilíndrico, apresentam floração monoica na mesma planta, mas com sexo separado (Arruda *et al.*, 2004).

Os frutos maduros são carnudos tipo cápsula trilocular, com três sementes, apresentavam o epicarpo com coloração externa marrom-escuro e os frutos secos apresentavam o epicarpo de coloração preta e em fase de deiscência, mesocarpo seco e sementes de coloração preta, com presença de estrias (Nunes *et al.*, 2008).

Sua origem é controversa, pois segundo Lorenzi *et al.* (2001), esta espécie é tratada como exótica, ou como sendo de matas tropicais, ainda sobre sua origem o primeiro autor a lhe descrever foi Linnaeus em 1753 na América Central, entretanto existem autores que lhe descrevem como sendo nativa do Brasil, conforme (Arruda *et al.*, 2004) “o pinhão manso espécie nativa do Brasil [...]”, e segundo este mesmo autor a espécie tratada neste trabalho “[...] foi introduzida pelos portugueses nas Ilhas do arquipélago de Cabo Verde e Guiné de onde foi disseminada pelo continente africano”.

Em diversos países da África (Mali, Sudão, Cabo Verde, Sul da África, Zâmbia, Zimbabwe, Tanzânia), Ásia (Índia) e América Latina (Nicarágua) já existem programas oficiais ou iniciativas particulares, voltados à agricultura familiar, incentivando o plantio de pinhão-mansão em regiões áridas e semiáridas, incentivando a ampliação do desenvolvimento rural nessas regiões e permitindo que a população participe dos benefícios econômicos dessa cultura (Henning, 1999; Augustus *et al.*, 2002; Forson *et al.*, 2004).

Devido ao interesse recente pela exploração do pinhão-mansão como cultura oleaginosa, existem atualmente poucas informações sobre as recomendações técnicas de manejo, principalmente as referentes ao controle de plantas daninhas. Dessa maneira, semelhante a outras culturas perenes, a interferência das plantas daninhas no período inicial de desenvolvimento das plantas de pinhão-mansão pode comprometer o crescimento e o desenvolvimento vegetativo, bem como a quantidade e a qualidade do óleo das sementes.

Entre os métodos de controle das plantas daninhas, a utilização de herbicidas não seletivos aplicados de forma dirigida na linha de plantio pode apresentar-se como excelente

alternativa, considerando principalmente o controle dessas espécies em extensas áreas de plantio, a exemplo do que é utilizado em culturas como eucalipto, pinus e de várias frutíferas (Rodrigues e Almeida, 2005; Santos *et al.*, 2006; Gravena *et al.*, 2009).

O pinhão-mansão destaca-se o seu crescimento e sobrevivência com poucos cuidados em terras marginais (de pouco fertilidade). É uma planta de fácil propagação, pode ser usada no controle de erosão (redução da erosão do vento ou da água) e a sua torta é muito valiosa como adubo orgânico, além da sua semente ser usada na produção de biodiesel (RETEC, 2006). Além disso, o pinhão-mansão permanece em produção por mais de 30 anos (EPAMIG, 2003).

Parte do interesse pelo cultivo desta espécie está relacionada ao uso da semente, matéria-prima na produção de óleos para a obtenção do biodiesel, empregada também na fabricação de sabão e tinta. Além disso, a planta também pode ser usada como cerca viva e empregada em indústrias farmacêuticas e cosméticas (Openshaw, 2000; Augusto *et al.*, 2002).

Estudos referentes à utilização de óleos vegetais como matéria-prima para produção de combustível para motores a diesel estão aumentando mundialmente, principalmente por ser fonte renovável de energia. Assim, diante das tendências agroenergéticas, o Brasil destaca-se por possuir áreas disponíveis para a produção em grande escala além de espécies nativas com potencial para a produção de biocombustível – a exemplo do pinhão-mansão (*Jatropha curcas*) (Teixeira 2005).

De acordo com Lima *et al.* (2007) o pinhão manso é uma espécie oleaginosa perene cujo óleo pode ser utilizado na produção de biocombustíveis, sendo mais uma alternativa para a redução da utilização dos combustíveis fósseis. Esse mesmo autor sugere a incorporação dessa planta ao sistema de produção da agricultura familiar.

A substituição do óleo diesel e outros derivados de petróleo pelo biodiesel além de ser estratégico pelo fato ser uma fonte de energia renovável também contribuem para a redução da emissão de gases poluidores na atmosfera. Por essas razões, a utilização do biodiesel como combustível vem ganhando cada vez mais importância no cenário mundial (Costa *et al.*, 1999).

Além de ser uma fonte alternativa de biodiesel são atribuídas ao pinhão manso algumas propriedades medicinais, baseadas no conhecimento tradicional, o que faz com que o mesmo seja cultivado nos quintais de casas da região semiárida no Nordeste do Brasil (Albuquerque, 2002). Blair e Madrigal (2005) relatam que na Colômbia a população também faz usos de *Jatropha curcas* L. baseada em informações provenientes da medicina tradicional,

usando-a como medicamento contra o paludismo, doenças parasitárias, doenças do fígado, vírus, icterícia, entre outros.

Por apresentar ciclo reprodutivo bastante prolongado, a planta pode chegar a 40 anos, com média de produtividade de 2,0 ton.ha⁻¹ de sementes (Purcino e Drummond, 1986; Arruda *et al.*, 2004; Saturnino *et al.*, 2005). A planta pode ser encontrada em quase todas as regiões intertropicais, com maior ocorrência nas regiões tropicais úmidas, como também em solos áridos e pedregosos, podendo suportar longos períodos de secas. Devido a essa larga distribuição, essa espécie se multiplica em ambientes variados, obtendo maior êxito em solos profundos, bem estruturados e pouco compactados (Drummond *et al.*, 2007 *apud* Blair e Madrigal, 2005).

No Brasil, o pinhão-manso adaptou-se as mais variáveis condições edafoclimáticas, sua distribuição geográfica ocorre desde o estado de São Paulo para Norte e Oeste do país, ocorrendo, sobretudo nos estados do Nordeste, em Goiás e Minas Gerais (Drummond *et al.*, 1984; Epamig, 2003). Cresce espontaneamente no Nordeste brasileiro, principalmente nas regiões mais secas do semiárido, sendo considerado uma opção agrícola para essa região, por ser uma espécie nativa com forte resistência à seca (Arruda *et al.*, 2004). Segundo BiodieselBr (2008), o pinhão-manso pode ser considerado uma das mais promissoras oleaginosas do Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil para substituir o diesel de petróleo.

Trata-se de uma espécie que não está sendo explorada comercialmente no Brasil, pois se encontra em processo de domesticação, mas trata-se de uma planta oleaginosa potencialmente viável para a obtenção do biodiesel (Carnielli, 2003; EMBRAPA, 2006). Pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia desta planta; não existem cultivares definidas e alguns aspectos agrônômicos ainda carecem de investigação como, por exemplo, a densidade ideal de plantas e a configuração de plantio (Beltrão, 2006); entretanto, com a possibilidade de uso do óleo de pinhão-manso para a produção do biodiesel, novas e amplas perspectivas se abrem para o aumento das áreas de plantio com esta cultura no semiárido nordestino.

Segundo Bridi (2007), o pinhão-manso é a grande aposta do agronegócio para a produção de biodiesel, pois apresenta uma produtividade bem acima das demais sementes normalmente utilizadas para esse fim (três vezes superior à mamona e duas vezes superior ao girassol). Esse autor relata que no Espírito Santo seu cultivo é indicado para a Região Noroeste do Estado, pois a mesma apresenta o menor índice pluviométrico. Além de ser uma fonte alternativa de biodiesel são atribuídas ao pinhão manso algumas propriedades

medicinais, baseadas no conhecimento tradicional, o que faz com que o mesmo seja cultivado nos quintais de casas da região semiárida no Nordeste do Brasil (Albuquerque, 2001).

Frente à possibilidade de utilização da espécie *Jatropha curcas* L. tanto para produção de biodiesel, como também para a produção de fitoterápicos são necessárias informações referentes ao seu crescimento e desenvolvimento para que a produção de mudas dessa espécie seja conduzida de forma a se obter a maior qualidade das mesmas.

Diversos estudos relacionados com o comportamento fisiológicos de plantas diferentes foram realizados em espécies oleaginosas a exemplo da mamona, do amendoim, buscando compreender, sobretudo, a capacidade fotossintética, condutância estomática e potencial hídrico em condições ambientais controladas e sob condições naturais (Nogueira e Santos, 2000; Beltrão *et al.*, 2003; Erismann *et al.*, 2006). Por outro lado, pouco se sabe sobre a fisiologia do pinhão-mansão. Portanto, pesquisa para se elucidar como esses parâmetros fisiológicos afetam o crescimento e desenvolvimentos dessa espécie ao longo do ano podem fornecer valiosas informações sobre comportamento da espécie em condições de campo.

Com o advento do Programa Brasileiro de Biodiesel e o surgimento de grande demanda por óleos vegetais, o pinhão manso (*Jatropha curcas*) tem sido divulgado como uma alternativa para fornecimento de matéria-prima. Esta escolha se baseia na expectativa de que a planta possua alta produtividade de óleo, tenha baixo custo de produção (por ser perene) e seja resistente ao estresse hídrico, o que seria uma vantagem significativa principalmente na região semiárida do país.

No entanto, causa grande apreensão aos técnicos que vêm trabalhando com pinhão manso no Brasil, o incentivo ao plantio do pinhão manso em extensas áreas, pois é uma cultura sobre a qual o conhecimento técnico é extremamente limitado. Grande parte das informações divulgadas sobre a cultura provém de fontes pouco confiáveis, principalmente da Internet, em páginas de empresas privadas, onde as vantagens da planta são exaltadas, mas suas limitações omitidas. (Beltrão *et al.*, 2007).

A mamona e o pinhão manso são exemplos de fontes energéticas biodegradáveis. Estas culturas possuem uma rusticidade de grande expressão, adaptadas às mais diversas condições edafoclimáticas, e sobrevivem bem em condições de solos marginais de baixa fertilidade natural (Arruda *et al.*, 2004; Saturnino *et al.*, 2005; Dias *et al.*, 2007), suportando solos com características físicas indesejáveis para várias outras culturas. Todavia, para se obter alta produtividade de frutos, são exigentes em solos férteis e com boas condições físicas. Para desenvolvimento máximo destas culturas o solo deve estar em uma faixa ideal de

pH, apresentando ausência de características de acidez, caso contrário o mesmo necessitará de uma aplicação corretiva de acidez dos solo.

Laviola e Dias (2007) comentam que os resultados de pesquisas com a cultura do pinhão-manso são ainda incipientes e preliminares. Todavia, vem se observando extraordinária expansão da área cultivada com essa espécie. Embora não haja ainda dados estatísticos para todo o Brasil, o exemplo de Viçosa, município da Zona da Mata mineira, é bem representativo. A microrregião desse município cultivava, em 2005, 1.030 ha com pinhão-manso. Esse crescimento de área plantada tem gerado expressiva demanda por informações, principalmente no que se refere às necessidades nutricionais da planta.

Observa-se em estudos concluídos, que a planta, embora tolerante, tem o crescimento afetado pela salinidade ou compactação do solo (Vale *et al.*, 2006). O pinhão-manso tem sido mais estudado por suas propriedades químicas e seus empregos medicinais e biocidas, entretanto, poucos são os estudos agronômicos (Saturnino *et al.*, 2005), quanto ao seu crescimento em solos compactados.

Em adição, estudos mostram as influências dos fatores climáticos nos eventos fenológicos em diversos gêneros de *Jatropha*. Maya e Arriaga (1996) estudando as espécies *Jatropha cinerea* e *Jatropha cuneata*, afirmaram que o desenvolvimento está diretamente correlacionado ao período chuvoso. Já Sayer e Newbery (2003) verificaram a influência da pluviosidade nas diversas feno fases em *Jatropha gaudereri* e observaram alto índice de abscisão foliar com o fim da época chuvosa. Sendo a abscisão foliar, formação de folhas novas, floração e frutificação as quatro principais feno fases consideradas na maioria desses estudos.

Santos *et al.* (2005) estudando as espécies de *Jatropha mutabilis* e *Jatropha mollissima* típicas de áreas de Caatinga, observaram que as espécies possuíam padrão de floração do tipo contínuo produzindo flores ao longo de todo o ano, apresentando pico de floração entre os meses de outubro e novembro. Ferraz *et al.* (1999) verificaram na espécie *Alchornea sidifolia* pertencente também da família Euphorbiaceae que a maior concentração de plantas floridas ocorreu na época chuvosa o que estaria relacionada não só a disponibilidade de água para as plantas, mas também com baixas temperaturas observando assim a influência desses fatores climáticos em suas feno fases.

A colheita dos frutos de pinhão-manso extrai elevada quantidade de nutrientes do solo; se estes não forem adequadamente repostos pela adubação, poderá ocorrer empobrecimento do solo ao longo dos anos de cultivo.

A recomendação de adubação de uma cultura depende das demandas nutricionais das plantas para os crescimentos vegetativo e reprodutivo (Laviola *et al.*, 2007). Também deve ser levada em consideração a eficiência de aproveitamento dos adubos aplicados e a fração de nutrientes suprida pelo solo (Prezotti, 2001).

As exigências de nutrientes minerais são menores nos dois primeiros anos de cultivo, aumentando rapidamente após o terceiro ano de implantação da cultura. Esta é uma fração do que deve ser aplicado anualmente à lavoura, pois devem ser consideradas também a quantidade de nutrientes alocados na biomassa vegetativa e a quantidade de nutrientes que deixa de ser absorvida pela planta, em razão das diferentes taxas de recuperação dos diversos nutrientes do solo (Prezotti, 2001).

O pinhão-mansinho possui alto teor de nutrientes em seus tecidos, apresentando a seguinte ordem de acúmulo no limbo foliar: $N > Ca > K > Mg > P > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu$. Já em frutos maduros, observou-se a seguinte ordem de acúmulo de nutrientes: $N > K > Ca > P \geq Mg > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu$. Nota-se que existem algumas particularidades em relação ao requerimento de macro e micronutrientes para formação das folhas e frutos, principalmente em relação à exigência de Cálcio.

É importante ressaltar que o pinhão-mansinho foi plantado em um solo de média a alta fertilidade. Por um lado, a ordem no acúmulo de nutrientes pelas folhas foi similar àquela observada por Saturnino *et al.* (2005), com apenas ligeiras diferenças no teor de alguns nutrientes. Por outro lado, os teores foliares de macro nutrientes foram superiores às observadas por Beltrão *et al.* (2007); estes coletaram todas as folhas de uma planta de 100 dias para análise química. A padronização dos órgãos amostrados foi importante para fazer comparações e o diagnóstico nutricional de plantas. Nesse sentido, para se realizar amostragem foliar, sugere-se a coleta de folhas recém-expandidas, entre a sexta e a oitava folha abaixo da inflorescência.

A vantagem de efetuar a amostragem de folhas em ramos com inflorescência é a de se avaliar o status nutricional da planta prematuramente, antes que os frutos se tornem drenos. Assim, se porventura a planta apresentar alguma deficiência nutricional nessa época, é possível corrigir o problema antes que este cause prejuízo à formação dos frutos e, conseqüentemente, à produção de grãos. O Nitrogênio foi o nutriente requerido em maior quantidade para formação das folhas, bem como para suprir as demandas metabólicas dos frutos.

O pinhão-mansinho é uma planta que apresenta alta taxa de crescimento, sendo o N essencial para a assimilação do C e formação de novos órgãos na planta (Taiz e Zeiger, 2004).

Comparado às outras plantas, como cafeeiro (Laviola *et al.*, 2006), goiabeira (Haag *et al.*, 1993) e laranjeira (Mattos Jr. *et al.*, 2003), o pinhão-manso apresentou maior teor de N nos frutos. A relação N/K foi de 2,3 nas folhas e de 1,4 nos frutos, indicando que na fase em que a planta entra em produção há aumento do seu requerimento por K. Este nutriente possui papel importante na formação dos frutos, atuando no transporte de foto assimilados no floema (Marschner, 1995).

A deposição de biomassa no fruto é acompanhada, necessariamente, pelo acúmulo de K. Além disso, este é um nutriente requerido na ativação de diversas enzimas essenciais à síntese de compostos orgânicos, entre eles o amido (Marschner, 1995; Marengo e Lopes, 2005). Apesar de o Fosforo estar entre o quarto e o quinto nutriente mais requerido pela cultura, ele é muito limitante, sobretudo na fase inicial de crescimento do pinhão-manso.

Além de os solos brasileiros apresentarem baixo teor natural de P, este nutriente é rapidamente fixada pela fração argila, constituída, principalmente, por óxidos de Ferro e Alumínio, (Novais e Smyth, 1999). Em alguns resultados de pesquisas constata-se que nos primeiros anos de cultivo o pinhão é muito responsivo à adubação fosfatada (Silva *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2007). (Laviola e Dias).

Assim, o fornecimento de P para o pinhão-manso, sobretudo nos primeiros anos de cultivo, deve ser em maior quantidade que o acumulado pela planta. À medida que a planta cresce, a área de exploração do sistema radicular se expande e a eficiência de recuperação de P no solo aumenta (Prezotti, 2001).

O Ca foi o segundo nutriente mais exigido para a formação das folhas e o terceiro mais acumulado pelos frutos. Isso demonstra que a cultura é exigente em Ca, sendo importante que o solo apresente teores adequados desse nutriente para não limitar seu crescimento e sua produção. De modo geral, é ideal que o teor de Ca no solo seja mantido na faixa adequada, ou seja, acima de $3,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$, considerando uma relação de 4 a 3:1 com o Magnésio (Alvarez V. *et al.*, 1999).

O Boro e Cálcio são indispensáveis à germinação do grão de pólen, ao crescimento do tubo polínico e, conseqüentemente, à fecundação da flor (Marschner, 1995). Entre os micronutrientes mais limitantes (B, Zn e Cu), o B foi o mais requerido. O fornecimento inadequado deste nutriente pode contribuir para uma redução de produtividade, devido a um menor pegamento da florada.

Material e Métodos

Este trabalho é pesquisa exploratória-bibliográfica, e a metodologia adotada tem como base a exploração de dados e informações das agências governamentais, confrontados com outras informações disponíveis e com dados secundários, ou seja, trabalhos relacionados ao tema de estudo. O material foi elaborado a partir de material já publicado, constituído de livros, teses e dissertações, artigos de periódicos, material disponibilizado na internet e documentação técnica. Os dados obtidos foram trabalhados e interpretados de maneira a torná-los compreensíveis.

Resultados e Discussão

Na Tabela 01 pode-se verificar a produtividade em óleo de algumas matérias primas disponíveis para a produção de biodiesel, sendo mais indicadas para a região sul do Brasil.

Tabela 01: Produtividade e teor médio de óleo de algumas oleaginosas brasileiras

Oleaginosa	Teor de óleo (%m ³)	Produtividade (kg ha ⁻¹ ano)	Produção de óleo (kg ha ⁻¹ ano)
Girassol	42	1.600	672
Canola	38	1.800	684
Soja	18	2.600	468
Algodão	15	1.800	270
Pinhão manso	33	4.000	1.320

Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2008).

De acordo com a Tabela 1 pode observar que o pinhão manso tem um potencial de produção de óleo elevado em comparação com outras oleaginosas. Quando plantado no princípio da estação chuvosa, o pinhão-manso inicia a produção de frutos já no primeiro ano de cultivo, embora atinja o seu clímax produtivo a partir do quarto ano, com capacidade produtiva potencial por mais de 40 anos.

De acordo com informações mais atuais, a planta produz, em média, 100, 500, 2.000 e 4.000 g planta⁻¹ de sementes no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos de cultivo, respectivamente (Tominaga *et al.*, 2007). Dependendo do espaçamento, a produtividade pode passar dos 6.000 kg ha⁻¹ de sementes. Com essa produtividade, é possível produzir mais de 2.000 kg ha⁻¹ de óleo. No entanto, com o melhoramento genético e aprimoramento do sistema de produção, acredita-se que o pinhão manso possa produzir acima de 4.000 kg ha⁻¹ de óleo.

De acordo com Carnielli (2003), o pinhão-manso produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare ano⁻¹, apresentando rendimento de 4 a 5 kg de frutos por planta e teor de óleo na semente de 35% a 40%. Segundo informações da APTA (2007), em análises

comparativas realizadas recentemente pela Embrapa, é previsto um rendimento médio da soja de 375 a 600 quilos de óleo por hectare (kg ha^{-1}); da mamona, de 350 a 1.188 kg ha^{-1} ; do girassol, de 630 a 725 kg ha^{-1} , e com previsão futura, que o pinhão-mansão possa produzir entre 1.340 a 3.200 kg ha^{-1} , podendo chegar a 8.000 kg ha^{-1} , dependendo do teor de óleo na planta (entre 30 a 50%) e da tecnologia de produção empregada.

Em 2008, a cultura ocupava cerca de 900 mil hectares em todo o mundo, sendo 760 mil na Ásia, 120 mil na África e 20 mil hectares na América Latina. Estima-se que em 2015, o pinhão estará plantado em 12,8 milhões de hectares. O maio produtor na Ásia deve ser a Indonésia. Na África, Gana e Madagascar serão os maiores, e na América Latina, o Brasil, de acordo com relatório das duas agências da ONU.

A Tabela 2 disponibiliza a distribuição de área por cultura oleaginosa no Brasil entre os anos de 1995 a 2008.

Tabela 2: Área cultivada com algumas culturas destinadas a produção de energia

Cultura	Área cultivada (mil hectares)			
	1995	2005	2007	2008
Algodão (em caroço)	1.104	1.258	1.121	1.080
Amendoim (em casca)	95	136	103	113
Cana-de-açúcar	4.559	6.172	6.692	7.601
Mamona	120	231	154	163
Soja	11.675	22.949	20.581	21.295
Total	17.553	30.746	28.651	30.252

De uma maneira geral, percebe-se através da Tabela 2 que ocorreu uma expansão em áreas para agricultura entre 1996 e 2006 se mantendo estável entre os anos de 2007 e 2008. A principal contribuição para o aumento destas áreas foram as culturas de soja (que, praticamente, dobrou a quantidade de área em 10 anos) seguido pela cana de açúcar.

O pinhão manso tem sido divulgado no Brasil como uma espécie promissora para a produção de biodiesel, pela sua alta produtividade e qualidade do óleo (Tabela 3).

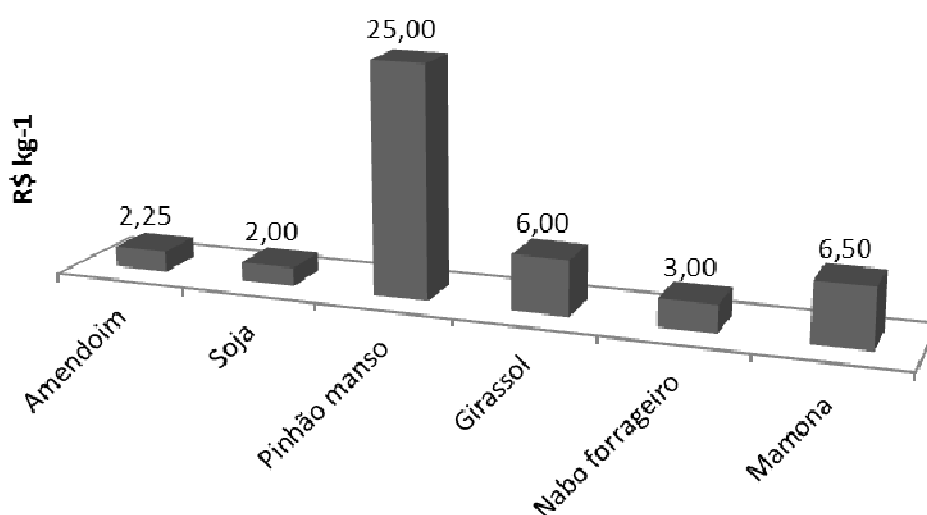
Observando a Tabela 3 verifica-se que, o biodiesel de óleo de pinhão manso possui características semelhantes ao diesel de petróleo, possuindo baixo ponto de solidificação (diesel leva vantagem nesse quesito), pouco enxofre, podendo ser utilizado em regiões mais frias. Também possui maior peso específico, valor de cetano e ponto de fulgor.

Tabela 3: Comparação entre o biodiesel de óleo de pinhão manso com diesel de petróleo

Parâmetro	Diesel	Biodiesel de pinhão manso
Energia (MJ kg ⁻¹)	42.6 - 45.0	39.6 - 41.8
Peso Específico (15/40 °C)	0.84 - 0.85	0.91 - 0.92
Ponto de solidificação	-14.0	2.0
Ponto de fulgor	80	110 - 240
Valor do cetano	47.8	51.0
Enxofre	1.0 - 1.2	0.13

Fonte: BiodieselBr

A cultura pode ser reproduzida por sementes ou por estaquia, na Figura 1 pode ser observado o custo de aquisição de algumas espécies de plantas oleaginosas que tem seu óleo utilizado na produção de biodiesel no Brasil.



Fonte: Conab (2010)

Figura 1: Custo da semente para plantio de diferentes oleaginosas com destaque para a produção de biodiesel (R\$ kg⁻¹).

Observando a Figura 1 observa-se que, o custo da semente de pinhão manso é altíssimo em relação a outras oleaginosas, enquanto a semente de soja, oleaginosa mais utilizada na produção de biodiesel custa R\$ 2,00/kg, a semente de pinhão manso tem custo de R\$ 25,00/kg, tornando a formação de plantações de pinhão manso por sementes não atrativas.

Em diversos países da América do Sul e Central, África e Ásia há programas oficiais ou iniciativas particulares incentivando o plantio de pinhão manso, mas em nenhum deles esta cultura é tradicional, nem existem lavouras bem estabelecidas (com pelo menos 5 anos) onde se possa confirmar sua produtividade e rentabilidade (Severino *et al.*, 2006); os plantios

existentes no Brasil ainda não têm dimensão ou maturação suficiente para avaliar adequadamente a produtividade e custos de produção; as estimativas iniciais têm indicado que a renda bruta por hectare é muito baixa.

Não foram encontrados relatos científicos confiáveis que informem sua produtividade; há somente estimativas feitas com metodologia inadequada, como extrapolar a produção de uma planta isolada para produtividade em uma lavoura comercial (Heller, 1996); a maior parte dos trabalhos científicos sobre pinhão manso são estudos de laboratório ou casa de vegetação sobre temas específicos, como fisiologia, toxicidade de suas partes, produção de mudas, tecnologia de sementes, transesterificação do óleo etc.;

- O pinhão manso ainda não foi domesticado e não existe nenhum programa de melhoramento genético bem estabelecido no mundo que tenha resultado em, ao menos uma cultivar que pudesse ser cultivada com maior segurança.

A cultura não possui um sistema de produção minimamente validado, para que se possa recomendar a forma de propagação (sementes, estacas, mudas), a população de plantio, adubação, como e quando podar, como e quando fazer a colheita, etc.;

- Em observações preliminares feitas em lavouras do Brasil e de outros países, nota-se que a planta é muito atacada por doenças (virose, oídio nas folhas, caules e flores, fusariose, podridão do sistema radicular e outras) e pragas (cigarrinha, ácaro branco, trips, broca do tronco, percevejo, cupim e outras).

A maturação dos frutos é muito desuniforme e a colheita manual, o que eleva o custo de produção.

No Brasil, não há mercado estabelecido para o pinhão manso, podendo haver poucos compradores e preços baixos ao produtor, o que se agrava por se tratar de uma cultura perene. Mesmo considerando a grande demanda para o biodiesel, o produtor dificilmente terá opções de venda além da indústria de extração mais próxima.

As instituições bancárias ainda não estão preparadas para financiar o plantio de pinhão manso, pois não há garantia técnica para os produtores. Diante deste cenário, conclui-se que no Brasil ainda não é possível plantar pinhão manso de forma racional, recomendando-se aos produtores rurais que não sejam plantadas grandes áreas com *Jatropha curcas* devido ao alto risco de insucesso.

Reafirma-se a crença no alto potencial produtivo e consideráveis vantagens que o pinhão manso possui e a expectativa de que essa oleaginosa, no futuro, tenha importante participação no fornecimento de óleo para biodiesel. Diversas Unidades Descentralizadas da Embrapa, instituições de pesquisa e universidades do país, contando também com a parceria

de outros países e dos agricultores que já estão plantando algumas áreas e trabalhando no desenvolvimento de tecnologias, incluindo a criação de bancos de germoplasma, experimentos a campo em diferentes regiões e condições climáticas do país, estudos em casa-de-vegetação e em laboratório.

No entanto, por se tratar de uma planta perene, que só estabelece a produção após o quarto ano, estima-se que serão necessários vários anos para que se disponha de informações mais seguras sobre a cultura.

Enfatiza-se ainda a necessidade de reforçar os investimentos em pesquisa para esta cultura, e sua manutenção por longo prazo, para que as atividades possam chegar a resultados definitivos, pois a interrupção desse apoio financeiro durante a execução do trabalho pode inviabilizar todo o processo.

Para Purcino e Drummond (1986) citados por Arruda *et al.* (2004), o pinhão-manso, é uma planta produtora de óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformado em biodiesel, pois, além de perene e de fácil cultivo, ela apresenta boa conservação da semente colhida, é uma cultura que pode se desenvolver nas pequenas propriedades, com a mão-de-obra familiar disponível, como acontece com a cultura da mamona, na Bahia, sendo mais uma fonte de renda para as propriedades rurais da Região Nordeste.

Não foram encontrados na literatura relatos sobre pesquisas científicas de longa duração relacionadas ao pinhão-manso, existindo apenas estimativas preliminares de produção e de produtividade obtidas pela extrapolação de dados com plantas isoladas; e a maior parte desses trabalhos são estudos básicos realizados em laboratório ou casa-de-vegetação sobre temas específicos tais como: botânica, fisiologia, toxicidade de suas partes, produção de mudas, tecnologia de sementes e etc. (Apta, 2007).

Conclusões

Considerando os trabalhos e pesquisas já realizadas, verifica-se que o Pinhão Manso tem o maior potencial em áreas secas e remotas onde, devido o alto preço dos insumos a produção de alimentos não é competitiva. Contudo, para obter produtividade em solos degradados, insumos como água e fertilizantes são necessários.

Este estudo destaca também que como a planta tem sido submetida a pouco melhoramento na produção, sua produtividade e a qualidade e quantidade de óleo são muito variáveis. A cultura carece então de pesquisas e investimentos para encontrar variedades não tóxicas, melhorar a qualidade da semente e as práticas agronômicas.

Agradecimentos

O autor Augustinho Borsoi agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento Profissional (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

Referências

ALBUQUERQUE U.P.; ANDRADE L.H.C. (2002) **Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área da caatinga no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil.** Acta Botânica Brasilica 16(3): 273-285.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CATARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. e ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

APTA. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, **Pinhão-manso para produção de biodiesel: um promissor negócio ou um grande desastre**, 2007. Disponível em: < <http://www.apta.sp.gov.br>>. Acesso em: 22 fev. 2008.

ARRUDA F. P.; BELTRÃO N. E. M.; ANDRADE A. P.; PEREIRA W. E.; SEVERINO L. S. (2004) Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas** 8(1): 789-799.

AUGUSTUS, G. D. P. S.; JAYABALA, N. M.; SEILERB, G. J. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, v. 23, p. 161-164, 2002.

BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; SUINAGA, F.A.; VELOSO, J.F.; JUNQUEIRA, N.; FEDELIS, M.; GONÇALVES, N.P.; SATURNINO, H.M.; ROSCOE, R.; GAZZONI, D.; DUARTE, M.A.; DRUMOND, M.A. e ANJOS, J.B. **Recomendação técnica sobre o plantio de pinhão-manso no Brasil**. Disponível em: < <http://www.cpao.embrapa.br/portal/noticias/Position%20Paper.pdf> > Acesso em: 27 de agosto de 2010.

BELTRÃO, N. E. de M. **Considerações gerais sobre o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras**. Campina Grande: EMBRAPA. 2006. 4p.

BIODIESELBR. **Pinhão manso, *Jatropha curcas*, uma planta de futuro**. Disponível no em: <<http://www.pinhaomanso.com.br>>. Acessado em: 12 jan. 2008.

BLAIR, S. E.; MADRIGAL, B. **Plantas antimaláricas de Tumaco – Costa Pacífica Colombiana**. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2005. pp. 130-131.

BRIDI, R. (2007) **Pinhão-manso é alternativa para produção de biodiesel no Espírito Santo**. A Gazeta, Vitória, ES, 13 de fevereiro de 2007. [on line] <<http://www.pinhaomanso.com.br/noticias/Jatropha/pinhaomansoalternativaproducaobiodiesel130207.html>>

CARNIELLI, F. **O combustível do futuro**. 2003. Disponível em: < <http://www.ufmg.br/boletim>>. Acesso em: 28 de agosto de 2010.

COSTA PR, ROSSI LS, ZAGONEL GF, RAMOS LP (2000) Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova** 23(4): 531-537.

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. e DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG, 2007. v.1. 40p.

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; PAIVA, L. E.; MORGARDO, L. B.; REIS, E. M. Produção de pinhão manso no semiárido brasileiro, 2007, Teresina. In: Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis. **Anais**. Teresina: EMBRAPA, 2007.

DRUMMOND, O. A. *et al.* **“Cultura do pinhão manso”**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1984. 99 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Alerta sobre o Plantio de Pinhão Manso no Brasil**. Disponível em: < <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2006>>. Acesso em: 23 Jan. 2008.

ERISMANN, N. M.; MACHADO, E. C.; GODOY, I. J. Capacidade fotossintética de genótipos de amendoim em ambiente natural e controlado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1099-1108, 2006.

EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais). **Coletânea sobre pinhão-manso**. 2003. Disponível em: <<http://www.epamig.br>> Acesso em: 28 de agosto de 2010.

FORSON, F. K.; ODURO, E. K.; HAMMOND, D. E. Performance of *Jatropha* oil blends in a diesel engine. **Renewable Energy**, v. 29, p. 1135–1145, 2004.

GRAVENA, R. *et al.* **Low glyphosate rates do not affect *Citrus limonia* (L.) Osbeck seedlings**. Pest Manag. Sci.,v. 65, n. 4, p. 420-425, 2009.

HAAG, H.P.; MONTEIRO, F.A. e WAKAKURI, P.Y. Frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.): Desenvolvimento e extração de nutrientes. **Scientia Agricola**, 50:413-418, 1993.

HENNING, R.K. The *Jatropha* System in Zambia – **Evaluation of the existing *Jatropha* activities and proposals for an implementation strategy in Southern Province of Zambia, 1999**. Disponível em: <<http://www.Jatropha.de/zimbabwe>>. Acesso em: 28 de agosto de 2010.

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**, 32:1969-1975, 2008.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; SALOMÃO, L.C.C. e CRUZ, C.D. **Acúmulo de macronutrientes em frutos de cafeeiros em Viçosa-MG**.In: SIMPÓSIO DE

PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., Águas de Lindóia, 2007. Anais... Águas de Lindóia, 2007. CD-ROM.

LIMA FILHO, J. M. P.; SILVA, F. F. S.; LOPES, A. P.; ANJOS, J. B.; DRUMOND, M. A. (2007) **Comportamento ecofisiológico do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) sob condições semiáridas**. In: Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis. EMBRAPA. Teresina, PB. n. 1.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. São Paulo: Ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2001.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 451p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York, Academic Press, 1995. 889p.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. **Scientia Agraria**, 60:155-160, 2003.

MAYA, Y. E.; ARRIAGA, L. Litterfall and phenological patterns of the dominant overstorey species of a desert scrub community in north-western Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 34, p. 23-35, 1996.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 41-45, 2000.

NOVAIS, R.F. e SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 300p.

NUNES, C. F. *et al.* Diferentes suplementos no cultivo in vitro de embriões de pinhão-manso. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 1, p. 9-14, 2008.

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

PREZOTTI, L. C. **Fertilização do cafeeiro**. In: ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.607-615.

PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O. A. **Pinhão-Manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7 p.

RETEC/BA. Rede de Tecnologia da Bahia. **Informe Pinhão-manso (2006)**. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 28 de agosto de 2010.

SANTOS, S.; FERREIRA Jr., E. J.; PIRES, B.; NETTO, A. P. C. **Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E

BIODIESEL, 4., Varginha, 2007. Anais... Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. p.547-554.

SANTOS, F. DO N. R dos; JESUS, E. S. de; PEREIRA, A. N.; COGAN, S A. Teoria das Restrições numa Análise Preliminar do Mercado de Biodiesel do Brasil com ênfase nas oleaginosas. **Custos e @gronegócio on line**, vol. 4, n.3, Set/Dez, 2008.

SATURNINO, H. M. *et al.* Cultura do Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.). **Informativo Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SAYER, E. J.; NEWBERY, D. M. **The role of tree size in the leafing phenology of a seasonally dry tropical forest.** Journal of Tropical Ecology, v. 19, p. 539-548, 2003.

SEMA, R. B.; DEMUNER W. G.; HEBLING S. A. (2009) **Efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação.** Natureza on line 7 (1): 31-36. [on line].

SEVERINO, L. S.; NÓBREGA, M. B. M.; GONÇALVES, N. P.; EGUIA, M. T. J. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso.** Embrapa Algodão: Campina Grande, 2006 (Documentos, 153).

SILVA, J.T.A.; COSTA, E.L.; SILVA, I.P. e NETO, A.M. **Adubação do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) com nitrogênio e fósforo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha, 2007, Anais. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. p.1316-1320.

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

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K. **Cultivo de pinhão-manso para produção de biodiesel.** Viçosa, MG, CPT, 2007. 220p

VALE, L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento do pinhão manso em solo compactado. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., Brasília, 2006. **Anais...** Brasília: ABIPTI, 2006. p. 87-90.

Recebido em: 20/02/2011

Aceito para publicação em: 12/03/2011