



INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA DO PINHÃO MANSO DESTINADO À PRODUÇÃO DE BIODIESEL

*Marília Ieda da Silveira Folegatti Matsuura**; *Gil Anderi da Silva*; *Luiz Alexandre Kulay*; *Bruno Galvêas Laviola*

RESUMO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie produtora de óleo não comestível com potencial para a produção de biodiesel. É amplamente cultivada na Ásia para este fim. No Brasil, os primeiros cultivos comerciais de pinhão manso foram implantados recentemente e estão prestes a atingir o estágio produtivo. O interesse por esta cultura deve-se à sua rusticidade e adaptabilidade às mais diversas condições *edafoclimáticas*, inclusive a solos marginais e degradados, inaptos para a produção de alimentos. Entretanto, esta é uma espécie exótica e ainda não completamente domesticada, que em algumas regiões do Brasil tem sido cultivada como monocultura e em grande escala. Os impactos ambientais da cultura do pinhão manso para produção de biodiesel no Brasil merecem estudo. O objetivo deste trabalho é contribuir para a avaliação do desempenho ambiental desta cultura, por meio da realização do inventário de um dos sistemas componentes do ciclo de vida do biodiesel de pinhão manso, a produção de grãos, considerando condições de cultivo adotadas no Brasil. Este trabalho será futuramente expandido, avaliando-se outros sistemas de produção de grãos e abrangendo-se outros sistemas do ciclo de vida do produto.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação do Ciclo de Vida; Produção agrícola; *Jatropha curcas* L.

INTRODUÇÃO

A demanda mundial por biocombustíveis, dentre eles o biodiesel, é crescente e o Brasil tem potencial para se tornar um grande produtor e exportador. O biodiesel é um combustível alternativo ao petrodiesel, derivado de óleos vegetais ou de gordura residual animal. Apresenta propriedades semelhantes às do petrodiesel e pode ser usado em motores que operem em ciclo diesel, com a vantagem de gerar uma queima mais eficiente.

Dentre as oleaginosas empregadas para a produção de biodiesel, o pinhão manso é uma espécie promissora, por apresentar uma elevada produtividade de óleo por área – 1,5 t/ha (ABPPM, 2009). Atualmente, há cerca de 60 mil hectares de área plantada de pinhão manso no Brasil, nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste e estimativas da Associação Brasileira de Produtores de Pinhão Manso (ABPPM) indicam que a área plantada deve alcançar 750 mil hectares em 2020. Os plantios comerciais de pinhão manso no país foram iniciados em 2006 e só agora atingem a maturidade, quando passam a expressar sua máxima capacidade produtiva. As condições técnicas para a produção de grãos de pinhão manso no Brasil ainda estão sendo consolidadas. Para a fase agrícola, um dos sistemas de produção mais adotados é o cultivo mínimo, com operações de manejo, colheita e pós-colheita manuais, estudado neste trabalho.

* Embrapa Meio Ambiente. Rod. SP 340, Km 127,5, Caixa Postal 69, Jaguariúna, CEP: 13820-000, São Paulo, Brasil. +55(19) 3311-2700 / marília@cnpma.embrapa.br.

O interesse pela cultura do pinhão manso se deve à sua adaptabilidade a áreas marginais e degradadas, inaptas para a produção de alimentos. Além disso, é uma cultura perene e mobilizadora de mão-de-obra, potencial geradora de renda e empregos. Por outro lado, é uma espécie exótica e ainda não completamente domesticada. No contexto prospectivo da incorporação do biodiesel de pinhão manso à matriz energética brasileira, os potenciais impactos ambientais associados à sua produção nas condições tecnológicas praticadas no país devem ser avaliados. Assim sendo, propôs-se um projeto de pesquisa para tratar do tema. O presente estudo, que consiste na primeira etapa desta incursão de pesquisa, avaliou o desempenho ambiental da produção de grãos de pinhão manso, com nível de elaboração de um Inventário de Ciclo de Vida (ICV). Para tanto, adotou-se uma abordagem do tipo “berço–ao–portão”, restrita à etapa agrícola de produção.

INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA DOS GRÃOS DE PINHÃO MANSO

Definição do Objetivo e Escopo

O objetivo do presente estudo é avaliar o desempenho ambiental da produção de grãos de pinhão manso nas condições agrícolas em que é praticada no Brasil.

Dado que a estrutura metodológica deste estudo baseou-se na norma ABNT NBR ISO 14044 (ABNT, 2009), para a definição de escopo foram estabelecidos os seguintes requisitos:

- a) Sistema de Produto: grãos de pinhão manso, cuja composição apresenta teores médios (base mássica) de casca de 35,5–47,7%; amêndoa, de 50–65%; e óleo, de 24–34%.
- b) Função: produzir grãos de pinhão manso para a síntese de biodiesel.
- c) Unidade Funcional: produzir grãos de pinhão manso para a síntese de biodiesel em 1 ha de área por 20 anos.
- d) Tipo de Dados: os consumos de recursos na produção de grãos de pinhão manso advêm de dados secundários coletados em fontes bibliográficas adequadas e atuais, sendo as principais Dias *et al.*, 2007; Laviola, 2009; Paulino, 2009; e Whitaker & Heath, 2008.
- e) Critérios de Exclusão: por ser este um estudo prospectivo; pelo fato da cadeia produtiva do pinhão manso não estar completamente estabelecida; e pela escassez de dados, foram consideradas no ICV todas as entradas que atendessem ao padrão tecnológico definido.
- f) Critérios de Qualidade dos Dados. Cobertura temporal: os dados usados na determinação do ICV de grãos de pinhão manso estão compreendidos entre 2006 e 2010. Cobertura geográfica: abrange as atuais regiões produtoras brasileiras, Centro-Oeste, Sudeste e o estado de Tocantins. Cobertura tecnológica: o sistema produtivo em análise emprega o cultivo mínimo e o trabalho manual nas etapas de manejo da cultura, colheita e pós-colheita e adota por referência o sistema de produção recomendado por Dias *et al.* (2007), ajustado por Laviola (2009), para o Cerrado Mineiro e para a pequena escala de produção.

- g) Fronteiras do Sistema de Produto: foram abrangidas pelo sistema de produto a produção de mudas e a produção de grãos de pinhão manso, incluindo o beneficiamento pós-colheita. Dentro dos limites do sistema de produto não são usados meios de transporte. Por serem adotados processos manuais, não há consumo de óleo diesel e energia elétrica. As Figuras 1 e 2 apresentam os processos elementares e os aspectos ambientais de entrada e saída da produção de mudas e de grãos de pinhão manso, respectivamente.
- h) Procedimentos de alocação: assumiu-se a geração de um único produto, já que os resíduos vegetais congelados atualmente não têm uso.

Inventário do Ciclo de Vida

Para a elaboração do inventário da produção de mudas de pinhão manso (Tabela 1), assumiu-se que para a implantação de 1 ha da cultura, na densidade de 1250 plantas/ha e com uma porcentagem de perdas de 10%, são necessárias 1375 mudas e 1,14 m³ de substrato.

O consumo de água foi calculado considerando-se o volume médio consumido desde o início da emergência das mudas de pinhão manso até o seu estágio final, usando saco plástico de 500 cm³ e diferentes substratos, equivalente a 0,81 L de água/muda. Considerou-se que o superfosfato simples contém 18,4% de P₂O₅ (KULAY, 2000) e que o cloreto de potássio (KCl) contém 63,65% de K₂O (SILVA, RIBEIRO & KULAY, 2006). Os sacos para mudas são compostos por polietileno de baixa densidade linear (LLDPE), cuja massa equivalente a 7 g/unidade. Assumiu-se o uso de 2 sementes/saco de muda e o peso médio da semente de 0,54g. Considerou-se o uso de 27 pastilhas de 27g de fosfato de alumínio como desinfestante.



Figura 1. Sistema de produção de mudas de pinhão manso. Em verde, entradas; em vermelho, saídas do sistema.

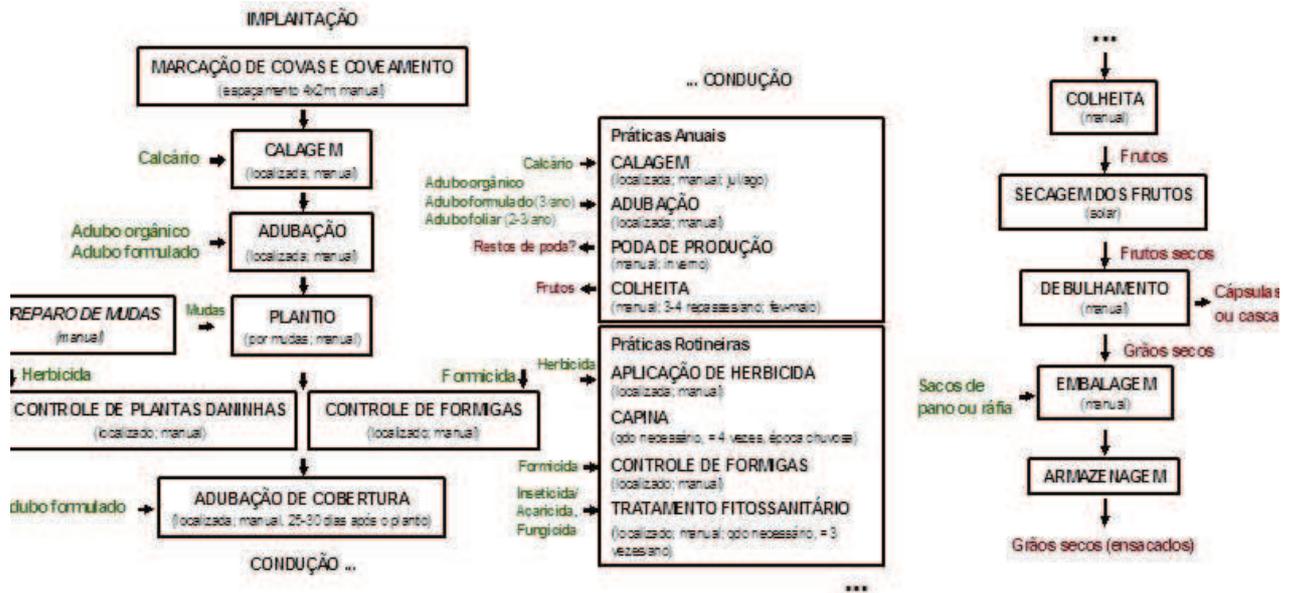


Figura 2. Sistema de produção de grãos de pinhão manso. Em verde, entradas; em vermelho, saídas do sistema.

Para a construção do inventário da produção de grãos de pinhão manso, para a implantação e a manutenção de 1 ha por 20 anos (Tabela 1), tomou-se por base a referência de Dias *et al.* (2007), ajustada por Laviola (2009). Os ajustes corresponderam à transformação dos valores, originalmente calculados para uma densidade de 1111 plantas/ha, para a densidade de 1250 plantas/ha, exceto para o herbicida e o formicida. Considerou-se a aplicação de herbicida para todos os anos; a partir do 3º ano, considerou-se um consumo de herbicida equivalente a 80% do usado nos anos anteriores; a partir do 4º ano, considerou-se um consumo de formicida equivalente a 50% do usado no 3º ano. Considerou-se o uso de calcário durante toda a produção, na quantidade indicada para os primeiros anos, e desconsiderou-se o uso de gesso.

O fertilizante formulado correspondeu a: 0 a 1 ano, 20-00-15; após 1 ano, 20-10-15. Considerou-se que a uréia contém com 46,67% de N (SILVA, RIBEIRO & KULAY, 2006). O fertilizante foliar era composto por ácido bórico (com 17% de B), sulfato de zinco (com 20% de Zn), KCl, sulfato de cobre (com 13% de Cu) e enxofre (com 80% de S). Adotou-se as quantidades de fertilizante foliar/ha/ano indicadas no capítulo “Custos e Rentabilidade” de Dias *et al.* (2007), considerando 5 elementos químicos e quantidades iguais de cada elemento.

Tabela 1. Inventário da produção de mudas e grãos de pinhão manso, para a implantação e manutenção de 1 hectare por 20 anos.

Entradas e saídas do sistema	Produção de mudas	Produção de grãos	Total
Saídas conhecidas para a tecnosfera			
Mudas de pinhão manso (p)	1,38E+03		
Grãos de pinhão manso secos (kg)		7,95E+04	7,95E+04
Entradas conhecidas da natureza (recursos)			
Terra de subsolo, extraída para uso (kg)	1,24E+03		1,24E+03
Água, origem natural não específica (m ³)	1,11E+00	2,8E+01	2,91E+01

Tabela 1. Inventário da produção de mudas e grãos de pinhão manso, para a implantação e manutenção de 1 hectare por 20 anos. (continuação)

Entradas e saídas do sistema	Produção de mudas	Produção de grãos	Total
Entradas conhecidas da tecnosfera (recursos)			
Sementes de pinhão manso (kg)	1,49E+00		1,49E+00
Mudas de pinhão manso (p)		1,38E+03	
Esterco (kg)	1,03E+02	2,00E+04	2,01E+04
Calcário (kg)	2,28E+00	4,60E+03	4,60E+03
Uréia, como N (kg)		2,46E+03	2,46E+03
Superfosfato simples, como P ₂ O ₅ (kg)	1,05E+00	1,18E+03	1,18E+03
Cloreto de potássio, como K ₂ O (kg)	3,57E-01	1,86E+03	1,86E+03
Ácido bórico, como B (kg)		2,09E+00	2,09E+00
Sulfato de zinco, como Zn (kg)		2,46E+00	2,46E+00
Sulfato de cobre, como Cu (kg)		1,59E+00	1,59E+00
Enxofre comercial, como S (kg)		9,84E+00	9,84E+00
Fosfeto de alumínio (kg)	7,29E-01		7,29E-01
Glifosato (kg)		1,64E+01	1,64E+01
Inseticidas (kg)		6,35E+01	6,35E+01
Fungicidas (kg)		4,28E+01	4,28E+01
Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol (kg)		8,1E+00	8,1E+00
Polietileno, LLDPE (kg)	9,63E+00		9,63E+00

Ainda não existem no Brasil produtos fitossanitários aprovados para a cultura do pinhão manso. Trabalhou-se com a hipótese de serem utilizados: como herbicida, o Glifosato; como formicida, o Fipronil; como inseticida, o Tiametoxam e Lambda-cialotrina e a Abamectina; como fungicida, o Tiofanato metílico; como espalhante adesivo, o Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol. Optou-se por este adjuvante por haver registro de seu uso em experimentos com pinhão manso e por ser compatível com todos os tipos de agroquímicos. São necessários 40,50 L do produto comercial/ha/20 anos; a concentração do princípio ativo no produto é de 20% m/v.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Apesar da cultura do pinhão manso ser considerada pouco exigente quanto a nutrientes e resistente a pragas e doenças, o ICV da produção de grãos mostrou um consumo elevado de calcário e fertilizantes, particularmente o orgânico e o nitrogenado. Embora o consumo de produtos fitossanitários não seja elevado em termos absolutos, é alto, comparado ao de outras oleaginosas perenes. Cabe lembrar que este inventário corresponde a uma produção também elevada, de 79,5 t de grãos de pinhão manso secos. Também deve-se considerar que, por se tratar de uma cadeia produtiva ainda em estabelecimento, soluções como o aproveitamento de resíduos vegetais e agroindustriais da própria cadeia, que poderiam reduzir o aporte de insumos externos, ainda não têm sido praticadas. Até o momento, não existem tecnologias alternativas ao controle químico de pragas e doenças. O amadurecimento da cadeia produtiva do pinhão manso e a oferta de novas tecnologias poderá alterar este quadro. Por fim, deve ser ressaltado que aspectos importantes não foram incluídos neste ICV,

como as emissões geradas no sistema de produto, devido à indisponibilidade de dados. Assim sendo, este trabalho não pode ser considerado conclusivo, mas sim uma primeira contribuição ao tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**: Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida: Requisitos e Orientações, Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE PINHÃO MANSO. Disponível em: <<http://www.abppm.com.br>>. Acesso em: 17 jul. 2009.

DIAS, L. A. S. et al. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 40 p.

KULAY, L. A. **Desenvolvimento de modelo de análise de ciclo de vida adequado às condições brasileiras: aplicação ao caso do superfosfato simples**. 2000. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2000.

LAVIOLA, B. G. Pesquisador da Embrapa Agroenergia. **Comunicação pessoal**. 2009.

PAULINO, J. **Crescimento e qualidade de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) produzidas em ambiente protegido**. 2009. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SILVA, G. A.; RIBEIRO, P. H.; KULAY, L. A. Avaliação do desempenho ambiental dos fertilizantes químicos produzidos no Brasil. In: XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2006. **Anais...** 2006.

WHITAKER, M.; HEATH, G. **Life Cycle Assessment of the use of *Jatropha* biodiesel in Indian locomotives**. Golden: NREL, 2008. 88 p.