

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO E
VIABILIDADE ECONÔMICA DA COLHEITA E DO
BENEFICIAMENTO SEMIMECANIZADOS**

CRISTIANE DE OLIVEIRA VERONESI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2010**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO E
VIABILIDADE ECONÔMICA DA COLHEITA E DO
BENEFICIAMENTO SEMIMECANIZADOS**

CRISTIANE DE OLIVEIRA VERONESI
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. DR. CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2010**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO E VIABILIDADE
ECONÔMICA DA COLHEITA E DO BENEFICIAMENTO
SEMIMECANIZADOS**

por

Cristiane de Oliveira Veronesi

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 30 de julho de 2010.

Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza
Orientador – UFGD

Dr. Cesar José da Silva
Co-Orientador – Embrapa

Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
Co-Orientador – UFGD

Prof. Dr. Teodorico Alves Sobrinho
UFMS

*Aos
meus pais, Ronaldo e Lucy;
meus irmãos, Crisina, Junior e Rodrigo;
meu marido, Rodiney;
Dedico e Ofereço.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

À UFGD, por meio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias, pela oportunidade da realização do mestrado.

À FUNDECT-MS, pela bolsa de estudo concedida e pelo apoio financeiro.

Ao orientador e amigo, Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, pela orientação, estímulo e sugestões seguras durante o estudo.

À Fazenda Paraíso, ao Sr. Hernest Ferter pelo apoio e infra-estrutura disponibilizados e seus funcionários, principalmente William, pois sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Aos amigos do Programa de Pós-graduação em agronomia pela longa amizade, convívio e momentos de descontração.

A todos aqueles, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
QUALIDADE DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS	7
RESUMO.....	7
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROCESSO DE COLHEITA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO.....	23
RESUMO.....	23
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
CONCLUSÕES GERAIS.....	34

RESUMO

VERONESI, Cristiane de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal da Grande Dourados, julho de 2010. **Qualidade de sementes de pinhão manso e viabilidade econômica da colheita e do beneficiamento semimecanizados.** Orientador: Cristiano Márcio Alves de Souza. Co-orientadores: Cesar José da Silva, Luiz Carlos Ferreira de Souza e André Luís Duarte Goneli.

Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso e a viabilidade econômica da colheita e do beneficiamento dos frutos, visando minimizar custos de produção e maximizar benefícios sociais decorrentes da adoção de máquinas. Para analisar o índice de danos mecânicos foi montado um experimento com cinco estádios de maturação dos frutos (verdes, amarelos, maduros, secos do chão e secos da planta) debulhados por máquina e uma testemunha debulhada manualmente. Para analisar a qualidade fisiológica, as sementes foram submetidas aos testes de germinação e testes de vigor: primeira contagem da germinação e condutividade elétrica da solução de embebição, com cinco estádios de maturação, dois tipos de debulha e três tempos de armazenamento (zero, 120 e 240 dias após a debulha). Para analisar a viabilidade econômica da colheita e beneficiamento semimecanizado dos frutos de pinhão manso, foram utilizados quatro sistemas de colheita e dois sistemas de beneficiamento dos frutos de pinhão manso. Os sistemas de colheita foram compostos usando as derriçadoras Nakashi Turbo II, a derriçadora Brudden DCM 11, operando primeiro de forma individual; ambas derriçadoras operando simultaneamente na mesma linha da cultura e, por fim, a colheita manual. Os dois sistemas de beneficiamento foram: a debulha mecânica com a separação manual e a debulha totalmente manual. Para a produção de sementes de pinhão manso de boa qualidade fisiológica recomenda-se colher frutos amarelos, maduros e secos da planta, debulhados manualmente para preservar a qualidade fisiológica das sementes, sendo assim armazenados por até 240 dias sem que haja redução no seu poder germinativo. Há viabilidade econômica na substituição da colheita e debulha manual dos frutos de pinhão manso pela semimecanizada, sendo necessários estudos e desenvolvimento de equipamentos que visem obter um maior rendimento na debulha, sem causar danos mecânicos que afetem a qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., debulhadora, qualidade fisiológica, custos de produção.

ABSTRACT

VERONESI, Cristiane de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal da Grande Dourados, July of 2010. **Quality of *Jatropha curcas* seeds and economic feasibility of harvesting and semi-mechanized processing.** Adviser: Cristiano Márcio Alves de Souza. Committee Members: Cesar José da Silva, Luiz Carlos Ferreira de Souza e André Luís Duarte Goneli.

This study aimed to analyze the physiological quality of *Jathropa curcas* seeds and the economical feasibility of harvesting and the fruit's processing in order to minimize production costs and maximize the social benefits arising from the adoption of machines. To analyze the mechanical damage rate it was made an experiment with five stages of fruit's maturation (green, yellow, ripe, dry from the ground and dry from the plant) thresh by machine and one sample manually threshed. To analyze the physiological quality the seeds were subjected at germination and vigor tests as: first count of germination and electrical conductivity of the imbibition solution with five maturation stages, two types of threshing and three storage times (zero, 120 e 240 days after the threshing). To analyze the economical feasibility of harvesting and semi-mechanized processing of *Jathropa curcas* seeds were used four harvesting systems and two processing systems. The harvesting systems were composed by the threshings Nakashi Turbo II, the Brudden DCM 11 and both operating simultaneously in the same line of culture and manual harvesting. The two processing systems were: the mechanical thresh with manual separation and the manual thresh. To produce seeds with a good physiological quality it is recommended to harvest yellow fruits, ripe, dry from the plant and manually threshed in order to preserve their quality. That way, they can be storage for 240 days without decrease in their germination. It is economically feasible replacing the manual harvest and threshing by the semi-mechanized process. Studies and development of equipment for the *Jathropa curcas* threshing are necessary to obtain a higher efficiency of the thresh without causing mechanical damages to the seeds, once they affect their physiological quality.

Key-words: *Jatropha curcas* L., harvester, physiological quality, production costs.

INTRODUÇÃO GERAL

A instabilidade no preço do petróleo e as preocupações com as mudanças climáticas globais têm intensificado o estudo e o emprego de fontes renováveis de energia. Entre essas fontes, a biomassa tem recebido grande atenção, como no caso da produção de biodiesel.

O biodiesel é produzido a partir de óleos vegetais puros ou usados e de gorduras animais que sofrem uma reação química (transesterificação) com um álcool (etanol ou metanol) resultando, assim, em ésteres de ácidos graxos (MIRAGAYA, 2005).

O Brasil tem condições de liderar a produção mundial de biodiesel, considerando sua extensão territorial e suas condições edafoclimáticas adequadas. Todas as regiões brasileiras estão aptas a produzir algum tipo de matéria-prima para o biodiesel (CAETANO, 2008).

Pelas características tecnológicas do óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) essa cultura se torna uma alternativa para a produção de biodiesel no Brasil. No entanto, apesar de seu inegável potencial como oleaginosa, a planta é ainda pouco estudada como cultura.

O pinhão manso é pertencente à família das Euforbiáceas. Sua principal vantagem é a grande tolerância ao estresse hídrico e adaptação às condições adversas, sobretudo, por se tratar de uma cultura perene (ARRUDA et al., 2004). O uso de tecnologias como correção do solo, irrigação devem ser utilizadas para que tenha uma boa produtividade.

Os frutos do pinhão manso são cápsulas ovóides com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm e triloculares com uma semente em cada cavidade. Contêm de 53 a 62% de sementes e de 38 a 47% de casca, pesando cada uma de 1,53 a 2,85 g. Segundo Arruda et al. (2004), nessas sementes podem ser encontradas, ainda, 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e materiais minerais, sendo desses últimos 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio.

Segundo Jocker e Jepsen (2003), as sementes de pinhão manso são ortodoxas, ou seja, podem ser armazenadas com um baixo teor de umidade e temperatura mantendo sua viabilidade por um maior período de tempo, sendo que em temperatura ambiente permanecem viáveis por pelo menos um ano. Contudo, devido ao seu conteúdo de óleo, não é recomendado um armazenamento prolongado, visto que as sementes oleaginosas

são mais suscetíveis ao ataque de patógenos que podem provocar a rancificação dos ácidos graxos presentes no óleo.

A propagação do pinhão manso pode ser feita através de estacas ou sementes, sendo o plantio por sementes o mais recomendado em virtude de permitir melhor formação do sistema radicular (SEVERINO et al., 2006). De acordo com Nunes (2007), a desvantagem da propagação via sementes é o fato de a espécie apresentar grande índice de polinização cruzada, pois é este fator que determina alta variabilidade genética nos cultivos seminais.

É importante o conhecimento da espécie e do hábito de reprodução da planta fornecedora das sementes, a qual deve ter as melhores características da espécie ou variedade em questão, tais como: alta produção, boas características dos frutos, precocidade, sanidade e vigor (SILVA, 2005).

As sementes de pinhão manso são selecionadas de acordo com a sua qualidade em relação ao vigor em: alta, média e baixa. As sementes de alto vigor são destinadas ao plantio, enquanto as demais, à extração de óleo (LELE, 2008).

Suas sementes não apresentam dormência, mas estudos realizados por Barros (2007) mostram que sementes deixadas embebidas em água por doze horas antes de serem semeadas, apresentam parte aérea maior pelo menos nos primeiros vinte dias após a germinação.

A planta apresenta-se em fase de estudo nos diversos ramos agrônomicos para a domesticação da espécie. Um dos problemas encontrados seria a falta de equipamentos adequados que ajudem na colheita, pelo fato da maturação desuniforme dos frutos.

O método tradicional de catação manual dos frutos é o mais utilizado na colheita de pinhão manso. Acredita-se que a colheita mecânica usando derriçadoras portáteis que fazem vibrar a planta seja o método mais prático, rápido e econômico para a colheita seletiva dos frutos maduros (BRASIL, 1985).

Depois da colheita deve ser realizada a debulha. Esta faz parte do beneficiamento das sementes e representa a separação das mesmas das cascas, impurezas e materiais estranhos. Os fatores relacionados ao beneficiamento são os principais parâmetros que podem estar associados à redução da qualidade das sementes (BROOKER et al., 1992).

É certa a ocorrência de danos mecânicos nas sementes devido ao uso de derriçadoras e debulhadoras. Estes danos são classificados em duas categorias: dano visível ou imediato, que pode ser observado pela análise visual e corresponde a

tegumentos quebrados, cotilédones separados e quebrados; e dano invisível ou latente (trincas microscópicas e abrasões), correspondendo ao dano que irá se manifestar no período de armazenamento com a queda do vigor e da viabilidade das sementes (FRANÇA NETO e HENNING, 1984).

As sementes quebradas são facilmente eliminadas, mas aquelas danificadas em menor intensidade não o são, acompanhando a massa do produto a ser armazenada. Elas podem se deteriorar durante o período de armazenamento, tornando-se focos de contaminação e afetando as sementes sadias vizinhas. A deterioração de sementes mecanicamente danificadas se processa, essencialmente, pela ação de microrganismos (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Os efeitos cumulativos dos danos mecânicos afetam negativamente a germinação, o vigor e o potencial de produtividade das sementes. Para o desenvolvimento de qualquer cultura é necessário que se utilizem elementos de qualidade. É imprescindível o emprego de testes rápidos em programas de controle de qualidade para a avaliação do potencial fisiológico de sementes (GRIS et al., 2007). A qualidade fisiológica de uma semente é determinada por seu genótipo e está associada às condições ambientais em que foi produzida e armazenada, como por exemplo, as tecnologias de produção, colheita, secagem, beneficiamento e comercialização (MARINCEK, 2000). A avaliação da germinação visa analisar a qualidade das sementes para o plantio e os efeitos do processamento, servindo como base para a comercialização das mesmas.

Para determinação da qualidade fisiológica, os testes de vigor juntamente com o de germinação, têm sido instrumentos de uso cada vez mais rotineiro. O teste de germinação deve ser realizado em condições ideais e padronizado para cada espécie, essencial para se ter reprodutibilidade de resultados (BRASIL, 2009). Neste teste, a temperatura, a umidade e o substrato são fatores que exercem grande influência nos resultados, que devem expressar o potencial máximo de germinação do lote (MARCOS FILHO, 2005).

Um dos testes que avaliam a integridade das membranas celulares e estimam o vigor é o teste de condutividade elétrica, no qual a qualidade das sementes é avaliada diretamente por meio da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Os menores valores, correspondentes à menor taxa de lixiviação, indicam alto potencial fisiológico (maior vigor), revelando menor

intensidade de desorganização dos sistemas das membranas das células (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Assim como a importância de se estudar a qualidade fisiológica das sementes do pinhão manso é importante, também, fazer uma análise da viabilidade econômica dessa cultura. Onde se entende por custo de produção, a soma dos valores de todos os recursos e operações utilizados no processo produtivo de certa atividade. Havendo, ainda, a necessidade de estudar a sustentabilidade econômica de produção de sementes de pinhão manso.

Conforme Zanatta (1993), a análise econômica ajuda a interpretar os resultados obtidos nos diferentes sistemas de cultivo e deve ser empregada tendo como objetivo auxiliar os agricultores na tomada de decisões.

Os custos têm a finalidade de verificar como e se os recursos empregados em um processo de produção estão sendo remunerados, possibilitando, também, verificar como está a rentabilidade da atividade, comparada a alternativas de emprego do tempo e capital. Para que o produtor rural passe a administrar o seu sistema de produção como uma empresa, é necessário que ele tenha conhecimento de quanto custa produzir aquele bem, ou seja, deve saber qual o custo de produção (LOPES e CARVALHO, 2000).

De acordo com o exposto, este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade de sementes de pinhão manso e a viabilidade econômica da colheita e do beneficiamento semimecanizado dos frutos, visando minimizar custos de produção e maximizar benefícios sociais decorrentes da adoção de máquinas.

A dissertação é composta de dois capítulos, o primeiro relacionado com a qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso e o segundo direcionado à viabilidade econômica do uso de derriçadoras mecânicas portáteis na colheita do pinhão manso e o uso de debulhadora elétrica no beneficiamento das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**. Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799. 2004.
- BARROS, A.P.B.; BRASIL, A.N.; QUINTÃO, C.M.F. Avaliação de tratamentos para superação de dormência em sementes de Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4.,. **Anais...**Varginha, 2007.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília: STI/CIT, 1985. 364p. (Documentos, 16).
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.M. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1992. 450p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2000. 588 p.
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 1984. 39p. (Circular Técnica, 09).
- GRIS, C.F.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, A.S. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de pinhão manso *Jatropha curcas* L. In: 5 Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. **Anais...**Varginha, 2007.
- JOCKER, D.; JEPSEN, J. *Jatropha curcas* L. Seed Leaflet, **Humbleback**, Denmark, n.83, p.1-2, 2003.
- LELE, S. The cultivation of *Jatropha curcas* Ratan Jyot. **Energy**. V.33, p. 1646-1653. 2008
- LOPES, M.A.; CARVALHO, F.M. **Custo de produção do gado de corte**. Lavras: UFLA. 2000. 48p.
- MARINCEK, A. **Qualidade de sementes de milho produzidas sob diferentes sistemas de manejo no campo e em pós-colheita**. Lavras, MG: UFLA, 2000. 105f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ: Piracicaba, 2005. 495p.

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

NUNES, C.F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Lavras, MG 2007. 78f. Dissertação (Mestrado).

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M. **Produção de mudas de pinhão manso**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

SILVA, P.H.M. **Sistemas de propagação de mudas de essências florestais**. Instituto de pesquisas e estudos florestais – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 2005.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.

ZANATTA, J.C. **Mandioca consorciada com milho, feijão ou arroz de sequeira no Oeste Catarinense**. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina. 1993. 36p. (Boletim Técnico).

QUALIDADE DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso colhidas em diferentes estádios de maturação dos frutos e de debulha. Para analisar o índice de danos mecânicos foi montado um experimento com cinco estádios de maturação dos frutos (verdes, amarelos, maduros, secos do chão e secos da planta) debulhados mecanicamente e manualmente. Para a análise fisiológica, as sementes foram submetidas aos testes de germinação e testes de vigor como: primeira contagem da germinação e condutividade elétrica, com cinco estádios de maturação e três tempos de armazenamento (zero, 120 e 240 dias após a debulha). Para a produção de sementes de pinhão manso de boa qualidade fisiológica, recomenda-se colher frutos amarelos, maduros e secos da planta. Recomenda-se, também, a debulha manual para que se preserve a qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso. São necessários estudos e desenvolvimento de equipamentos para a debulha do pinhão manso para que se tenha maior rendimento na debulha sem causar danos mecânicos às sementes, pois estes afetam a qualidade fisiológica das mesmas. Os frutos de pinhão manso quando colhidos no estágio de maturação adequado (frutos amarelos, maduros e secos da planta) e debulhados sem danos mecânicos podem ser armazenados por até 240 dias sem que haja redução no seu poder germinativo. Independente do sistema de debulha e do grau de maturação dos frutos, as sementes de pinhão manso perdem seu vigor a partir dos 120 dias, quando armazenadas na sombra, em ambiente sem controle de umidade relativa e temperatura do ar.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., debulhadora, condutividade elétrica, germinação.

QUALITY OF *JATROPHA CURCAS* SEEDS HARVESTED AT DIFFERENT STAGES OF FRUIT MATURATION

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the physiological quality of *Jatropha curcas* seeds harvested at different stages of fruit maturation and threshing. To analyze the mechanical damage rate it was made an experiment with five stages of fruit maturation (green, yellow, ripe, dry from the ground and dry from the plant) threshed mechanically and manually. For physiological analysis the seeds were subjected at germination and vigor tests as: first count of germination and electrical conductivity with five maturation stages and three storage times (zero, 120 and 240 days after threshing). For the production of *Jathropa* seeds with a good physiological quality, it is recommended the harvesting of yellow fruits, ripe and dry from the plant. It is also recommended the manual thresh in order to preserve the physiological quality of *Jatropha curcas* seeds. Studies and development of equipment for the threshing of *Jatropha curcas* are necessary, in order to obtain a higher efficiency from the threshing without causing mechanical damage to the seeds, once it affects their physiological quality. When harvested at the appropriate stage of maturation (yellow fruit, ripe and dry from the plant) and threshed without mechanical damage, the *Jatropha* fruits can be stored for 240 days without any decrease in their germination. Regardless the threshing system and the maturation stage, the seeds of *Jathropa curcas* lose their vigor from 120 days when stored in the shadow and in an environment with no control on the relative humidity and air temperature.

Key-words: *Jatropha curcas* L., harvester, electrical conductivity, germination.

INTRODUÇÃO

Com o impacto da poluição ambiental gerada pela emissão de gases de combustíveis derivados do petróleo, é urgente a necessidade do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para a produção de combustíveis alternativos, como por exemplo, o uso de biodiesel, obtido a partir de óleos vegetais, gorduras de origem animal e até mesmo de óleos usados em frituras.

O Brasil possui uma grande variedade de oleaginosas com possibilidade de extração de óleos vegetais para a produção de biodiesel em larga escala.

A *Jatropha curcas* L., conhecida popularmente como pinhão manso, pinhão papagaio, pinhão-de-cerca, entre outros, pertence à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca, e é uma excelente alternativa para a produção de biodiesel no Brasil. Até o presente momento, o pinhão manso tem sido mais estudado por suas propriedades químicas e seus empregos medicinais e biocidas. Entretanto, poucos são os estudos agrônômicos (SATURNINO et al., 2005).

A colheita dos frutos é de fundamental importância no processo produtivo de qualquer cultura, uma vez que é o momento do retorno dos investimentos realizados.

Segundo Roscoe e Silva (2008), a uniformização da maturação dos frutos de pinhão manso e a adaptação de máquinas são os desafios relativos à colheita mecanizada dessa cultura. Segundo os autores, a mecanização ao menos parcial na colheita é fundamental para viabilizar empreendimentos de maior escala de produção. Assim, a mecanização no processo de colheita torna-se de grande importância, tendo em vista a possibilidade de otimização das operações de campo e redução de custos.

Após a colheita, o material é transportado para um terreiro e segue-se a secagem natural. A separação das sementes das cascas é feita manual ou por meio de debulhadoras e peneiras.

Uma etapa importante no processamento de produção de sementes é a debulha, pois se for mecânica podem ocorrer impactos como abrasão e cisalhamento, que constituem fatores altamente deletérios para a qualidade das sementes, causando, de imediato, danos físicos e queda na germinação e vigor, podendo ainda ocorrer danos internos que, mesmo não sendo visíveis, podem afetar a qualidade das sementes durante o armazenamento (BORBA et al., 1995).

As sementes de pinhão manso podem ser armazenadas por longos períodos de tempo sem os inconvenientes da deterioração do óleo por aumento da acidez livre, conforme acontece com os frutos de dendê, por exemplo, os quais devem ser processados o mais rapidamente possível (SLUSZZ, 2006). A manutenção da qualidade de um lote de sementes durante o período e armazenamento é outro aspecto a ser considerado dentro do processo produtivo de uma cultura, uma vez que o sucesso de implantação de uma lavoura depende, entre outros, da utilização de sementes sadias com alto padrão de qualidade.

O teste de germinação é o principal parâmetro utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes e permite conhecer o potencial de germinação de um lote de sementes em condições favoráveis. Os resultados do teste são utilizados para determinar a taxa de semeadura, para a comparação do valor de lotes e para a comercialização, pois possibilita a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Os testes de vigor são mais sensíveis para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, quando comparados com teste de germinação (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1983). Dentre os testes de vigor considerados mais importantes pela International Seed Testing Association (HAMPTON e TEKRONY, 1995), destaca-se o teste de condutividade elétrica, devido a sua objetividade e rapidez. Sabe-se, no entanto, que vários fatores podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica, como por exemplo: qualidade da água, temperatura, duração do período de embebição, teor de água e número de sementes testadas (DIAS e MARCOS FILHO, 1995; VANZOLINI, 1998; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999), além de genótipo (VIEIRA et al., 1996).

É de suma importância ressaltar que não são conhecidos métodos de teste de germinação estabelecidos para *Jatropha curcas* nas Regras de Análise para Sementes (BRASIL, 2009) e na International Seeds Testing Association (HAMPTON e TEKRONY, 1995), o que torna necessárias pesquisas científicas para a cultura.

Devido a pouca informação a respeito da qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso e pelo fato de que sementes de baixa qualidade poderão influenciar decisivamente no estande inicial, vigor das plântulas e conseqüentemente na produtividade de uma lavoura, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso colhidas em diferentes estádios de maturação dos frutos e em dois tipos de debulha.

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes de campo foram realizados em áreas experimentais com pinhão manso da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Fazenda Paraíso, localizado no distrito de Itahum, município de Dourados, MS.

A preparação das amostras e os testes de qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso foram realizados nos Laboratórios de Máquinas e Mecanização Agrícola e de Análises de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados.

Colheita e secagem dos frutos

Os frutos de pinhão manso usados nos testes de dano mecânico, germinação e vigor: primeira contagem da germinação e condutividade elétrica foram colhidos manualmente, separados por estágio de maturação, pesados e, em seguida, deixados para secar em terreiro de concreto naturalmente ventilado.

Após a colheita, determinou-se o teor de umidade dos frutos de pinhão manso pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009). Sendo assim, os frutos foram classificados de acordo com a coloração e o teor de água em: frutos verdes, com 87%; frutos amarelos, com 59%; frutos amarelos com manchas marrons (maduros), com 60%; frutos pretos (secos do chão), com 9% e frutos pretos (secos da planta), com 14%. (Figura 1).

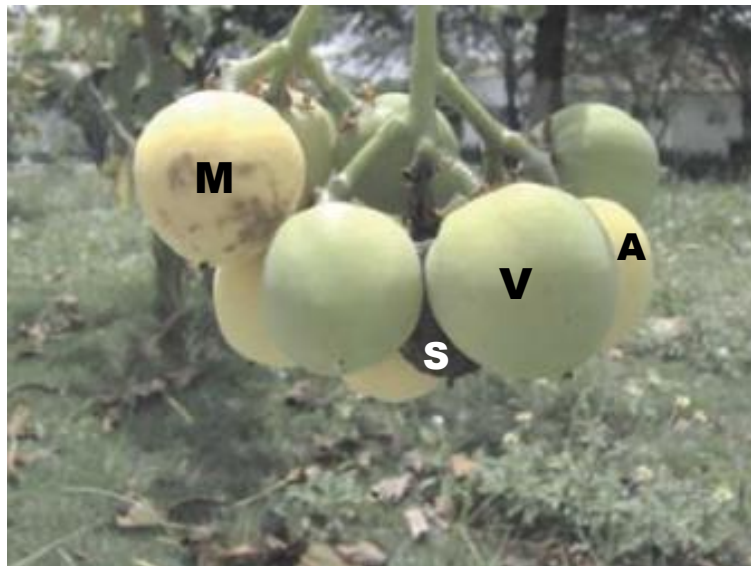


FIGURA 1. Frutos em diferentes estádios de maturação: amarelos (A), maduros (M), verdes (V) e secos (S).

Debulha e armazenamento

A máquina de debulha usada foi uma Heger GbR-ZaberstraBe 26 (Figura 2), com motor elétrico de 5 cv, constituída de aço carbono, sendo formada por uma moega,

dois rolos lisos que giram em sentido contrário a 40 voltas min^{-1} e abertura de 2,5 cm, um sistema de descarga das cascas e das sementes, um sistema de transmissão de potência por correia e uma base de sustentação.



FIGURA 2. Debulhadora usada na trilha dos frutos de pinhão manso.

A debulhadora foi colocada para trilhar 15 L de frutos e o trabalhador para separar as sementes inteiras, as cascas, os frutos não trilhados e as sementes quebradas e com rupturas no tegumento considerando, assim, as sementes com danos visíveis.

As sementes inteiras foram acondicionadas em sacos de papel multifoliado em condições controladas de laboratório com em média 64% de umidade relativa do ar e temperatura média de 17°C entre os meses de agosto de 2009 e março de 2010. As amostras das sementes foram submetidas aos testes de germinação, primeira contagem de germinação e condutividade elétrica.

Análises fisiológicas da semente

Foram determinadas as características fisiológicas dos frutos e sementes de pinhão manso medindo o comprimento dos frutos e das sementes e o diâmetro dos frutos, a largura e espessura das sementes com o auxílio do Paquímetro e o peso de 100 sementes.

Foi determinado o índice de dano mecânico das sementes de pinhão manso provocado na debulha dos frutos, nos sistemas manual e semimecanizado, em diferentes estádios de maturação (verde, amarelo, maduro, seco do chão e seco da planta). No sistema semimecanizado a trilha foi realizada pela debulhadora e a separação das sementes de suas cascas feita manualmente.

Para determinação dos danos mecânicos visíveis foi retirada uma amostra constituída de aproximadamente 200 g de sementes. Desta amostra, foram retiradas e pesadas as sementes quebradas e com rupturas no tegumento para determinação da porcentagem de sementes danificadas. O índice de danos mecânicos foi determinado por meio da seguinte expressão:

$$D_m = 100 \frac{m_d}{m_a} \quad (1)$$

em que,

D_m - índice de danos mecânicos, %;

m_d - massa de sementes com danos mecânicos, g;

m_a - massa da amostra inicial de sementes, g.

Para a análise da condutividade elétrica são recomendadas 50 sementes. No entanto, como para pinhão manso não tem a metodologia padronizada por Vieira e Krzyzanowski (1999) e as sementes são grandes, foram separadas duas repetições de 25 sementes inteiras, pesadas e colocadas em copos plásticos descartáveis, com capacidade de 200 mL. Em seguida foram adicionados 75 mL de água deionizada e as amostras mantidas por 24 horas em câmara a 25°C. Então, procedeu-se à leitura da condutividade elétrica em condutímetro Modelo CD-21. A condutividade elétrica foi determinada por meio da seguinte expressão:

$$CE = \frac{L_{ce}}{m_s} \quad (2)$$

em que,

CE - condutividade elétrica da solução de embebição, $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$;

L_{ce} - leitura da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, μS ;

m_s - massa de 25 sementes, g.

Para analisar a germinação recomenda-se, pela metodologia de Brasil (2009), 50 sementes por rolo de papel. Porém, como as sementes de pinhão manso não têm padronizada a metodologia, foi usado papel germitest umedecido com água deionizada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel seco, aguardando 15 minutos. A seguir, foram feitos rolos com o papel germitest com 25 sementes por repetição, sendo oito repetições por tratamento; levados para estufa sob temperatura de 25°C e, após dez dias, feita contagem das plântulas normais. O teste da primeira contagem da germinação foi avaliado no quinto dia após instalação do experimento de germinação, eliminando-se as sementes germinadas. Na Figura 3 está apresentado o papel germitest com sementes de pinhão manso germinadas:



FIGURA 3. Sementes de pinhão manso germinadas aos dez dias do início do teste de germinação.

Os tratamentos foram constituídos por sementes oriundas de frutos de pinhão manso colhidos em diferentes estádios de maturação: frutos verdes, amarelos, maduros, secos do chão e seco da planta, sendo utilizados dois métodos de debulha: manual e semimecanizada. Para estudar o efeito latente do dano mecânico, três tempos de armazenamento das amostras de sementes foram avaliados: zero, 120 e 240 dias após a debulha.

Para o teste de condutividade elétrica foi adotado o delineamento de tratamentos, com três repetições, pois devido a um acidente laboratorial, perdeu-se totalmente o

tratamento correspondente ao estágio de maturação verde dos frutos no tempo de armazenamento de 240 dias.

Para a condução do teste de dano mecânico e os testes de germinação e primeira contagem da germinação foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para o teste de dano mecânico foi montado um experimento em esquema fatorial 5x2, com três repetições. Para os testes de germinação e primeira contagem da germinação montou-se um experimento em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas foram o tempo de armazenamento, as subparcelas os tipos de debulha e as sub-subparcelas os estádios de maturação dos frutos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas dos frutos que foram secos em terreiro e das sementes de pinhão manso em diferentes estádios de maturação estão apresentadas nos Quadros 1 e 2.

Pode-se observar que as sementes de pinhão manso apresentam forma de um elipsóide, com seu eixo maior representado pelo comprimento, eixo médio pela largura e eixo menor pela sua espessura. As sementes oriundas de frutos verdes apresentaram menor comprimento, espessura e massa de 100 sementes, enquanto não houve diferença entre as larguras dos distintos estádios de maturação dos frutos.

QUADRO 1. Médias das características físicas das sementes do pinhão manso.

Estádios de maturação	Comprimento das sementes (cm)	Espessura da semente (cm)	Largura da semente (cm)	Massa de 100 sementes (g)
Verde	1,74 b	0,80 b	1,09 a	61,89 b
Amarelo	1,82 a	0,82 ab	1,10 a	67,55 a
Maduro	1,83 a	0,86 a	1,09 a	68,92 a
Seco da planta	1,88 a	0,85 a	1,05 a	66,15 a
Seco do chão	1,88 a	0,86 a	1,11 a	69,06 a

Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se que os frutos do pinhão manso verdes depois da secagem em terreiro apresentaram menor comprimento, enquanto não houve diferença para o diâmetros nos diferentes estádios de maturação dos mesmos (Quadro 2).

QUADRO 2. Médias das características físicas dos frutos do pinhão manso depois da secagem em terreiro.

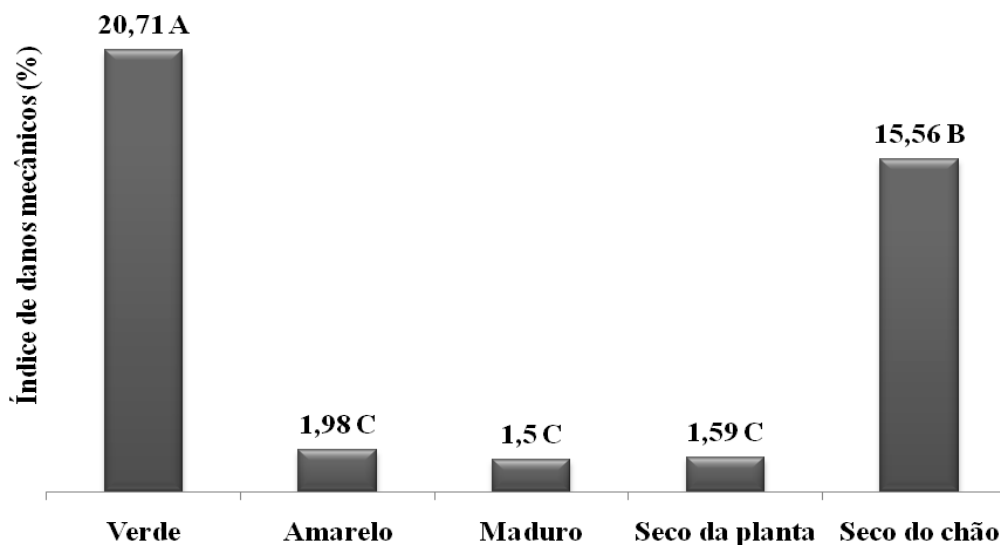
Estádios de maturação	Comprimento dos frutos (cm)	Diâmetro dos frutos (cm)
Verde	2,43 b	2,09 a
Amarelo	2,64 a	2,17 a
Maduro	2,59 a	2,08 a
Seco da planta	2,67 a	2,14 a
Seco do chão	2,73 a	2,15 a

Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os frutos colhidos verdes e os frutos secos catados do chão tiveram os maiores índices de danos mecânicos nas sementes quando comparados aos colhidos no estágio de maturação amarelo, maduro e seco da planta (Figura 4).

Como foi usada a mesma regulagem da máquina para todos os tratamentos, o que se pode supor é que os frutos secos do chão já estavam em processo de deterioração, o que deixou as sementes mais frágeis, levando assim a um maior dano mecânico (Figura 4). De acordo com Ruffato et al. (2001) quanto mais seco o grão estiver, menor será a sua elasticidade, tornando-o vulnerável aos danos provenientes da ação dos equipamentos.

No caso dos frutos verdes, por não terem completado sua maturação fisiológica, as sementes se apresentavam mais frágeis que aquelas que atingiram a maturidade. Segundo Terasawa et al. (2009), o momento ideal para a colheita de sementes seria na maturidade fisiológica, ou seja, imediatamente após se desligarem fisiologicamente da planta-mãe. No entanto, o teor de água da semente nesse momento é elevado, o que inviabiliza a colheita e beneficiamento mecânicos, bem como a ocorrência de níveis severos de danos mecânicos.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 4. Índice de danos mecânicos em sementes de pinhão manso obtidas de frutos em diferentes estádios de maturação e submetidos à debulha mecânica. Dourados, MS - 2009.

Fixando o tempo de armazenamento das sementes, analisando a condutividade elétrica em função dos estádios de maturação e o tipo de debulha tem-se que com zero dia após a debulha, as sementes oriundas de frutos verdes foram as que tiveram maior valor com a debulha manual (Quadro 3). Na debulha mecânica, as sementes provenientes dos frutos nos estádios amarelo e maduro obtiveram maiores valores de condutividade elétrica da solução de embebição. Comparando os tipos de debulha, as sementes dos frutos amarelos tiveram os maiores valores de lixiviação de solutos para a solução, enquanto as sementes dos frutos secos da planta e dos frutos verdes os menores valores (Quadro 3).

Com 120 dias após a debulha manual, assim como sem armazená-las (zero dia após a debulha), as sementes oriundas dos frutos verdes foram as que tiveram maior valor de condutividade elétrica (Quadro 3). E, na debulha mecânica, as sementes provenientes dos frutos amarelos tiveram os maiores valores de condutividade elétrica da solução de embebição. O que pode ser inferido é que as sementes dos frutos verdes e amarelos não atingiram a maturação fisiológica e as estruturas celulares não estavam totalmente organizadas, podendo então, levar a uma maior lixiviação da solução de embebição.

QUADRO 3. Média da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) da solução de embebição das sementes de pinhão manso, obtidas de frutos em diferentes estádios de maturação e diferentes períodos de armazenamento.

Tipo de debulha	Estádio de maturação				
	zero dia após a debulha				
	Verde	Amarelo	Maduro	Seco chão	Seco Planta
Manual	0,138 aA	0,109 bcB	0,126 abB	0,095 cB	0,102 bcA
Mecânica	0,145 bA	0,180 aA	0,169 aA	0,124 bA	0,099 cA
120 dias após a debulha					
Manual	0,125 aA	0,099 bB	0,113 abA	0,087 bA	0,091 bA
Mecânica	0,132 abA	0,162 aA	0,132 abA	0,102 bA	0,096 cA
240 dias após a debulha					
Manual	X	0,223 aB	0,227 aB	0,178 bA	0,187 bA
Mecânica	0,284 a	0,310 aA	0,263 aA	0,196 bA	0,188 bA

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. X – tratamento perdido.

Aos 240 dias após a debulha manual, as sementes dos frutos colhidos maduro e no estágio amarelo foram os que apresentaram maior valor de condutividade elétrica, enquanto os secos obtiveram valores semelhantes (Quadro 3). Com a debulha mecânica, as sementes dos frutos no estágio de maturação amarelo apresentaram os maiores valores que os secos, e igual ao verde e maduro. Comparando os tipos de debulha aos 240 dias de armazenamento as sementes dos frutos colhidos nos estádios de maturação amarelo e maduro tiveram os maiores resultados, enquanto os frutos secos da planta e secos do chão não diferiram entre si (Quadro 3).

Os resultados da condutividade elétrica indicam que o sistema de membranas celulares das sementes, inicialmente, não se apresenta com organização ideal. Já com o decorrer da maturação há redução na lixiviação dos solutos em decorrência da estruturação adequada das membranas celulares (VIDIGAL, 2008).

Fixando o estudo da condutividade elétrica das sementes dos frutos nos cinco estádios de maturação (Quadro 4), não houve diferença estatística de zero e 120 dias após a debulha e começou a ter diferença nos 240 dias. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que as sementes continuaram respirando e consumindo suas reservas como matéria seca, ocorrendo a degradação das células e aumentando, então, a condutividade elétrica. O mesmo ocorreu no trabalho de Corvello et al. (1999), que avaliando sementes de

cedro em função da época de colheita e período de armazenamento concluíram que entre zero e doze meses, a condutividade elétrica do exsudado das sementes aumentou.

QUADRO 4. Média da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) da solução de embebição das sementes de pinhão manso em função do tipo de debulha e do tempo de armazenamento.

Dias após a debulha			
Estádio de maturação: Verde			
Tipo de debulha	Zero	120	240
Manual	0,138 a	0,125 a	X
Mecânica	0,144 b	0,132 b	0,284 a
Estádio de maturação: Amarelo			
Manual	0,109 b	0,099 b	0,223 a
Mecânica	0,180 b	0,162 b	0,310 a
Estádio de maturação: Maduro			
Manual	0,126 b	0,113 b	0,227 a
Mecânica	0,169 b	0,132 c	0,263 a
Estádio de maturação: Seco do chão			
Manual	0,095 b	0,087 b	0,178 a
Mecânica	0,124 b	0,102 b	0,196 a
Estádio de maturação: Seco da planta			
Manual	0,102 b	0,091 b	0,187 a
Mecânica	0,099 b	0,097 b	0,188 a

Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. x – tratamento perdido.

As sementes oriundas dos frutos colhidos secos da planta tiveram maior valor da primeira contagem da germinação comparada com os demais estádios de maturação, sendo que os colhidos secos do chão obtiveram o menor valor (Quadro 5). Ao colher os frutos secos da planta, os mesmos atingiram a maturidade fisiológica. Dessa forma, apresentaram maior valor. De acordo com Albuquerque et al. (2008), a maturidade fisiológica de sementes de pinhão manso ocorre provavelmente quando os frutos estão secos.

QUADRO 5. Média da primeira contagem da germinação (%) das sementes de pinhão manso em função do estágio de maturação dos frutos e do tempo de armazenamento.

Estádio de maturação	Dias após debulha			Média
	Zero	120	240	
Verde	78,00 aB	75,33 aA	45,07 bB	66,13 B
Amarelo	81,17 aAB	73,33 aA	69,67 bAB	74,72 AB
Maduro	85,50abA	81,17 abA	68,67 bAB	78,45 A
Seco chão	64,83 aB	55,50 aB	60,83 aAB	60,39 B
Seco planta	86,50 aA	84, 83 aA	77,00 aA	81,75 A
Média	79,2 a	71,33 a	64,25 b	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve diminuição do valor da primeira contagem de germinação das sementes de pinhão manso com o aumento do tempo de armazenamento das sementes (Quadro 5). Aquelas com zero dia de armazenamento tiveram maior valor e as armazenadas por 240 dias, o menor. Horing (2008) afirma que sementes de pinhão manso colhidas e armazenadas por até 40 dias possuem viabilidade maior que aquelas armazenadas por 66 a 164 dias.

Em relação aos tipos de debulha, tanto as sementes oriundas de frutos verdes e amarelos como as sementes dos frutos secos do chão, obtiveram menores valores da primeira contagem da germinação com a debulha mecânica (Quadro 6). Pode-se supor que as sementes dos frutos secos do chão estavam em processo de deterioração e os resultados de primeira contagem de germinação das sementes dos frutos amarelos condizem com o teste de condutividade elétrica, onde obteve os maiores valores com a debulha mecânica. Conforme Vieira e Krzyzanowski (1999), o teste de condutividade elétrica é avaliado diretamente pela determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes e os maiores valores correspondem a um baixo potencial fisiológico.

QUADRO 6. Valores médios do vigor pela primeira contagem da germinação (%) de sementes em função da debulha e do estágio de maturação dos frutos de pinhão manso.

Tipo de debulha	Estádio de maturação					Média
	Verde	Amarelo	Maduro	Seco chão	Seco Planta	
Manual	64,16 bA	88,22 aA	80,22 aA	69,78 bA	82,11 aA	76,9A
Mecânica	68,11abA	61,22 bB	76,67abA	51,00 cB	83,44 aA	68,1 B
Média	66,14 b	74,72 ab	78,45 a	60,39 b	82,78 a	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De modo geral, as sementes oriundas dos frutos colhidos secos da planta obtiveram maior germinação comparada com os demais, enquanto os frutos colhidos secos do chão apresentaram os menores valores (Quadro 7). Araujo et al. (2006) concluíram que na maturidade fisiológica, a semente atinge o máximo acúmulo de massa seca, podendo coincidir também com o máximo de vigor, dependendo da espécie e do genótipo,. Devido ao tempo em que estiveram no chão, os frutos secos passaram por intempéries que podem ter levado à deterioração de parte da sua estrutura reprodutiva. Este pode ter sido o fator que levou a menor resultado.

Na germinação das sementes dos frutos amarelos, maduros e secos da planta não houve diferença estatística com o tempo de armazenamento. As sementes dos frutos verdes reduziram a germinação com 240 dias de armazenamento e as sementes dos frutos secos do chão tiveram uma melhor germinação com maior tempo de armazenamento (Quadro 7).

QUADRO 7. Médias da germinação (%) de sementes de pinhão manso em função da maturação, do tempo de armazenamento e do método de debulha.

Estádio de maturação	Dias após debulha			Média
	Zero	120	240	
Verde	82,00 aA	80,50 aA	51,67 bC	71,39 B
Amarelo	83,17 aA	77,33 aA	82,83 aA	81,11 A
Maduro	86,67 aA	84,83 aA	77,67 aAB	83,06 A
Seco do chão	65,83 abB	58,33 bB	71,00 aB	65,05 B
Seco da planta	89,67 aA	88,17 aA	86,17 aA	88,00 A
Média	81,47 a	77,83 ab	73,87 b	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação aos tipos de debulha, assim como os resultados obtidos com o teste da primeira contagem, tanto as sementes oriundas de frutos verdes e amarelos como as

sementes dos frutos secos do chão, obtiveram menores valores da germinação com a debulha mecânica (Quadro 8).

QUADRO 8. Média da germinação (%) de sementes de pinhão em função do tipo de debulha e estágio de maturação.

Tipo de debulha	Estádio de maturação					Média
	Verde	Amarelo	Maduro	Seco do chão	Seco da Planta	
Manual	69,56 bA	91,89 aA	86,44 aA	72,11 bA	89,89 aA	81,98 A
Mecânica	73,22 bA	70,33 bB	79,67abA	58,00 cB	86,11 aA	73,47 B
Média	71,39 b	81,11 a	83,06 a	65,06 b	88,00 a	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O momento de colheita dos frutos de pinhão manso é um importante fator na determinação da qualidade fisiológica das sementes, e esse fato pode ser refletido no percentual de emergência das sementes. De acordo com Pereira et al. (2007), esta espécie é propagada principalmente por sementes e a qualidade delas é a base para se obter estande adequado e lavouras uniformes, constituídas por plantas vigorosas e sadias.

CONCLUSÕES

Para a produção de sementes de pinhão manso de boa qualidade fisiológica recomenda-se colher frutos amarelos, maduros e secos da planta.

A debulha manual apresenta melhor preservação da qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso.

São necessários estudos e desenvolvimento de equipamentos para a debulha do pinhão manso, de forma a obter um maior rendimento na debulha sem causar danos mecânicos às sementes, pois estes afetam a qualidade fisiológica das mesmas.

Os frutos de pinhão manso quando colhidos no estágio de maturação adequado (frutos amarelos, maduros e secos da planta) e debulhados sem danos mecânicos podem ser armazenados por até 240 dias sem que haja redução no seu poder germinativo.

Independente do sistema de debulha e do grau de maturação dos frutos, as sementes de pinhão manso perdem seu vigor a partir dos 120 dias, quando armazenadas a sombra em ambiente sem controle de umidade relativa e temperatura do ar.

AGRADECIMENTOS

À FUNDECT-MS, pela bolsa de estudo concedida e pelo apoio financeiro. Ao CNPq, pela bolsa de pesquisa concedida. À Fazenda Paraíso, pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F.A.; LUCENA, A.M.A.; OLIVEIRA, M.I.P.; ANDRADE J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; ARRIEL, N.H.C. **Aspectos fisiológicos de sementes de pinhão manso oriundas de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação**. Circular Técnica n.124, Campina Grande: Embrapa, 2008. 5p.

ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, v.65, n.4, p.5-14, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; OLIVEIRA, A.C. Qualidade de sementes de milho debulhadas com diferentes teores de umidade e fluxos de alimentação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.9-12, 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CORVELLO W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.28-34, 1999.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.1, p. 26-36, 1995.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

HORING, C.F. **Influência do período de armazenamento na qualidade de sementes *Jatropha Curcas* L.** 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon-PR.

MARTINS, C.C; MACHADO, C.G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.863-868, 2008.

PEREIRA, M.D.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S. Germinação de sementes de Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes temperaturas e substratos. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: MCT/ABIPTI, 2007. 1 CD- ROM.

ROSCOE, R.; SILVA, C.J. Pinhão-manso não faz milagres mas é boa opção para o biodiesel. **AGRIANUAL 2008: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. p.1-3.

RUFFATO, S.; COUTO, S.M.; QUEIROZ, D.M. Análise de impactos em grãos de milho pelo método de elementos finitos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.26, n.1, p.21-27, 2001.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; GONÇALVES, N.P.; LOPES, H.F. Caracterização físico-química de alguns solos cultivados com pinhão manso no estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., 2005, Varginha. **Resumos expandidos...** Biodiesel: biocombustível ecológico. Lavras: UFLA, 2005. 5p. CD-ROM.

SLUSZZ T.; MACHADO J.A.D. **Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar**. Agrener GD. 2006. 20p.

TERASAWA, J.M.; PANOBIANCO, M.; POSSAMAI E.; KOEHLER, H.S. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, v.68, n.3, 765-773p., 2009.

VANZOLINI, S. **Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim (*Arachis hypogea* L.)**. 1998. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu

VIDIGAL, D.S. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de pimenta em função do estágio de maturação dos frutos**. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1, 4, 26.

VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n. 2, p.220-224, 1996.

VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROCESSO DE COLHEITA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica do processo de colheita e beneficiamento de sementes de pinhão manso, visando a substituição da operação manual pela semimecanizada. O estudo foi composto por quatro sistemas de colheita dos frutos, sendo duas derrçadoras, cada uma colhendo os dois lados da planta, as duas derrçadoras operando simultaneamente na mesma linha da cultura e a colheita manual. E, ainda, dois sistemas de beneficiamento dos frutos de pinhão manso a debulha mecânica com a separação manual e a debulha manual. Considerando que os custos operacionais da colheita mecanizada foi 26,2% inferior àquela obtida usando a colheita manual, e que o custo da debulha e separação semimecanizada foi 86,5% inferior à debulha e separação manual, conclui-se que é economicamente viável a substituição da operação manual pela semimecanizada.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., derrçadora, debulhadora, custos.

ECONOMICAL FEASIBILITY OF THE HARVESTING AND THE PROCESSING OF *JATROPHA SEEDS*

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the economical feasibility of the harvesting process and the processing of *Jatropha* seeds, in order to replace the manual operation by semi-mechanized process. The study was composed of four harvesting systems, in which two machines harvested the two sides of the plant, the two machines operating simultaneously on the same line of culture and harvesting. And also two processing systems of the *Jathropa* fruits: the mechanical thresh with manual separation and the manual thresh. Considering that the operating costs of the mechanized harvesting was 26,2% lower than the obtained using the manual harvesting and that the cost o threshing and partially mechanized separation was 86,5% lower than the manual threshing and

separation, we conclude that it is economically viable the replacement of the manual operation by the semi-mechanized.

Key-words: *Jatropha curcas* L., harvester, harvester, costs.

INTRODUÇÃO

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo tem significativos impactos na qualidade do meio ambiente, sendo a poluição do ar nas grandes cidades o efeito mais visível. Diversos estudos mostram que o biodiesel pode substituir total ou parcialmente o óleo diesel em motores ciclo diesel.

Biodiesel é um combustível biodegradável, pois permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono no qual o CO₂ é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o combustível é queimado no processo de combustão do motor (YAMAOKA et al., 2005).

Penido Filho e Villano (1984) produziram biodiesel de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e de várias outras oleaginosas para uso em motores produzidos pela FIAT, tendo obtido boas características do combustível.

Embora se tenha conseguido produzir biodiesel de pinhão manso há quase três décadas, segundo Saturnino et al. (2005), a planta ainda se encontra em processo de “domesticação”.

A colheita dos frutos de pinhão manso é feita por derriça totalmente manual, mas se torna um trabalho oneroso e de baixo rendimento, sendo os frutos colhidos e armazenados em bolsas, que são transportados juntos com os catadores no final do turno. Com isso, acredita-se na viabilidade do uso de derriçadoras portáteis na colheita do pinhão manso, pois segundo Rodriguez et al. (1994), Ortiz-Cañavate (1996) e Souza (2004), a derriça por vibração é um método eficiente na colheita de diversos produtos agrícolas, como por exemplo: azeitona, citros, nozes e café e, por ser o método mais prático, rápido e econômico para a colheita seletiva dos frutos maduros e secos.

Após a colheita, os frutos de pinhão manso são transportados para terreiros onde ocorre a secagem natural dos mesmos. A separação das sementes e cascas é feita por meio de debulhadoras e peneiras (BRASIL, 1985).

A adoção de um determinado sistema de produção, como por exemplo o de colheita e processamento de sementes, deve contemplar aspectos técnicos e

econômicos. Assim, além da avaliação do potencial produtivo, é importante averiguar a viabilidade econômica de cada sistema ou processo (SANGOI et al., 2002).

A análise econômica dos sistemas é de suma importância e pode ter os seguintes objetivos: auxiliar na tomada de decisão, maximização do lucro, dos benefícios sociais, da segurança, qualidade e imagem da empresa; e minimização do custo e riscos de prejuízos. Além disso, é o meio pelo qual o produtor passa a conhecer os resultados financeiros obtidos de cada atividade da empresa rural. É mediante resultados econômicos que o produtor pode tomar, conscientemente, suas decisões (LOPES e CARVALHO, 2000).

O cálculo do custo real de um sistema mecânico é muito complexo, pois, além dos custos diretos do maquinário, devem ser considerados fatores como habilidade dos operadores, custos dos equipamentos, custos de terceirização de serviços, etc.

A necessidade de analisar economicamente a atividade é extremamente importante, pois por meio dela, o produtor passa a conhecer com detalhes e a utilizar, de maneira inteligente e econômica, os fatores de produção (terra, trabalho e capital). Dessa forma, localizam-se os pontos de estrangulamento para depois concentrar esforços gerenciais e tecnológicos, e assim, obter sucesso na sua atividade e atingir os seus objetivos de maximização de lucros ou minimização de custos (LOPES e CARVALHO, 2000).

Ros (2010), estudando o desempenho de duas derriçadoras na colheita de pinhão manso em uma lavoura com carga pendente média de 0,23 kg por planta, considerando cinco repasses de colheita a cada vinte dias, correspondendo a uma produtividade média de 1.876 kg ha⁻¹ ano⁻¹, conclui que é viável tecnicamente a colheita mecânica do pinhão manso através do uso de derriçadoras portáteis. Entretanto, não afirma a sua viabilidade econômica.

De acordo com o que foi exposto, este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica do processo de colheita e beneficiamento de sementes de pinhão manso, visando à substituição da operação manual pela semimecanizada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados, MS.

Os testes de campo foram realizados em áreas experimentais de pinhão manso da Embrapa Agropecuária Oeste em parceria com a Fazenda Paraíso, localizada no distrito de Itahum, município de Dourados, MS.

O estudo foi composto por quatro sistemas de colheita dos frutos de pinhão manso, cultura com 4 anos, espaçamento de 3x2 e uma produtividade média em apenas uma das colheitas de 374 kg, e dois sistemas de beneficiamento dos frutos. Os sistemas de colheita foram compostos da colheita usando a derriçadora Nakashi Turbo II, a derriçadora Brudden DCM 11, as derriçadoras Nakashi Turbo II e Brudden DCM 11 operando simultaneamente na mesma linha da cultura e a colheita manual. Os dois sistemas de beneficiamento foram a debulha mecânica com a separação manual e a debulha totalmente manual.

Para estudar a influência do desempenho operacional de derriçadoras na colheita dos frutos de pinhão manso sobre os custos da operação foram utilizadas as derriçadoras Nakashi Turbo II e a Brudden DCM 11. No Quadro 1 estão dispostas as características das derriçadoras usadas na colheita de pinhão manso de acordo com o manual do fabricante.

QUADRO 1. Características das derriçadoras usadas na colheita de pinhão manso.

Derriçadoras	Cilindradas do motor 2T (cm ³)	Massa (kg)	Consumo de combustível e óleo 2T (L h ⁻¹)
Nakashi Turbo II	42,7	7,9	0,6
Brudden DCM 11	26,3	5,4	0,4

O desempenho operacional das derriçadoras Nakashi Turbo II e Brudden DCM 11 comparado com a colheita manual estão dispostos no Quadro 2.

QUADRO 2. Capacidade de colheita (kg h⁻¹) das derriçadoras Nakashi Turbo II e Brudden DCM 11, em colheita de frutos de pinhão manso.

Sistemas de Colheita			
Nakashi Turbo II	Brudden DCM 11	Turbo II + DCM 11	Manual
9,04	10,68	23,29	4,81

Fonte: Ros (2010).

Para se determinar a capacidade de debulha mecânica e separação manual, a máquina usada foi uma debulhadora Heger GbR-ZaberstraBe 26, com motor elétrico de 5 cv, constituída de aço carbono, sendo formada por uma moega, dois rolos lisos que giram em sentido contrário a 40 rpm, um sistema de descarga das cascas e das sementes, um sistema de transmissão de potência e uma base de sustentação (Figura 1).



FIGURA 1. Debulhadora usada na trilha dos frutos de pinhão manso.

A debulhadora foi colocada para trilhar 15 L de frutos e o trabalhador para separar as sementes trilhadas. Cronometrou-se o tempo gasto em cada operação e, em seguida, pesou-se o produto. A capacidade de debulha e separação manual e mecânica foi obtida da relação entre a massa de frutos processados e o tempo gasto nas operações, conforme observado na Equação 1.

$$C_C = 3,6 \frac{m_g}{t} \quad (1)$$

em que,

C_C - capacidade de debulha e separação, $t h^{-1}$;

m_g - massa de frutos debulhados e separados, kg;

t - tempo gasto na operação, s.

Depois da trilha, o tempo que o operador levava para separar as sementes foi determinado, pesando logo em seguida as mesmas, as cascas e os frutos que não foram debulhados pela máquina.

Para analisar a debulha e separação manual foram feitas três repetições, sendo cada uma com um trabalhador diferente e em diferentes estádios de maturação e origem dos frutos. Estipularam-se cinco litros de frutos para ser debulhados, em que foram pesados e o tempo gasto na debulha e na separação das sementes medido (Figura 2).



FIGURA 2. Debulha manual dos frutos de pinhão manso.

Para analisar a capacidade de debulha e separação foi montado um experimento em esquema fatorial 5x2, sendo cinco estádios de maturação dos frutos (verde, amarelo, maduro, seco da planta e seco do chão) e dois tipos de colheita (manual e mecânica), com três repetições, segundo o delineamento inteiramente casualizado.

Para a determinação da análise de custos foram feitos cálculos dos custos de utilização de uma máquina agrícola que é dividido em fixos e variáveis. Os fixos envolvem aqueles que não variam com a intensidade de uso da máquina, como por exemplo: a depreciação, o juro sobre o capital investido, o custo associado ao abrigo da máquina e seguro. Já os variáveis são aqueles influenciados pela intensidade de uso da máquina e envolvem os custos associados a combustíveis e lubrificantes, custos de reparo e manutenção e custos de mão-de-obra para operação da máquina (BALASTREIRE, 1987).

Para determinação do custo do uso das derrçadoras mecânicas portáteis utilizaram-se as seguintes informações: valor das máquinas novas, valor de sucata das mesmas (10% do valor novo), depreciação linear para vida útil de 250 horas trabalhadas por ano, taxa de juros de 8% a.a., taxa de abrigo e seguro de 1,50% a.a., consumo de combustível (gasolina) e óleo lubrificante (2T), reparo e manutenção de acordo com o plano de manutenção do manual dos fabricantes e salário do operador de acordo com o valor do salário mínimo de R\$ 510,00 e mais os encargos sociais (80%).

Para a determinação dos custos do uso da debulhadora elétrica foram utilizadas as mesmas metodologias usadas para as derrçadoras, com a diferença do custo de combustível, que foi substituído pelo custo da energia elétrica: potencia nominal da máquina de 2,57 kW, sendo oito horas trabalhadas por dia e, o valor do kWh sendo de R\$ 0,314.

A capacidade das duas derrçadoras trabalhando simultaneamente na colheita semimecanizada dos frutos de pinhão manso, da colheita manual e a capacidade da debulhadora na trilha mecânica dos frutos de pinhão manso e a capacidade da debulha manual foi obtida da relação entre a produtividade média por hectare, e a capacidade de frutos colhidos, conforme observado na Equação 2.

$$C = \frac{P_M}{D_O} \quad (2)$$

em que,

C - capacidade de colheita e debulha, ha h⁻¹;

P_M - Produtividade média da colheita e debulha, kg ha⁻¹;

D_O - desempenho operacional da colheita e debulha, kg h⁻¹.

O custo operacional da colheita semimecanizada usando as duas derrçadoras, da colheita manual e o custo da debulhadora semimecanizada e da debulha manual foi obtido do produto do custo da utilização das mesmas com a capacidade de colheita, conforme observado na Equação 3.

$$C_O = C_C \cdot C \quad (3)$$

em que,

C_O - Custo operacional da colheita e debulha, R\$ ha⁻¹ano⁻¹;

C_C - Custo da colheita e debulha, R\$ h⁻¹;

C - Capacidade de colheita e debulha, h ha⁻¹.

Os dados de capacidade de debulha e separação foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da capacidade de debulha e separação dos frutos de pinhão manso processados usando dois tipos de debulha, e os respectivos estádios de maturação dos frutos estão apresentadas no Quadro 3. Analisando o efeito do estágio de maturação sobre a capacidade de debulha e separação na operação realizada manualmente, pode-se observar que não houve diferença entre seus valores, apresentando valor médio de 2,94 kg h⁻¹.

QUADRO 3. Médias da capacidade de debulha e separação (kg h⁻¹) dos frutos em diferentes estádios de maturação e dois tipos de colheita.

Tipo de debulha	Estádios de maturação				
	Verde	Amarelo	Maduro	Seco na planta	Seco do chão
Manual	2,22 Ab	2,87 Ab	2,58 Ab	5,01 Ab	2,00 Ab
Semimecanizado	23,67 Ba	40,90 Aa	40,82 Aa	34,28 Aa	40,54 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Quando a debulha mecânica dos frutos e a separação manual das sementes foram usadas, observou-se que a capacidade de debulha e separação dos frutos verdes apresentou os menores valores, sendo que para os frutos amarelos, maduros, secos da planta e secos do chão, a capacidade de trilha e separação média foi de 39,1 kg h⁻¹, equivalendo a um aumento de 65% daquela obtida para os frutos no estágio de maturação verde (Quadro 3).

Na prática, observou-se que mesmo secando os frutos verdes para fazer a debulha e a separação, a casca ficava bem aderida às sementes, comparada com os frutos com estádios mais avançados de maturação na debulha mecânica, o que pode ter influenciado na capacidade de separação dos mesmos.

Pode ser observado que as capacidades de debulha e separação foram maiores na operação semimecanizada do que na manual, independentemente do estágio de maturação dos frutos (Quadro 3), equivalendo a uma diferença de 10,7 vezes maior que a manual.

No Quadro 4 está apresentado o custo por hora trabalhada das derriçadoras Turbo II e DCM 11 usadas para colheita de pinhão manso, que foi de R\$ 8,61 h⁻¹ para a derriçadora Turbo II e de R\$ 8,06 h⁻¹ para a DCM 11, sendo que os custos variáveis representam 83,3% do custo total de utilização da derriçadora Turbo II e os custos variáveis da DCM 11 representam 85,9% do custo total.

Como os custos variáveis são aqueles que são influenciados diretamente pelo volume produzido, incluindo mão-de-obra, combustível e manutenção, os resultados obtidos indicam que a maior parte dos custos de uso da derriçadora está relacionada às atividades produtivas da máquina nos trabalhos de colheita.

QUADRO 4. Custo (R\$ h⁻¹) da utilização das derriçadoras Nakashi Turbo II e Brudden DCM 11, durante a colheita dos frutos de pinhão manso.

Fonte	Custo (R\$ h ⁻¹)		%	
	Turbo II	DCM 11	Turbo II	DCM 11
Depreciação	0,92	0,73	10,7	9,1
Seguro e abrigo	0,15	0,12	1,7	1,3
Juros sobre o capital	0,37	0,29	4,3	3,6
Manutenção	1,20	1,20	13,9	14,9
Combustível+lubrificante	0,75	0,50	8,7	6,2
Mão-de-obra	5,22	5,22	60,6	64,8
TOTAL	8,61	8,06	100,0	100,0

Comparando os custos da derriçadora Turbo II com a DCM 11 obteve-se que a primeira derriçadora teve um custo horário de 6,4% superior, isso se deve ao custo inicial que foi de 24% superior e também ao maior consumo de combustível da Turbo II.

No Quadro 5 estão dispostos os custos da Debulhadora Heger GbR-ZaberstraBe 26 por hora trabalhada, que foi usada para trilhar as sementes dos frutos de pinhão manso. O custo da hora trabalhada da debulhadora elétrica usada na Fazenda Paraíso foi de R\$ 9,35, e os custos variáveis representam 73,8%.

QUADRO 5. Custo da debulhadora Heger GbR-ZaberstraBe 26 na operação de trilha dos frutos de pinhão manso.

Fonte	Custo (R\$ h ⁻¹)	%
Depreciação	1,57	16,8
Seguro e abrigo	0,26	2,8
Juros sobre o capital	0,63	6,7
Manutenção	0,87	9,3
Energia elétrica	0,81	8,7
Mão-de-obra	5,22	55,8
TOTAL	9,35	100,0

Considerando que a capacidade de colheita semimecanizada com duas derriçadoras é cerca de cinco vezes maior do que a colheita manual, e por apresentar redução de 26,2% do custo operacional de colheita, pode-se inferir que a colheita mecanizada é viável economicamente em relação à manual. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Barbosa et al. (2005), que estudando o sistema de derriça de café, concluíram que o sistema mecanizado apresentou menor custo operacional que o sistema manual.

O mesmo pode ser considerado para a debulha semimecanizada, uma vez que a sua capacidade é 10,7 vezes a da debulha manual, com 86,5% de redução dos custos de debulha e separação.

CONCLUSÕES

A capacidade de debulha e separação foi 10,7 vezes maior na operação semimecanizada do que na manual, independentemente do estágio de maturação dos frutos.

Considerando o desempenho das derriçadoras e da debulhadora, e os custos do uso da maquinaria agrícola, há viabilidade econômica da substituição dos sistemas de colheita e de debulha manual dos frutos do pinhão manso pelos sistemas semimecanizados.

AGRADECIMENTOS

À FUNDECT-MS, pela bolsa de estudo concedida e pelo apoio financeiro. Ao CNPq, pela bolsa de pesquisa concedida. À Fazenda Paraíso, pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**, São Paulo: Manole, 1987, 307p.
- BARBOSA, J.A.; SALVADOR, N.; SILVA, F.M. Desempenho operacional de derriçadores mecânicos portáteis, em diferentes condições de lavouras cafeeiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.9. n.1, p.129-132, 2005.
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília: STI/CIT, 1985. 364p. (Documentos,16).
- GAYDOU, A. M.; MENET, L.; RAVELOJAONA, G.; GENESTE, P. Ressources énergétiques d'origine végétale à Madagascar: alcool ethylic et huiles de grains oléagineuses. **Oléagineux**, vol.37 n. 3 p:135-141, 1982.
- LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. Custo de produção do gado de corte – UFLA. **Circular Técnico**. 2000. 48p.
- OLIVEIRA, J. M. A. **Óleo de pinhão: alternativa no nordeste. s.l. s. ed**, 1979. 17p. Trabalho apresentado no Seminário Regional sobre Conversão de Biomassa em combustível, São Paulo, 1979.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J. Cosecha mecanizada de fruta por el método de vibraciones forzadas. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, Habana, v.6, n.1, p.76-84, 1996.
- PENIDO FILHO, P.; VILLANO, F.O emprego éster da mamona nos motores dos veículos FIAT. In: CONGRESSOBRASILEIRO DE ENERGIA, 3., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1984.
- RODRÍGUEZ, A.M.; MILÁN, H.C.; GUERRA, O.L. Cálculo de vibradores multidireccionales para la cosecha mecanizada de frutas. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, Habana, v.4, n.1, p.44-48, 1994.
- ROS, V.V. **Viabilidade técnica do uso de derriçadora portátil na colheita de frutos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2010. 59p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.
- SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F da, MINETTO T. J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, v.33, n.6, 2003.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Produção de oleaginosas para o biodiesel. **Informe Agropecuário**, v.26, p.44-74, 2005.
- SOUZA, C.M.A. **Desenvolvimento e modelagem de sistemas de derriça e de abanação de frutos do cafeeiro**. Viçosa: UFV, 2004. 123p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; RAFULL, L.Z.L.; CECOM, P.R. Comparação entre derriça manual e mecânica de frutos de cafeeiro. **Revista Ceres**, v.53, p.36-40, 2006.

YAMAOKA, R. S.; COSTA, A.; SOUZA, R.; FAUCZ, R.; OLIVEIRA, D. Programa Paranaense de Bioenergia – “PR – Bioenergia”. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2., 2005, Varginha-MG. **Anais**. Varginha-MG: Universidade Federal de Lavras e Prefeitura Municipal de Varginha, 2005, p:912-916.

CONCLUSÕES GERAIS

Para a produção de sementes de pinhão manso de boa qualidade fisiológica recomenda-se colher frutos amarelos, maduros e secos da planta, debulhados manualmente para preservar a qualidade fisiológica das sementes, sendo assim armazenados por até 240 dias sem que haja redução no seu poder germinativo.

Há viabilidade econômica na substituição da colheita e debulha manual dos frutos de pinhão manso pela semimecanizada, sendo necessários estudos e desenvolvimento de equipamentos para a debulha do pinhão manso para que se tenha maior rendimento na debulha sem causar danos mecânicos às sementes, pois estes afetam a qualidade fisiológica.