

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE DERRIÇADORA
PORTÁTIL NA COLHEITA DE FRUTOS DE PINHÃO
MANSO (*Jatropha Curcas L.*)**

VINICIUS DE VITO ROS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2010

**VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE DERRIÇADORA PORTÁTIL NA
COLHEITA DE FRUTOS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha Curcas* L.)**

VINICIUS DE VITO ROS

Engenheiro Agrônomo

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

**VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE DERRIÇADORA PORTÁTIL NA
COLHEITA DE FRUTOS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha Curcas* L.)**

por

Vinicius de Vito Ros

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

Aprovada em: 29/06/2010

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

Profa. Dra. Leidy Zulys Leyva Rafull
Co-Orientadora – UFGD/FCA

Dr. César José da Silva
Co-Orientador – EMBRAPA/CPAO

Prof. Dr. Antônio Donizette de Oliveira
UFLA/DEG

*A minha esposa Polyana e ao meu filho Pedro Vitor,
pelo carinho, amor, compreensão e incentivo para a
execução deste trabalho.*

*Aos meus pais,
Francisco Ros Lopes e
Maria Aparecida de Vito Ros
pelo incentivo.*

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus

Ao sempre orientador e amigo, desde a graduação, Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, pela orientação, estímulo e valiosas sugestões.

Ao Dr. César José da Silva (EMBRAPA/ CPAO), pelas contribuições, sugestões e ajuda na execução dos trabalhos.

À Profa. Dra. Leidy Zulys Leyva Rafull pela co-orientação e contribuições nos trabalhos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFGD pela oportunidade.

A Capes e Fundect pela bolsa concedida e auxílio financeiro respectivamente.

Aos Técnicos da UFGD, Lucia, Ronaldo, Jesus, Milton.

Ao companheiro Mizael que contribuiu na “pilotagem da derriçadora”.

Aos sempre companheiros Rômulo (abacaxi), Antônio (coração de frango) e Eduardo (caixa de cerveja), alunos da Graduação.

Aos alunos de mestrado, Thiago Bertencello, Izidro, Thobias, Marcelo, Cristiane e João pela ajuda e companherismo.

À Fazenda Paraíso, pelo incentivo a pesquisa, em especial ao Sr. Ernest Ferter.

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

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS PLANTAS E DOS FRUTOS DE PINHÃO MANSO RELACIONADOS COM A COLHEITA POR VIBRAÇÃO ...	8
RESUMO.....	8
MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MANSO PINE NUT FRUITS AND PLANTS RELATED TO THE HARVEST THROUGH VIBRATION	9
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	25
DESEMPENHO DE DERRIÇADORA PORTÁTIL NA COLHEITA DE FRUTOS DE PINHÃO MANSO	27
RESUMO.....	27
PERFORMANCE OF PORTABLE HARVESTER IN THE MANSO PINE NUT FRUITS HARVEST	28
ABSTRACT.....	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
DESEMPENHO OPERACIONAL DE DIFERENTES SISTEMAS DE DERRIÇA DE FRUTOS DE PINHÃO MANSO	42
RESUMO.....	42
OPERATIONAL PERFORMANCE OF DIFFERENT HARVEST SYSTEMS OF MANSO PINE NUT FRUITS	43
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO	44
MATERIAL E MÉTODOS	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CONCLUSÕES GERAIS.....	59

RESUMO

ROS, Vinicius de Vito, M.Sc., Universidade Federal da Grande Dourados, junho de 2010. **Viabilidade técnica do uso de derriçadora portátil na colheita de frutos de pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.)**. Orientador: Cristiano Márcio Alves de Souza. Co-orientadores: César José da Silva e Leidy Zulys Leyva Ráfull.

O pinhão manso é uma cultura que tem apresentado características favoráveis para a produção em grande escala de óleo para fabricação de biodiesel. A planta apresenta-se em fase de estudo nas diversas especializações do ramo agrônomo, devido ser uma cultura não domesticada. Dentre as diversas dificuldades para a produção comercial, o pinhão manso apresenta como uma das principais dificuldades a colheita, pois a colheita manual pode inviabilizar a exploração da cultura para fins comerciais além de onerar os custos. No entanto, existem métodos em estudo para se mecanizar a colheita dos frutos de pinhão manso. As derriçadoras portáteis apresentam bom desempenho e colheita seletiva na derriça de frutos do cafeeiro. Assim acredita-se no seu bom desempenho e funcionamento também na colheita seletiva de frutos do pinhão manso, pela semelhança na desuniformidade de maturação dos frutos como no cafeeiro. A princípio, apresenta-se também a necessidade de se conhecer a morfologia das plantas e frutos para se adequar as derriçadoras. Pelo lado da derriçadora, faz-se necessário conhecer as características da máquina, como o melhor nível de frequência de vibração das hastes para a derriça dos frutos, sem ocasionar danos às plantas. Este trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade técnica do uso de derriçadora portátil na colheita de frutos de pinhão manso. Foram montados três experimentos, sendo um para avaliar as características morfológicas de plantas e frutos em Dourados-MS, um segundo para avaliar o desempenho de uma derriçadora portátil na colheita de frutos de pinhão manso realizado em Anastácio-MS, e um terceiro para avaliar diferentes sistemas de derriça de frutos de pinhão manso realizado em Dourados-MS. Para a caracterização morfológica das plantas foram determinados: altura da planta, altura dos ramos mais baixos, diâmetro da copa, diâmetro do tronco, número de ramos principais, diâmetro dos ramos principais na inserção e na metade do seu comprimento, altura da inserção dos ramos principais, inclinação dos ramos principais em relação ao tronco, e comprimento dos ramos principais. Nos frutos foram avaliados: tamanho e diâmetro dos frutos, comprimento do pedúnculo e diâmetro do pedúnculo. O delineamento

experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituídos de duas idades das plantas de pinhão manso (um e três anos), e três estádios de maturação dos frutos (verdes, maduros e secos). Foram avaliados 40 plantas e 750 frutos, por cada idade. Para avaliar o desempenho da derriçadora na colheita dos frutos de pinhão manso, no experimento montado em Anastácio-MS, foi feito um esquema onde os tratamentos foram chamados de sistemas de colheita: no denominado sistema de colheita 1 (SC1) foi utilizado a derriçadora Nakashi Turbo II trabalhando em uma linha de plantio, onde o operador foi responsável por derriçar os dois lados da mesma planta, com frequência de vibração das hastes de 2.374 rpm. No denominado sistema de colheita 2 (SC2) o operador derriçou os dois lados da mesma planta, com frequência de vibração de 2.736 rpm. No terceiro sistema de colheita (SC3) o operador derriçou os dois lados da mesma planta, com frequência livre, ou seja, variando de 1.444 até 2.736 rpm. O quarto sistema de colheita (Manual) foi composto pela derriça manual dos frutos, onde era composto por um operador para derriçar os dois lados da planta. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. No experimento em Dourados-MS foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro sistemas de colheita: no denominado sistema de colheita 1 (SC1) foi utilizado a derriçadora Nakashi Turbo II trabalhando em uma linha de plantio, onde o operador foi responsável por derriçar os dois lados da mesma planta. No denominado sistema de colheita 2 (SC2) foi utilizado a derriçadora Brudden DCM 11, onde o operador trabalhando em uma linha de plantio, foi responsável por derriçar os dois lados da planta. No terceiro sistema de colheita (SC3) foram usadas as duas derriçadoras operando simultaneamente na mesma linha, onde cada operador derriçava um lado da planta. Nos três sistemas de colheita semi-mecânica, as derriçadoras eram operadas na aceleração livre, ou seja, com frequência de 1.444 a 2736 rpm na Nakashi Turbo II e de 1.040 a 2.155,5 rpm na Brudden. O quarto sistema de colheita (Manual) foi a derriça manual dos frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Na comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% e 10% de probabilidade. Os atributos morfológicos das plantas de pinhão manso com três anos de desenvolvimento foram 51% maiores que aquelas com um ano, exceto para o número de ramos primários que não foi alterado e para o estágio de maturação dos frutos. Pelas características morfológicas avaliadas dos frutos e plantas do pinhão manso, há possibilidade do uso de derriçadora portátil na colheita de frutos. A poda das plantas do pinhão manso é necessária para se adequar o uso da derriçadora na colheita. O

melhoramento genético das plantas é necessário para se uniformizar a maturação dos frutos, evitando-se assim o repasse, aumentando a eficiência na colheita mecânica. A capacidade de colheita da derriçadora foi cinco vezes superior a colheita manual de frutos de pinhão manso, independentemente da frequência de vibração das hastes. A eficiência de colheita com a derriçadora foi igual a eficiência da colheita manual. O índice de desfolha na frequência 2.374 rpm, foi igual estatisticamente ao obtido na colheita manual. O nível de ruído emitido na frequência de vibração de 2.736 rpm (104,6 dBA) foi o maior entre os tratamentos, ficando todos os níveis acima do permitido para uma exposição de 8 horas diárias. A capacidade de colheita com derriçadora foi maior em 4,8 vezes que a manual no sistema de colheita (SC3) onde se operava duas máquinas simultaneamente na mesma planta, sendo os demais sistemas de colheita iguais estatisticamente a manual. Para a colheita mecanizada, a maior eficiência seletiva foi observada quando a derriçadora Nakashi Turbo II foi usada, sendo os valores iguais estatisticamente a manual. A desfolha na colheita manual e no sistema SC3 foram iguais estatisticamente.

Palavras-chave: biodiesel, morfologia, desempenho, colheita semimecanizada.

ABSTRACT

ROS, Vinicius de Vito, M.Sc., Federal University of Grande Dourados, June of 2010.
Technical feasibility of the use of portable harvester in the gentle pine nut fruits harvest (*Jatropha Curcas* L.). Adviser: Cristiano Márcio Alves de Souza.
Committee Members: César José da Silva e Leidy Zulys Leyva Rafull.

The manson pine nut is a culture that has shown favorable features for the oil large scale production to make biodiesel. The plant presents itself in period of study in the different kinds of specializations in the agronomic area, due to be an untamed culture. Among the several difficulties for the commercial production, the manson pine nut shows as one of the main difficulties the harvest, because the manual harvest can become unviable the crop exploitation for commercial purposes, besides increasing the costs. However, there are some methods that have been studied to mechanize the harvest of the manson pine nut fruits. The portable harvesters show good performance and selective harvest in the coffee fruits harvest. Thus, it's believed in its good performance and operation also in the selective harvest of the manson pine nut fruits by the similarity in the no uniform way of making the fruits ripe, like in the coffee one. At first, it is also shown the need to know the plants and fruits morphology to adapt it to the harvesters. Regarding the harvester, it's important to know the machine features, as well as the best level of frequency of vibration to harvest the fruits, without damaging the plants. The aim of this paper was to analyze the technical feasibility of the portable harvester use in the manson pine nut fruits harvest. They were mounted three experiments, being one to evaluate the plants and fruits morphological features in Dourados-MS, a second to evaluate the performance of a portable harvester in the manson pine nut fruits harvest in Anastácio-MS, and the last one to evaluate the different systems of manson pine nut fruits harvest. For the plants morphological characterization of the plants they were determined: the plant height, the shortest branches height, the canopy diameter, the log diameter, number of main branches, diameter of the main branches in the insertion and in the half of its length, the insertion height of the main branches, the inclination of the main branches in relation to the log, and the main branches length. In the fruits, they were evaluated: size and diameter of the fruits, and stem length and diameter. The used experimental design was entirely randomized, consisting of two ages of the manson pine nut plants (one and three years old), and three phases of fruits ripening (green, ripe and dry). They were evaluated 40 plants and 750

fruits, by each age. To evaluate the harvester performance in the manso pine nut fruits harvest, in Anastácio-MS, there was a plan where the handlings were called harvest systems: in the harvest system 1 (SC1), it was used the Nakashi I Turbo II harvester working in a planting line, where the user was responsible to harvest the two sides of the same plant, with frequency of stems vibration of 2,374 rpm. In the harvest system 2 (SC2), the user harvested the two sides of the same plant, with 2,736 rpm of vibration frequency. In the third harvest system (SC3), the user harvested the two sides of the same plant, with free frequency, in other words, with a range from 1,444 to 2,736 rpm. The fourth harvest system (SC4) was compounded by fruits manual harvest, where it was compounded by a user to harvest the two sides of the plant. It was used the design in randomized blocks with four handlings and five repetitions. In the experimental design in Dourados-MS, it was used the design in randomized blocks, with four harvest systems: in the harvest system1 (SC1) they used Nakashi I Turbo II harvester working in a planting line, where the user was responsible to harvest the two sides of the same plant. In the harvest system 2 (SC2) it was used Brudden DCM 11 harvester, where the user working in a planting line, was responsible to harvest the two sides of the plant. In the third harvest system (SC3) they were used the two harvesters operating simultaneously in the same line, where each user harvested one side of the plant. In the three semi-mechanical harvest systems, the harvesters were operated with free acceleration, in other words, with frequency from 1,444 to 2736 rpm in the Nakashi I Turbo II and from 1,040 to 2.155,5 rpm. The fourth harvest system (SC4) was for manual fruits harvest. The morphological attributes manso pine nut plants in their three years old of development were 51% bigger than those with a year, except for the number of primary branches that was not changed and for the training period of fruit ripening. Through the evaluated morphological features of manso pine nut fruits and plants, there is a possibility to use the portable harvester in the fruits harvest. The manso pine nut plants pruning is necessary to adapt the use of the harvester in the harvest. The plants genetic improvement is necessary to standardize the fruit ripening, thus, avoiding the pass, and increasing the efficiency in the mechanical harvest. The harvest capacity of the harvester was five times higher than the manual harvest of manso pine nut fruits independently of the stems vibration frequency. The harvest efficiency with the harvester was equal to the manual harvest efficiency. The defoliation index in 2,374 rpm frequency was the same as the one obtained in the manual harvest. The emitted noise level of in the vibration frequency of 2,736 rpm (104.6 dBA) was the highest

among the handlings, being above all the allowed levels for an exposition of 8 hours daily. The harvest capacity with harvester was 4.8 times bigger than in the manual harvest system (SC3) where they operated the two machines simultaneously in the same plant, being the other harvest systems statistically equal to the manual system. For the mechanized harvest, the biggest selective efficiency was observed when Nakashi I Turbo II harvester was used, being the values statistically equal to the manual system. The defoliation in the manual harvest and in SC3 system was statistically equal.

Key-words: Biodiesel, Morphology, performance, semi-mechanical harvest.

INTRODUÇÃO GERAL

Com a atual visão conservacionista e de se produzir ambientalmente correto, o biodiesel vem se tornando cada vez mais uma alternativa na geração de energia. A produção de biodiesel a partir de óleos vegetais apresenta-se como importante alternativa de fonte energética para o Brasil, país que busca soluções voltadas a reduzir o consumo do óleo diesel e emissão de gases poluentes.

Segundo Avila (2009) o aumento na produção dos biocombustíveis para a matriz energética brasileira contribui para a inclusão social, além de proporcionar o cultivo de plantas alternativas, para produção de bioenergia, com manejos menos agressivos ao ambiente.

Desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 26 de outubro de 2009, que aumentou de 4% para 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel (BRASIL, 2010b).

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2009, de 1,6 bilhões de litros e uma capacidade instalada, em janeiro de 2010, para cerca de 4,7 bilhões de litros (BRASIL, 2010a).

É um país que apresenta grande diversidade de espécies vegetais oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel, variando de acordo com o tipo de clima e de solo de cada região.

Sabendo-se que uma das matérias prima principais do biodiesel seriam os óleos vegetais, o pinhão manso por apresentar alto teor de óleo em sua semente, vem ganhando destaque na agricultura e vem sendo apontado como uma opção vantajosa de matéria-prima para extração de óleo para produção de biodiesel. Também se torna importante por ser uma planta não comestível, dessa forma não concorre com a indústria alimentícia.

Para Saturnino et al, (2005) o pinhão manso é uma cultura energética com grande potencial para a produção de biodiesel. Para Teixeira (2005), em cultivos comerciais, a produtividade média é de 5,0 t ha⁻¹, e quando a cultura apresenta-se estabelecida e em condições favoráveis, cerca de 32% deste valor pode ser convertido em óleo vegetal.

Saturnino et al. (2006) também constataram em análises no CETEC-MG, que o óleo de pinhão-manso tem 83,9% do poder calorífico do óleo diesel.

No mundo todo, existe pouco conhecimento sobre esta planta, cujo gênero tem mais de 170 espécies, sendo a mais importante a *Jatropha curcas* L. e somente nos últimos 30 anos é que foram iniciados estudos agronômicos sobre a mesma, sendo ainda não domesticada (SATURNINO et al., 2005).

Outro fato interessante para o uso de pinhão manso seria sua implantação em terrenos onde não se consiga a mecanização para a colheita, como terrenos montanhosos e encostas (CÁCERES et al., 2007).

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

É considerada também opção agrícola para áreas áridas, semi-áridas e na recuperação de áreas degradadas, promove a integração do acesso à produção com renda (pela venda do óleo das sementes para fins combustíveis), é suprimento de energia (o óleo pode ser utilizado em motores e máquinas para a geração de eletricidade), contribui com o desenvolvimento rural (emprego da mão-de-obra familiar), e com conseqüente fixação do homem no campo, segurança alimentar, pois permite o uso de culturas anuais alimentícias em consórcio, além de melhorias ambientais, como a formação de um microclima que favorece o desenvolvimento de outras culturas nas entrelinhas (SATO et al., 2009).

O pinhão manso tem centro de origem indeterminado, porém, a maioria dos relatos e estudos, cita as Américas do Sul e Central como centros de origem prováveis (SATURNINO et al., 2006).

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

O fruto é capsular, ovóide, com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm, trilobular, com uma semente em cada lóculo, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

A derriça dos frutos hoje é feita totalmente manual, um trabalho cansativo, oneroso, de baixo rendimento, com falta de mão de obra, sendo os frutos colhidos armazenados em bolsas, cestos ou sacolas que são levados pelos colhedores. Quando enche a sacola, os catadores vão até as ruas principias para colocar os frutos em bolsas maiores.

A colheita manual pelo seu baixo rendimento inviabiliza a exploração da cultura para fins comerciais, sendo um dos empecilhos para a produção comercial. Para Roscoe e Silva (2008), a uniformização da maturação e a adaptação de máquinas são os desafios relativos à colheita. Comentam ainda que a mecanização ao menos parcial na colheita é fundamental para viabilizar empreendimentos de maior escala.

No entanto, existem diversos métodos em estudo para se mecanizar a colheita dos frutos de pinhão manso. A realização de estudo sobre a colheita de pinhão manso não envolve somente a adaptação de uma máquina colhedora à planta, mas também a de conhecer as características morfológicas da mesma, sendo estas necessárias para se adaptar uma derriçadora à planta.

Para se chegar a um equipamento que permita colher eficientemente os frutos da planta com seletividade é necessário levantar as características fitotécnicas da planta, que são inúmeras, começando pela forma com relação ao comportamento geométrico, a força com que os frutos se desprendem e a biometria dos frutos (AVELAR, 2009)

A altura da planta, por exemplo, pode dificultar tanto a colheita manual como a semimecanizada com derriçadoras portáteis, pois o comprimento da haste da derriçadora é limitado.

Outro fator que pode influenciar na colheita, seria o comprimento e diâmetro do pedúnculo dos frutos, sendo que estes influenciam na queda dos frutos. Para Silva et al. (2010), trabalhando em cafeeiro, afirmaram que a força necessária para ocorrer o desprendimento dos frutos é diferente dentro de cada estágio de maturação. Assim esse fato pode ocorrer também no pinhão manso.

Mesmo sendo a colheita manual o método tradicional de catação dos frutos, no pinhão manso, acredita-se que a colheita semimecanizada com derriçadoras portáteis,

seja um método eficiente, rápido e econômico para a colheita seletiva dos frutos maduros por vibração, pois segundo Tominaga et al. (2007) não existe uma máquina colhedora específica para o pinhão manso.

Pelas características dos frutos do pinhão manso se assemelhar a maturação desuniforme dos frutos do cafeeiro, acredita-se que a colheita seletiva com uso de derriçadoras portáteis surtiria efeito semelhante também em pinhão manso. Derriçadoras portáteis, com o princípio de vibração mecânica, apresentam desempenho operacional superior ao obtido pela colheita manual em cafeeiro (BARBOSA et al., 2005).

Segundo Barbosa et al. (2005) e Tascon et al. (2005) as derriçadoras portáteis, que utilizam o princípio de vibrações mecânicas, apresentam desempenho operacional superior ao obtido pela colheita manual em café.

A vibração e o impacto têm-se revelados métodos eficientes de colheita de café (SOUZA, 2004), motivo pelo qual, acredita-se na viabilidade do seu uso durante a colheita do pinhão manso.

As derriçadoras portáteis são máquinas que possuem hastes que vibram pelo movimento de um motor, mas são manejadas manualmente por um operador.

Em alguns casos de colheita com derriçadora, pode-se utilizar duas máquinas simultaneamente na mesma planta para a colheita dos frutos. Para Souza et al. (2006) o desempenho operacional melhor de derriçadoras portáteis foi obtido quando se empregam duas máquinas simultaneamente, em uma mesma linha de plantio.

Mesmo a colheita por vibração sendo realizados com sucesso em outras culturas como nozes, café e azeitona, a mesma pode ocasionar prejuízos às plantas, como a desfolha e danos à estrutura arbórea da mesma. Silva et al. (2001), estudando os danos provocados à planta do cafeeiro a partir da colheita mecanizada, observaram que a colheita mecânica pode proporcionar maior desfolha que a manual. Na atual circunstância, com novos tipos de “mãozinha” da derriçadora que se tem no mercado, acredita-se que a desfolha seja mínima no pinhão manso, não prejudicando a cultura.

Já para os operadores, devido ao tempo de exposição ao nível de ruído que a máquina emite, pode prejudicar a audição do operador. Dessa forma faz-se necessário considerar também o estudo do nível de ruído emitido pela derriçadora durante a colheita dos frutos de pinhão manso, visando a melhoria do conforto do operador.

A dissertação esta dividida em três trabalhos: um primeiro trabalho para avaliar as características morfológicas de plantas e frutos, o segundo trabalho para avaliar o desempenho de uma derriçadora portátil na colheita de frutos de pinhão

manso, e um terceiro trabalho para avaliar diferentes sistemas de derriça de frutos de pinhão manso.

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a viabilidade técnica do uso de derriçadora portátil na colheita de frutos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), como opção à colheita manual.

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.
- AVELAR, R.C. **Características fitotécnicas do pinhão manso, visando à colheita mecanizada**. Lavras: UFLA, 2009. 109p. (Dissertação de Mestrado)
- ÁVILA, T.T. Características Fenotípicas do Pinhão Manso (*Jatropha Curcas* L.) da Região Do Planalto Central do Estado do Rio Grande Do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4 n.2. p.4269-4272, 2009.
- BARBOSA, J.A.; SALVADOR, N.; SILVA, F.M. Desempenho operacional de derriçadoras mecânicas portáteis, em diferentes condições de lavouras cafeeiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.129-132, 2005.
- BRASIL. **Biodiesel introdução. O biodiesel obrigatório**. Disponível em www.anp.gov.br. Acesso em 15/06/2010b.
- BRASIL. Biodiesel. **Produção de biodiesel – metros cúbicos**. Disponível em www.anp.gov.br Acesso em 15/06/2010a
- 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.
- SATO, M.; BUENO, O.C.; ESPERANCINI, M.S.T.; FRIGO, E.P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agronômica. **Revista Varia Scientia** v.07, n.13, p.47-62, 2009.
- SATURNINO, H.M. et al. **Cultura do pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.). Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.
- SATURNINO, H.M. et **Implantação de unidades de validação de tecnologia pinhão-manso**. Nova Porteirinha. Projeto de Pesquisa, Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha, 5 p. 2006.
- SILVA, F.C.; SILVA, F.M.; ALVES, M.C.; BARROS, M.M.; SALES, R.S. Comportamento da força de desprendimento dos frutos de cafeeiros ao longo do período de colheita. **Ciências Agrotécnicas de Lavras**, v.34, n.2, p.468-474, mar./abr., 2010.

SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; PÁDUA, T.S.; QUEIROZ, D.P. **Colheita do café mecanizada e semimecanizada**. Lavras, UFLA, CBP&D/Café, 2001, 88 p. (Boletim de Extensão).

SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; RAFULL, L.Z.L. Derrçadora portátil na colheita total e seletiva de frutos do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.11, p.1637-1642, 2006.

SOUZA, C.M.A. **Desenvolvimento e modelagem de sistemas de derraça e de abanação de frutos do cafeeiro**. Viçosa: UFV, 2004. 123p. (Tese de Doutorado)

TASCÓN, C.E.O.; Mora, R.B.; Mejía, F. A.; Aristizábal-Tórres, I. D.; Gómez, C.A.R.; Uribe, J.R.S. Cosecha del café con vibradores portátiles del tallo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellin*, v.58, n.1, p.2697-2708, 2005.

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

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K.; SOUZA, L.A.; RESENDE, P.L.; SILVA, N.D. Cultivo de pinhão manso para a produção de biodiesel. Viçosa, MG: CPT, 2007. 220 p.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS PLANTAS E DOS FRUTOS DE PINHÃO MANSO RELACIONADOS COM A COLHEITA POR VIBRAÇÃO

RESUMO

Sendo a colheita manual o método empregado na colheita de frutos do pinhão manso, os produtores rurais envolvidos no processo têm demandado pesquisas na área da colheita mecanizada ou parcialmente mecanizada dos frutos de pinhão manso. Necessita-se assim conhecer as características morfológicas das plantas para se adequar as derriçadoras portáteis na colheita dos frutos. Este trabalho teve como objetivo determinar os atributos morfológicos das plantas e dos frutos de pinhão manso, relacionados com a colheita mecânica por vibração. Foi realizada a caracterização dimensional das plantas e frutos de pinhão manso para a adequação das características das máquinas às plantas para que resultem no melhor desempenho de colheita. Durante a caracterização da planta foram determinados: altura da planta, altura dos ramos mais baixos, diâmetro da copa, diâmetro do tronco, número de ramos principais, diâmetro dos ramos principais na inserção e na metade do seu comprimento, altura da inserção dos ramos principais, inclinação dos ramos principais em relação ao tronco, e comprimento dos ramos principais. Nos frutos estudou-se: tamanho e diâmetro, comprimento do pedúnculo e diâmetro do pedúnculo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituídos de duas idades das plantas de pinhão manso (um e três anos), e três estádios de maturação dos frutos (verdes, maduros e secos). Foram avaliados 40 plantas e 750 frutos. Os atributos morfológicos das plantas de pinhão manso com três anos de desenvolvimento foram 51% maiores que aquelas com um ano, exceto para o número de ramos primários que não foi alterado e para o estágio de maturação dos frutos. Pelas características morfológicas avaliadas dos frutos e plantas do pinhão manso, há possibilidade do uso de derriçadora portátil na colheita de frutos. A poda das plantas do pinhão manso é necessária para se adequar o uso da derriçadora na colheita. O melhoramento genético das plantas é necessário para se uniformizar a maturação dos frutos, evitando-se assim o repasse, aumentando a eficiência na colheita mecânica.

Palavras-chave: *Jatropha Curcas* L., derriçadoras, colheita mecânica

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MANSO PINE NUT FRUITS AND PLANTS RELATED TO THE HARVEST THROUGH VIBRATION

ABSTRACT

Being the manual harvest the used method in the harvest of manso pine nut fruits, the rural producers involved in the process have required researches in mechanical or partially mechanized harvest area of the fruits of manso pine nut fruits. Thus, it's necessary to know the plants morphological characteristics to adapt the portable harvesters in the fruits harvest. The aim of this paper was to determine the morphological attributes of manso pine nut plants and fruits, related to the mechanical harvest through vibration. The dimensional characterization of the manso pine nut plants and fruits was carried out for the adaptation of the machines features to the plants so that they result in the best harvest performance. During the plant characterization, they were determined: the plant height, the shortest branches height, the canopy diameter, the log diameter, number of main branches, diameter of the main branches in the insertion and in the half of its length, the insertion height of the main branches, the inclination of the main branches in relation to the log, and the main branches length. In the fruits they studied: size and diameter, the stem length and diameter. The used experimental design was entirely randomized, constituted by two ages of the manso pine nut plants (one and three years old), and three phases of fruits ripening (green, ripe and dry). They evaluated 40 plants and 750 fruits. The morphological attributes of manso pine nut plants with three years old of development were 51% bigger than those with a year, except for the number of primary branches that was not changed and for the period of fruits ripening. Through the evaluated morphological features of manso pine nut fruits and plants, there is a possibility to use the portable harvester in the fruits harvest. The manso pine nut plants pruning is necessary to adapt the use of the harvester in the harvest. The plants genetic improvement is necessary to standardize the fruit ripening, thus, avoiding the pass, and increasing the efficiency in mechanical harvest.

Key-words: *Jatropha Curcas* L., harvesters, mechanical harvest.

INTRODUÇÃO

A cultura do pinhão manso (*Jatropha Curcas L.*), também conhecido como pinhão do Paraguai, purgueira, grão-de-maluco, pinhão-de-cerca, medicineira, pinhão-do-inferno, dentre outros, pertence à família das Euforbiáceas DRUMOND et al., 2007). Acredita-se que o pinhão manso tenha procedência da América do Sul (Pinhão Manso, 2009).

É um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é de três a cinco metros. O tronco com tendência de se ramificar desde a base tem diâmetro de aproximadamente 30 cm; possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida pouco resistente; floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso, que emerge por simples arranhão na casca (ARRUDA et al., 2004).

O fruto é uma cápsula ovóide, achatada nas extremidades com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm. É trilocular com uma semente em cada cavidade, formado por uma casca dura e lenhosa. O fruto, indeiscente, inicialmente verde, passa a amarelo, castanho, e por fim preto, quando atinge o estado de maturação (EPAMIG, 2003). As sementes de pinhão são grandes e quando secas medem de 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura; tegumento rijo, quebradiço, de fratura resinosa, que pesa de 0,551 a 0,797 g, pode ter, dependendo da variedade e dos tratos culturais, entre outros, de 33,7 a 45% de casca e de 55 a 66% de amêndoa (ARRUDA et al., 2004).

O método hoje de colheita dos frutos de pinhão manso é o manual. A vibração têm-se revelado como um método eficiente de colheita no cafeeiro (SOUZA, 2004), motivo pelo qual, acredita-se na viabilidade do seu uso para a colheita do pinhão manso devido a semelhança de maturação dos frutos. Tal princípio se baseia na transferência de energia vibracional para o sistema fruto-pedúnculo, a qual promove o desprendimento dos frutos (CIRO, 2001).

As derriçadoras existentes hoje no mercado são utilizadas principalmente na colheita de frutos do cafeeiro, sendo também utilizadas em lugares com declividades altas e de difícil acesso para a tratorização, principalmente em pequenas propriedades.

No intuito de adequar as derriçadoras existentes no mercado à cultura do pinhão manso, é necessário primeiramente conhecer com detalhes as características morfológicas das plantas e dos frutos, como altura da planta, diâmetro do tronco, altura e diâmetro dos galhos principais, comprimento e diâmetro do pedúnculo dos frutos,

entre outras para se avaliar as influências das plantas na derriçadora. A exemplo disso, Souza et al. (2002) em colheita de café com uso de derriçadora portátil, concluíram que galhos longos dificultam o processo de colheita por vibração.

O tamanho das plantas torna-se importante, pois as hastes das derriçadoras têm tamanho definido, assim plantas altas podem dificultar a operação de colheita por parte do operador.

Outro fator que pode vir a ter interferência na colheita é a amplitude dos chamados dedos vibratórios, pois ramos com diâmetro superior a amplitude dos dedos, não se encaixam nas mesmas, dificultando a colheita.

O diâmetro e comprimento do pedúnculo podem dificultar ou diminuir a queda dos frutos, devido à força que retém o fruto ligado ao conjunto pedúnculo-planta. Avelar (2009), estudando a força do desprendimento dos frutos de pinhão manso encontrou diferenças na força de desprendimento para os diferentes estágios de maturação dos frutos.

As características dos frutos do pinhão manso devem ser determinadas para se estabelecer critérios visando à melhor adequação das características das derriçadoras, como, por exemplo, o nível de vibração da mesma, para a maior derriça possível dos frutos.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo determinar os atributos morfológicos das plantas e dos frutos de pinhão manso em diferentes estádios de desenvolvimento, relacionados à colheita por vibração com uso de uma derriçadora portátil.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo 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 na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste em parceria com a Fazenda Paraíso, localizada no Distrito de Itahum, município de Dourados, MS.

O pH do solo da área escolhida para a realização dos testes havia sido corrigido e adubado de acordo com análise de solo. As plantas amostradas apresentavam idade de um e três anos em áreas distintas e estavam dispostas no

espaçamento 3x2, não havendo culturas nas entrelinhas. Os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade.

A caracterização das plantas e dos frutos de pinhão manso foi realizada durante o período de colheita, podendo-se assim caracterizar as condições reais encontradas pelas máquinas derriçadoras. Durante a caracterização foram determinados: altura da planta, altura dos ramos mais baixos (distância compreendida entre o solo e a ponta do ramo mais baixo), diâmetro da copa, diâmetro do tronco, número de ramos principais, diâmetro dos ramos principais na inserção e na metade do seu comprimento, altura da inserção dos ramos principais (distância compreendida entre o solo e a inserção do ramo no tronco), inclinação dos ramos principais em relação ao tronco (ângulo que o ramo faz em relação ao tronco) e comprimentos dos ramos principais. As plantas caracterizadas foram selecionadas aleatoriamente nas parcelas de colheita.

Para a determinação das medidas (Figura 1) do diâmetro do tronco (a), diâmetro dos ramos principais na inserção (b) e na metade do seu comprimento (c) foi utilizado paquímetro digital. Uma fita métrica foi utilizada para medir altura da planta (d) diâmetro da copa (e), comprimento dos ramos principais (f), altura de inserção dos ramos principais (g) e altura dos ramos mais baixos (h) (distância compreendida entre o solo e a ponta do ramo).

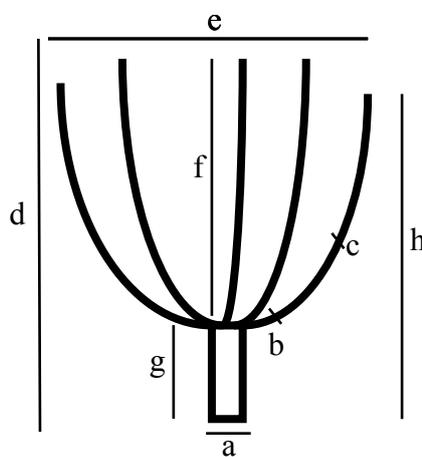


FIGURA 1. Esquema de arquitetura da planta de pinhão manso com as marcações dos locais medidos durante os testes.

Para medir a inclinação dos ramos principais em relação ao tronco, foi utilizado um compasso, onde a abertura do compasso entre o tronco e o ramo principal (Figura 2a) era alocada em um transferidor (Figura 2b), obtendo assim seu ângulo em graus.



FIGURA 2. Esquema das medidas de inclinação dos ramos principais em relação ao tronco.

As características de estudo dos frutos foram: as medidas dos três eixos ortogonais comprimento (a), largura (c) e espessura (b), comprimento (d) e diâmetro do pedúnculo (e), utilizando-se paquímetro digital, conforme apresentado na Figura 3.

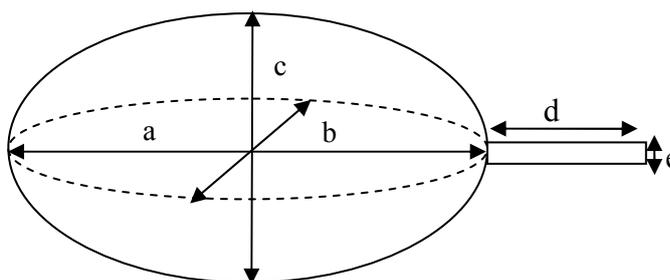


FIGURA 3. Representação esquemática do fruto de pinhão manso com suas dimensões características.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, em que os tratamentos foram constituídos de duas idades das plantas de pinhão manso (um e três anos), com 40 repetições e três estádios de maturação dos frutos (verdes, maduros e secos).

Cada parcela foi constituída por 15 plantas adultas produtivas contendo frutos em diversas fases de desenvolvimento e maturação. Dentro de cada parcela, num total de 20, foram avaliadas duas plantas aleatoriamente, totalizando 40 plantas avaliadas por idade.

As frequências de classes de valores obtidos nas medições dos atributos morfológicos das plantas e dos frutos de pinhão manso foram estudadas em plantas com

dois estádios de desenvolvimento diferentes (um e três anos), e em frutos com três estágios de maturação (verdes, maduros e secos).

Foi feito a análise dos intervalos dos dados das frequências de forma a se obter sete classes de valores, sendo a mesma expressa em porcentagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Na comparação das médias das medidas dos frutos e dos atributos morfológicos das plantas, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% e 10% de probabilidade. Nas análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias das alturas de plantas, altura dos ramos mais baixos, diâmetro da copa, diâmetro do tronco, número de ramos principais, diâmetro dos ramos principais na inserção do seu comprimento, diâmetro dos ramos principais na metade do seu comprimento, altura de inserção dos ramos principais, inclinação dos ramos principais em relação ao tronco e comprimento dos ramos principais, para as respectivas idades das plantas de pinhão manso.

Observa-se que a altura de planta, altura dos ramos mais baixos, diâmetro da copa, diâmetro do tronco, diâmetro dos ramos principais na inserção do seu comprimento, diâmetro dos ramos principais na metade do seu comprimento, altura de inserção dos ramos principais, inclinação dos ramos principais em relação ao tronco e comprimento dos ramos principais apresentaram os valores maiores na idade de três anos, enquanto que não foi verificada diferenças significativas entre as idades para o número de ramos por planta. Essas diferenças morfológicas encontradas se devem as idades distintas das plantas, um e três anos. Avelar (2009) avaliando quantidade de ramos secundários em pinhão manso encontrou uma variação de 5 a 14 ramos por planta.

TABELA 1. Médias das alturas de plantas (ALT), altura dos ramos mais baixos (ARB), diâmetro da copa (DC), diâmetro do tronco (DT), número de ramos principais (NGP), diâmetro dos ramos principais na inserção do seu comprimento (DRI), diâmetro dos ramos principais na metade do seu comprimento (DRM), altura de inserção dos ramos principais (AIR), inclinação dos ramos principais em relação ao tronco (IR) e comprimento dos ramos principais (CR) para duas idades das plantas de pinhão manso.

Idade das plantas (anos)	ALT (m)	ARB (m)	DC (m)	DT (mm)	NGP	DRI (mm)	DRM (mm)	AIR (cm)	IR (°)	CR (m)
1	1,87b	0,99b	1,76b	76,18b	6,33a	35,88b	27,79 b	11,81b	83,51b	1,34b
3	2,80a	1,60a	3,11a	117,03a	6,00a	49,63a	42,54 a	17,21a	98,05a	2,20a

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Na altura de plantas, foi encontrado uma média de 1,87 m para plantas com um ano de idade e 2,80 m para plantas com três anos de idade. Para Avelar et al., (2008) a altura das plantas de pinhão manso podem chegar até 12 m.

Na colheita com derriçadora, as plantas acima de 2 metros dificultam a operação de derriça por parte do operador, pois normalmente a haste da derriçadora apresenta tamanho médio de 1,58 m. Dessa forma as podas anuais mantêm as plantas com altura uniforme e compatível com o tamanho da haste da derriçadora.

Com relação ao diâmetro dos ramos principais (Tabela 1), o encaixe dos dedos vibratórios nas pontas dos mesmos, próximo aos frutos, tem melhor desempenho que na parte intermediária e no local de inserção dos ramos, pois o diâmetro dos ramos dificulta a entrada dos dedos que possui abertura média em torno de 4,31cm. Avelar (2009) trabalhando com biometria da planta de pinhão manso encontrou diâmetro médio inicial dos ramos primários com 127,5 mm.

Na Figura 4a, observa-se que, 84% das plantas de pinhão manso com um ano de idade estavam com altura entre 1,76 a 2,19 m e nas plantas com três anos de idade, 72,5% das plantas estavam com altura entre 2,80 a 3,19 m (Figura 4b). Na colheita com derriçadora, as plantas com um ano de idade facilitariam a colheita por apresentarem menor altura, sendo compatível com o tamanho da haste da derriçadora.

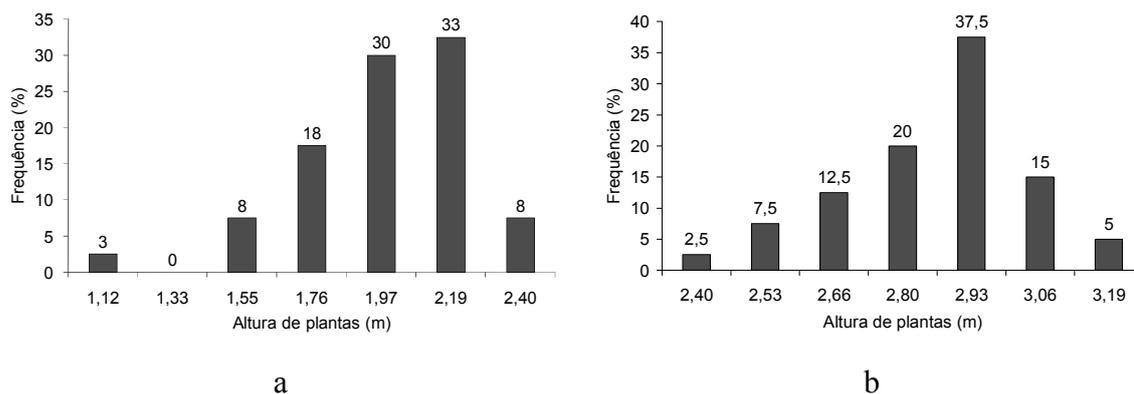


FIGURA 4. Distribuição das alturas das plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Na Figura 5a, foram encontrados 72,5% dos ramos mais baixos com altura entre 0,99 a 1,31 m para as plantas com um ano de idade. Nas plantas com três anos de idade, foram encontrados 67,5% dos ramos mais baixos com altura entre 1,63 a 1,78 m (Figura 5b). A altura dos ramos mais baixos para as duas idades de plantas apresentam-se com altura de 2 m, fato este positivo para o alcance da haste da derriçadora.

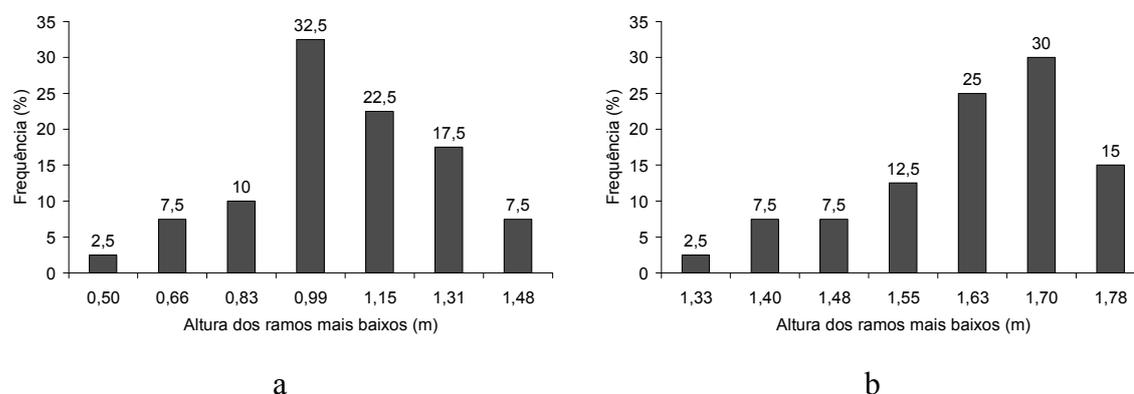


FIGURA 5. Distribuição dos ramos mais baixos para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Para o diâmetro da copa, 75% das plantas de um ano de idade têm entre 1,71 a 2,30 m (Figura 6a) e para três anos de idade 75% das plantas tinham o comprimento da copa entre 3,05 a 3,53 m (Figura 6b). Tamanho de copa com essas dimensões, para a colheita com derriçadora, não seria um problema, pois pode-se derriçar os dois lados da planta simultaneamente com duas máquinas ou um lado por vez, ficando a derriça dentro do alcance da haste.

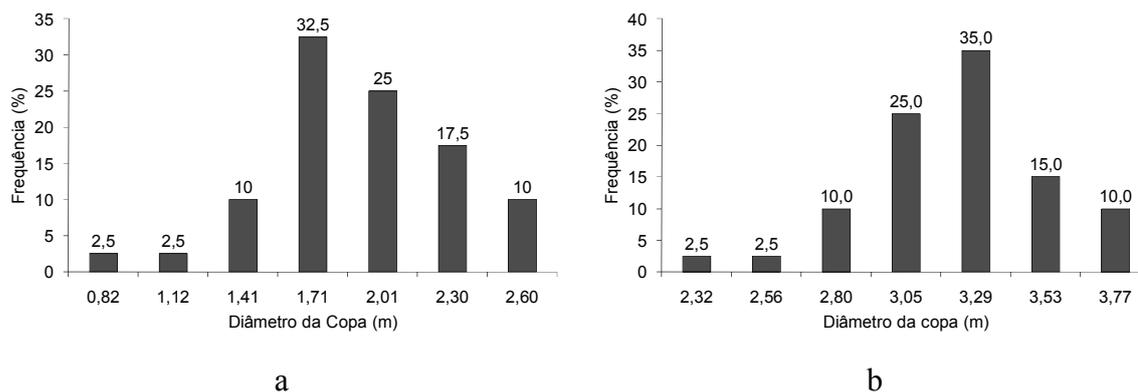


FIGURA 6. Distribuição do diâmetro da copa para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

A Figura 7 apresenta o diâmetro do tronco para as plantas com um e três anos de idade. Observa-se que 85% dos troncos têm diâmetro de 74,09 a 87,58 mm para as plantas com um ano de idade (Figura 7a) e para as plantas com três anos de idade, 75% dos troncos têm diâmetro de 104,28 a 129,27 mm (Figura 9b). Avelar et al., (2008) encontraram diâmetro médio caulinar de até 30 cm.

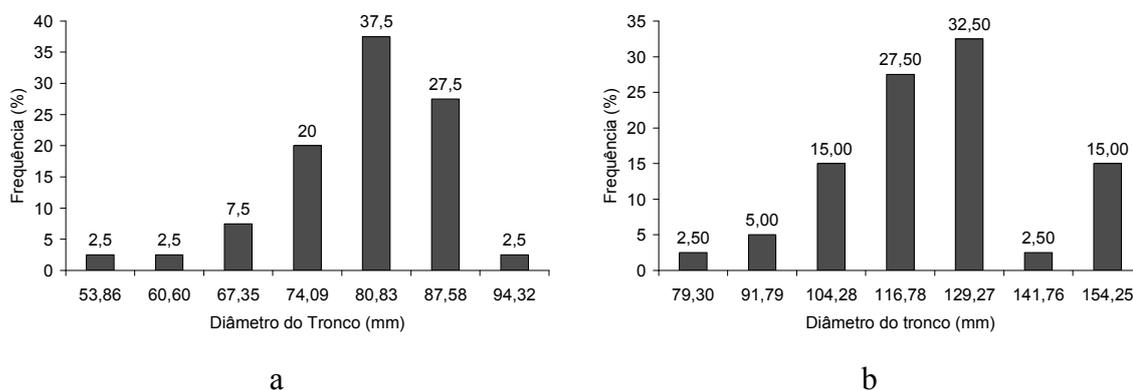


FIGURA 7. Distribuição do diâmetro do tronco para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Na Figura 8a, observa-se que as plantas com um ano de idade 67,5% delas possuíam de 5 a 7 ramos, enquanto que para as plantas com três anos de idade, 77,5% possuíam de 5,33 a 8,83 ramos (Figura 8b). Avelar (2009) trabalhando com características fitotécnicas do pinhão manso encontrou em média 9,8 ramos secundários, sendo assim, difere-se da média de ramos encontrado no trabalho.

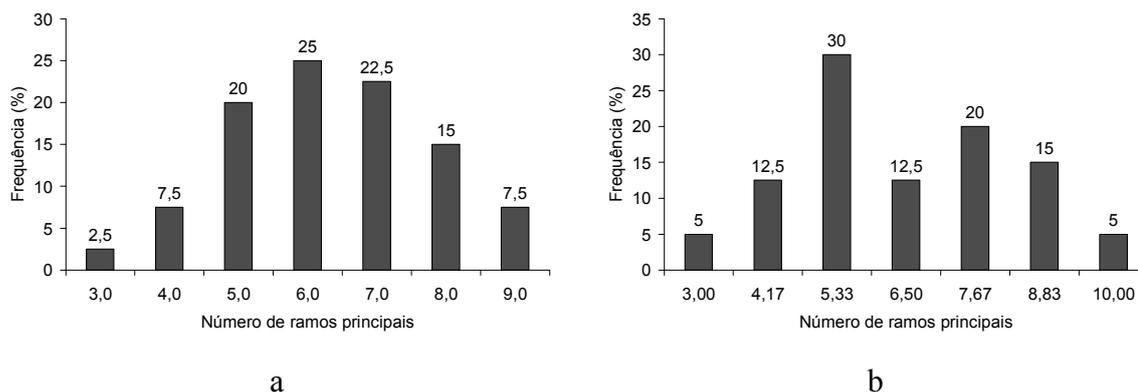


FIGURA 8. Distribuição do número de ramos principais para plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Na Figura 9a, 80% das plantas com um ano de idade apresentaram diâmetro dos ramos na inserção de seu comprimento de 30,29 a 42,17 mm, enquanto para as plantas com três anos de idade 72,5% apresentavam diâmetro dos ramos na inserção de seu comprimento de 44,13 a 55,16 mm (Figura 9b). Avelar (2009) encontrou diâmetro médio basal de 71,6 mm dos ramos secundários em plantas de três anos de idade, diferindo-se assim dos dados encontrados nos trabalhos de campo.

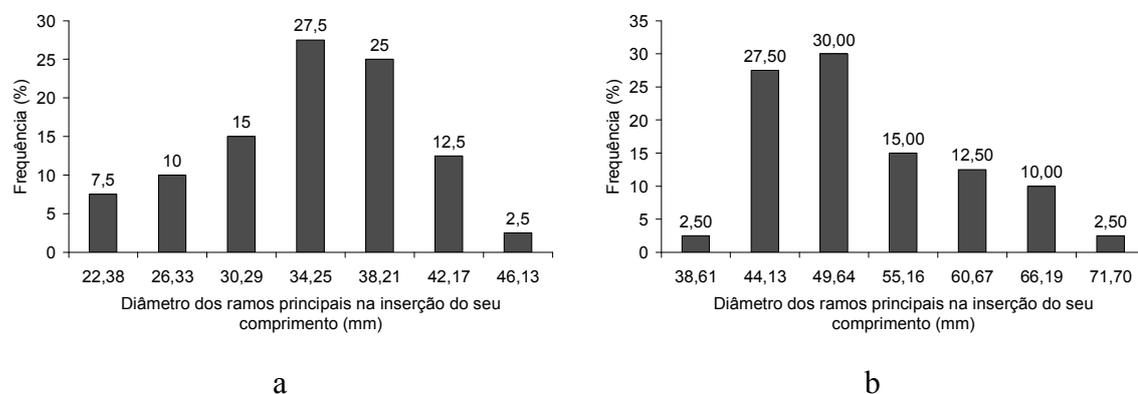


FIGURA 9. Distribuição do diâmetro dos ramos principais na inserção do seu crescimento para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Observa-se na Figura 10a que 75% para as plantas de um ano de idade têm diâmetros de ramos medidos na metade de seu comprimento de 26,81 a 35,12 mm e para as plantas com três anos de idade, 85% delas têm diâmetro dos ramos medido na metade de seu comprimento de 38,49 a 50,40 mm (Figura 10b). Avelar (2009) encontrou diâmetro terminal dos ramos secundários de 9,3 mm. Com essas

características encontradas nos diâmetros médios das plantas, observa-se que as aberturas dos dedos das derrçadoras (43 mm) somente se encaixariam da metade dos ramos para as pontas.

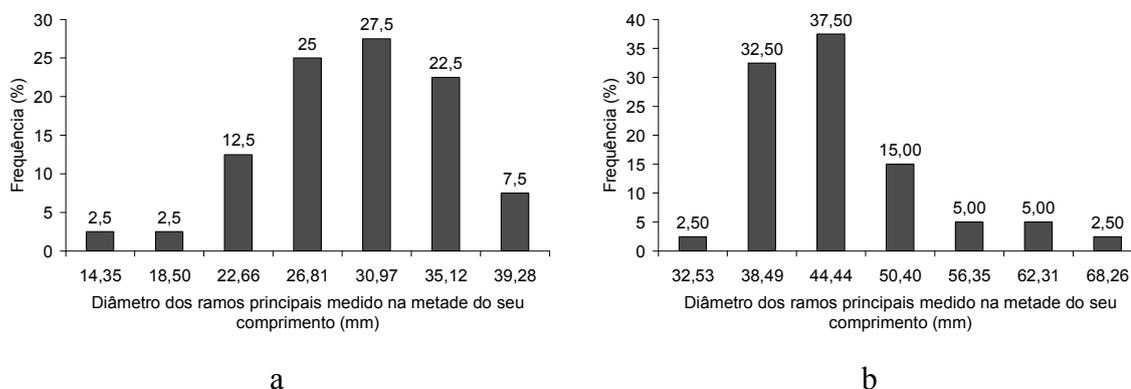


FIGURA 10. Distribuição do diâmetro dos ramos principais na metade de seu comprimento para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Para a Figura 11a, observa-se que 85% dos ramos principais para as plantas com um ano de idade têm altura de inserção de 11,64 a 16,07 cm e para as plantas com três anos de idade 87,5% dos ramos principais tinham altura de inserção de 13,93 a 24,85 cm (Figura 11b).

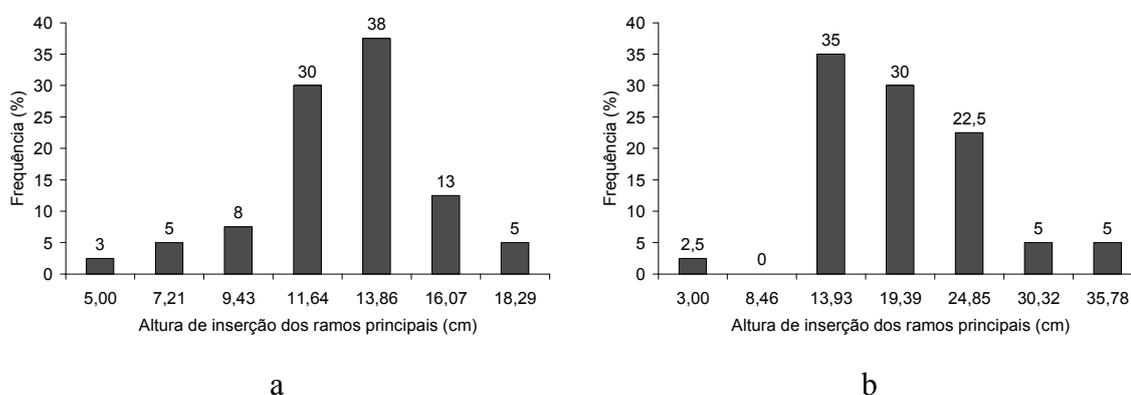


FIGURA 11. Distribuição das alturas de inserção dos ramos principais para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Na Figura 12a observa-se que 70% dos ramos principais das plantas com um ano de idade apresentam inclinação em relação ao tronco de 78,43 a 98,96 graus, sendo para as plantas com três anos de idade 85% da inclinação em relação ao tronco esta entre 89,07 a 119,13 graus (Figura 12b).

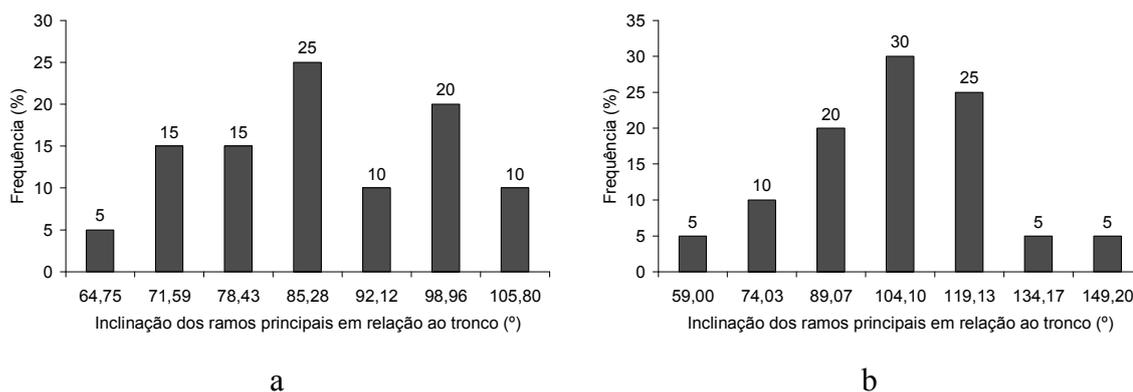


FIGURA 12. Distribuição da inclinação dos ramos principais em relação ao tronco para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a), e três anos de idade (b).

Na Figura 13 está apresentado o comprimento dos ramos principais. Observa que para as plantas com um ano de idade (Figura 13a), 87,5% dos ramos principais possuem comprimento de 1,23 a 1,71 m e para as plantas com três anos de idade, 65% dos ramos principais possuem comprimento de 2,13 a 2,40 m (Figura 15b), estando de acordo com Avelar (2009) que encontrou comprimento médio do ramos principais, que foi chamado de ramos secundários de 2,19 m,

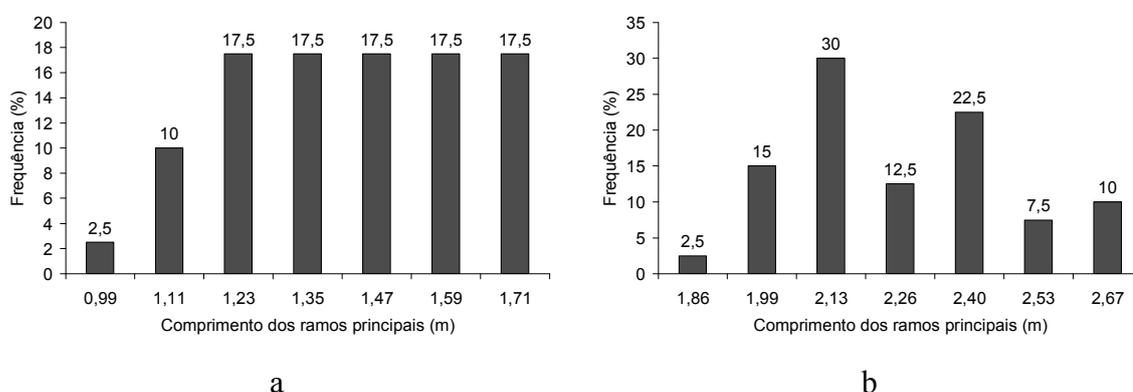


FIGURA 13. Distribuição do comprimento dos ramos principais para as plantas de pinhão manso com um ano de idade (a) e três anos de idade (b).

As médias do comprimento do pedúnculo e diâmetro do pedúnculo dos frutos verdes, maduros, e secos, estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Médias do comprimento e diâmetro do pedúnculo, dos frutos verdes, maduros e secos.

Medidas dos pedúnculos	Fruto	Fruto	Fruto
	verde	maduro	seco
----- mm -----			
Comprimento	33,73 a	31,88 ab	31,34 b
Diâmetro	2,73 a	2,72 a	1,38 b

Médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 10% de probabilidade.

Analisando o comprimento pode-se observar que não houve diferenças estatísticas entre o fruto verde e o fruto maduro, essa apenas ocorrendo entre os frutos verdes e secos. Para o diâmetro dos frutos verdes e maduros, estes se diferiram estatisticamente em relação ao fruto seco. Essas diferenças estão ligadas a desidratação do pedúnculo do fruto seco em relação aos demais. Com menor diâmetro do pedúnculo em frutos secos, podem facilitar a queda destes durante a colheita com derriçadora portátil.

Observa-se na Figura 14 que, 87,6% dos pedúnculos dos frutos verdes de pinhão manso, tinham comprimento de 27,36 a 50,94 mm, e 90,4% dos pedúnculos tem diâmetro de 2,80 a 3,89 mm; 82,4% dos frutos maduros tinham pedúnculo com comprimento de 29,68 a 48,79 mm, e 90% tinham diâmetro de 2,35 a 3,60 mm; 78,8% dos frutos secos tinham pedúnculo com comprimento de 32,88 a 56,76 mm, e 94,4% tinham diâmetro de 1,10 a 1,93 mm. Observa-se também que tanto para o comprimento quanto para o diâmetro do pedúnculo, os valores decrescem do verde para o seco.

Comprimentos maiores do pedúnculo beneficiam a colheita por vibração, pois durante a colheita, o pedúnculo tem movimento de vai e vem devido à vibração, ocasionando seu desprendimento da planta com maior facilidade.

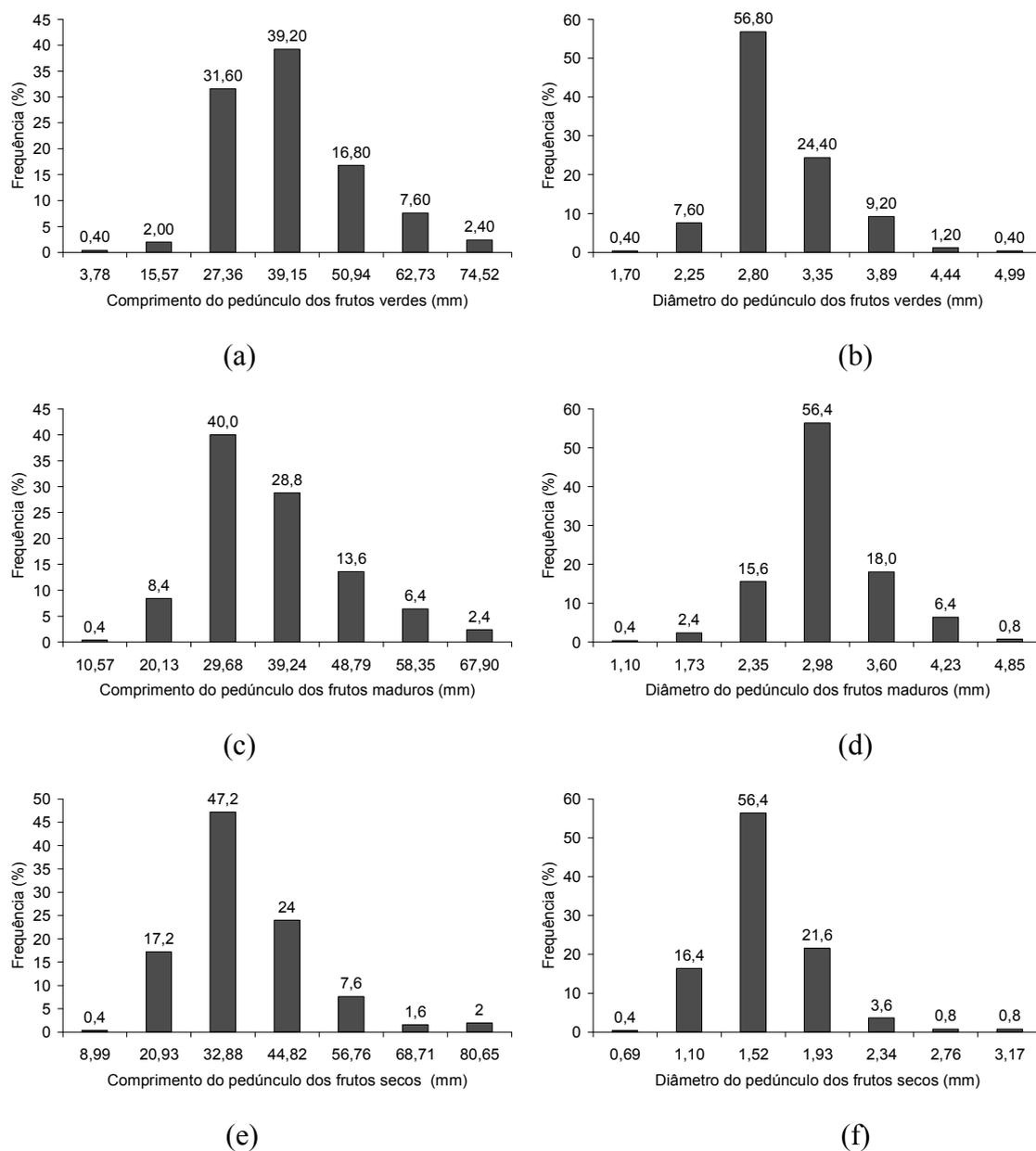


FIGURA 14. Distribuição do comprimento e diâmetro do pedúnculo dos frutos verdes, maduros e secos colhidos em plantas com três anos de idade.

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias do eixo menor, eixo intermediário e eixo maior dos frutos verdes, maduros e secos. Pode-se observar que, não houve diferença significativa entre os frutos no eixo menor e o eixo intermediário, considerando assim o formato do fruto como oval, estando de acordo com Epamig (2003).

Entre os frutos verdes e os demais no eixo maior, não foi verificado diferença estatística.

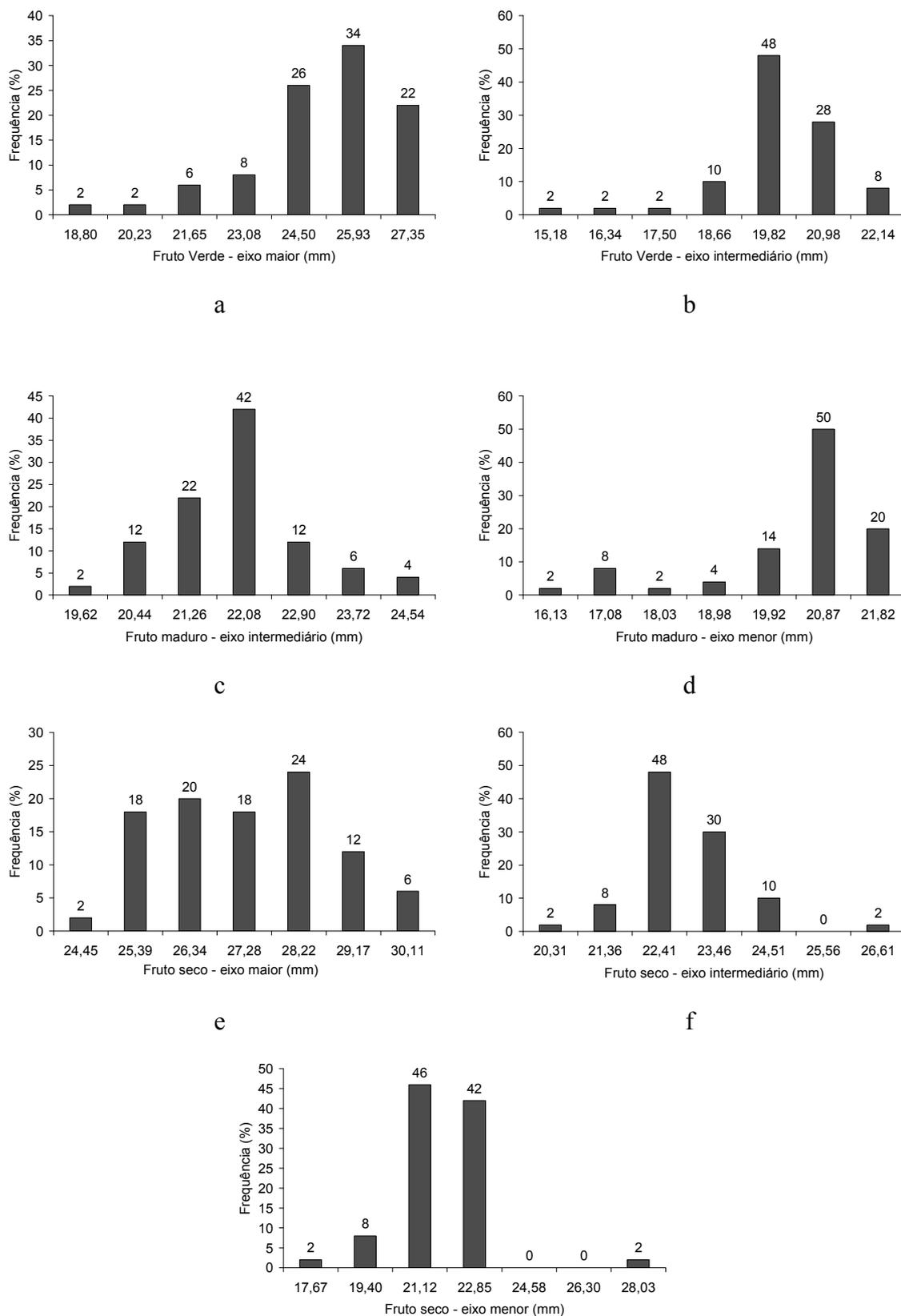
TABELA 3. Médias dos três eixos dos frutos verdes, maduros e secos de plantas com três anos de idade.

Medidas dos frutos	Eixo	Eixo	Eixo
	Menor	Intermediário	Maior
	----- mm -----		
Fruto Seco	17,70 c	19,53 c	24,42 b
Fruto Maduro	20,02 b	21,55 b	24,78 b
Fruto Verde	20,96 a	22,32 a	26,87 a

Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se na Figura 15 que, 92% dos frutos secos apresentavam de 25,39 a 29,17 mm em seu eixo maior, 88% tinham de 22,41 a 24,51 mm em seu eixo intermediário e 96% tinham de 19,40 a 22,85 mm em seu eixo menor; 90% dos frutos verdes tinham de 23,08 a 27,35 mm em seu eixo maior, 94% tinham de 18,66 a 22,14 mm em seu eixo intermediário, 80% tinham de 15,35 a 20,34 mm em seu eixo menor; 90% dos frutos maduros tinham de 23,64 a 26,69 mm em seu eixo maior, 88% tinham de 20,44 a 22,90 mm em seu eixo intermediário e 84% tinham de 19,92 a 21,82 mm em seu eixo menor.

Para Nunes et al. (2009) o comprimento dos frutos varia de 28 a 34 mm e a largura varia de 23 a 33 mm, estando a largura encontrada no trabalho de acordo com os autores e diferindo-se para o comprimento dos frutos maduros e verdes.



G

FIGURA 15. Distribuição do eixo maior, eixo intermediário e eixo menor para os frutos verdes, maduros e secos de plantas com três anos de idade.

CONCLUSÕES

1. Os atributos morfológicos das plantas de pinhão manso com três anos de desenvolvimento foram 51% maiores que aquelas com um ano, exceto para o número de ramos primários que não foi alterado e para o estágio de maturação dos frutos.
2. Pelas características morfológicas avaliadas dos frutos e plantas do pinhão manso, há possibilidade do uso de derriçadora portátil na colheita de frutos.
3. A poda das plantas do pinhão manso é necessária para se adequar o uso da derriçadora na colheita.
4. O melhoramento genético das plantas é necessário para se uniformizar a maturação dos frutos, evitando-se assim o repasse, aumentando a eficiência na colheita mecânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.): uma alternativa agrícola para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande - PB, 2004
- AVELAR, R.C. **Características fitotécnicas do pinhão manso, visando à colheita mecanizada**. Lavras: UFLA, 2009. 109p. (Dissertação de Mestrado)
- AVELAR, R.C.; SILVA, F.M.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A.C. Avaliação do desenvolvimento de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) do Banco de Germoplasma de UFLA, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5.; CLÍNICA TECNOLÓGICA EM BIODIESEL, 2., 2008, Lavras. Biodiesel: tecnologia limpa. **Anais completos...** Lavras: UFLA, 2008. p. 2796 - 2801.
- CIRO, V.H.J. Coffee harvesting I: Determination of the natural frequencies of the fruit stem system in coffee trees. **Applied Engineering in Agriculture**, v.17, n.4, p.475-479, 2001.
- DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B.; MORGADO, L.B. **Efeito do espaçamento no desenvolvimento do pinhão manso em Nossa Senhora da Glória, SE**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCMBUSTÍVEIS. **Anais do I Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis**. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 2007.
- EPAMIG. **Coletânea sobre pinhão manso na epamig**. Belo Horizonte: Epamig, 2003. 86p.
- NUNES, C.F.; SANTOS, D.N.; PASQUAL, M.; VALENTE T.C.T. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.2, p.207-210, 2009.
- SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; PINTO, F.A.C.; CORRÊA, P.C. Derrixa de frutos de café por vibração. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Especial Café - Viçosa - MG, n. 4, p. 32-37, 2002
- SOUZA, C.M.A. **Desenvolvimento e modelagem de sistemas de derrixa e de abanação de frutos do cafeeiro**. Viçosa: UFV, 2004. 123p. (Tese de Doutorado)

DESEMPENHO DE DERRIÇADORA PORTÁTIL NA COLHEITA DE FRUTOS DE PINHÃO MANSO

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho operacional da derriçadora portátil na derriça de frutos de pinhão manso comparada com a colheita manual, submetida a diferentes níveis de vibração das hastes. Os testes de campo foram realizados na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Empresa Mineradora MMX, localizada no município de Anastácio-MS. As plantas estavam distribuídas no espaçamento 4x2 e apresentavam dois anos de idade. Para avaliar o desempenho da derriçadora portátil Nakashi Turbo II na colheita dos frutos de pinhão manso, foram avaliados três frequências de vibração das hastes: 2.374 rpm (aceleração média no motor da derriçadora), e 2.524,5 rpm (aceleração máxima) e de 1.444 a 2.736 rpm (aceleração livre). A derriçadora foi usada trabalhando em uma linha de plantio, onde o operador foi responsável por derriçar os dois lados da mesma planta. A colheita manual dos frutos, presente na parcela experimental, foi realizada por um trabalhador. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Na comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% e 10% de probabilidade. A capacidade de colheita para os tratamentos semimecanizados foi cinco vezes superior a colheita manual de frutos de pinhão manso, independente do nível de vibração das hastes. A eficiência de colheita com a derriçadora foi igual estatisticamente a eficiência da colheita manual. O índice de desfolha de 42,11 g kg⁻¹ foi baixo, sendo que na frequência de 2.374 rpm não houve diferenças estatísticas quando comparado com a colheita manual. O uso da aceleração livre (frequência das hastes vibradoras entre 1.444 a 2.736 rpm) foi considerado o melhor desempenho, pois, diminui o consumo de combustível e aumenta a durabilidade do motor por variar sua aceleração. O nível de ruído emitido na aceleração máxima (2.736 rpm nas hastes vibradoras) foi o maior entre os tratamentos, ficando todos os níveis acima do permitido pela norma brasileira, que estabelece 85 dBA para até 8 horas de exposição, exigindo o uso de protetor auricular.

Palavras-chave: derriça semimecanizada, desfolha, vibração.

PERFORMANCE OF PORTABLE HARVESTER IN THE MANSO PINE NUT FRUITS HARVEST

ABSTRACT

The aim of this paper was to assess the operational performance of the portable harvester in the manso pine nut fruits harvest compared with the manual harvest, submitted to different levels of stems vibration. The tests were carried out in the experimental plot at Embrapa Agricultural West, in partnership with the Mining Company MMX, located in Anastácio-MS. The plants were distributed in the spacing 4x2 and were two years old. To evaluate the performance of Nakashi I Turbo II portable harvester in the manso pine nut fruits harvest, three frequencies of stems vibration were evaluated: 2,374 rpm (medium acceleration in the harvester motor), and 2.524,5 rpm (maximum acceleration) and with a range from 1,444 to 2,736 rpm (free acceleration). The harvester was used to work in a planting line, where the user was responsible to harvest the two sides of the same plant. The fruits manual harvest, which was done in the experimental plot, was carried out by a worker. It was used the design in randomized blocks, with four handlings and five repetitions. The harvest capacity for the semi-mechanical handlings was five times higher than the manual harvest of manso pine nut fruits, independently of the stems vibration. The harvest efficiency with the harvester was statistically equal to the efficiency of the manual harvest. The index of defoliation of 42.11 g kg⁻¹ was low, being that in 2,374 rpm of frequency. There were not statistical differences when compared with the manual harvest. The use of the free acceleration (frequency of the vibrating stems from 1,444 to 2,736 rpm) was considered the best performance; because it decreases the fuel consumption and increases the motor durability due to the acceleration range. The emitted noise level during the maximum acceleration (2,736 rpm in the vibrating stems) was the highest among the handlings, being above all the levels allowed by the Brazilian rules that establish 85 dBA for an exposition of 8 hours, requiring the use of auricular protector.

Key-words: semi-mechanical harvest, defoliation, vibration.

INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pertencente à família das Euforbiáceas é uma espécie arbustiva, perene (DRUMOND et al., 2007).

Para Sato et al. (2009) é considerada uma opção agrícola para áreas áridas, semi-áridas e na recuperação de áreas degradadas. Promove a integração do acesso à produção com renda, contribui no desenvolvimento rural (com o emprego da mão-de-obra familiar), e com consequente fixação do homem no campo, segurança alimentar, pois permite o uso de culturas anuais alimentícias em consórcio.

Um dos interesses pelo cultivo desta espécie está relacionado à qualidade e ao teor de óleo extraído das sementes, pois apresenta grande potencial produtivo na produção de óleo e é considerada importante matéria prima que pode ser utilizado na produção do biodiesel, visto que suas características são indicadoras de um balanço energético/econômico favorável.

A planta apresenta-se em fase de estudo nos diversos ramos agrônômicos, para a domesticação da espécie, sendo um dos problemas encontrados a falta de equipamentos adequados que auxiliem na colheita mecânica ou ao menos parcial, pois a colheita manual pode inviabilizar a exploração da cultura para fins comerciais além de onerar os custos. Por esse motivo tem se dado atenção especial a colheita e também por ser esta uma das etapas do ciclo de produção mais importante para o produtor. No momento, para se mecanizar a colheita dos frutos de pinhão manso, existem métodos em estudo.

Pelas características das plantas e principalmente pela maturação desuniforme dos frutos (TOMINAGA et al., 2007), o pinhão manso se assemelha muito ao cafeeiro.

Devido essa semelhança, acredita-se que a colheita semimecanizada com derriçadoras portáteis, seja o método mais prático, rápido e econômico para a colheita seletiva dos frutos maduros.

Silva et al. (2001) comentam que dentre as colheitas mecânicas, o sistema com maior sucesso para a colheita do café são os métodos que utilizam a derriça por vibração e/ou impacto como princípio de funcionamento. Dessa forma, pelas características semelhantes de maturação dos frutos de pinhão manso com os frutos do cafeeiro, acredita-se também no bom funcionamento da colheita por vibração em pinhão manso.

O método de colheita por vibração com derriçadoras portáteis tem apresentado melhores resultados aos obtidos pela colheita manual em cafeeiro (SOUZA et al., 2006a).

As derriçadoras portáteis pelas características das plantas e frutos podem desempenhar papel fundamental na colheita para a agricultura familiar, devido principalmente ao seu baixo custo de aquisição, quando comparado com máquinas de colheita de grandes portes.

Dessa forma a colheita por vibração utilizando-se derriçadoras portáteis pode também apresentar-se como uma forma viável na colheita dos frutos de pinhão manso.

Para se utilizar as derriçadoras na colheita de frutos de pinhão manso, como em cafeeiro, faz-se necessário estudar as características da máquina, como o nível de vibração que a máquina vai aplicar na planta que posteriormente será transferido ao conjunto pedúnculo-fruto.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho operacional da derriçadora portátil na derriça de frutos de pinhão manso, submetida a diferentes níveis de vibração, comparada com a colheita manual.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo 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 na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Empresa Mineradora MMX, no município de Anastácio-MS. As plantas utilizadas para os testes apresentavam idade de dois anos e estavam no espaçamento 4x2 m.

Os tratos culturais foram à correção de solo, adubação, tratamentos fitossanitários realizados conforme análise de solo e necessidade da cultura respectivamente.

Para a colheita dos frutos de pinhão manso foi utilizado uma derriçadora portátil, com dedos vibratórios (Figura 1), modelo Nakashi Turbo II, acionada por um motor de combustão interna dois tempos, cilindrada de 42,7 cm³, com rotação máxima de 12.000 rpm e com massa de 7,9 kg.



FIGURA 1. Dedos vibradores da derriçadora portátil.

Para avaliar o desempenho da derriçadora portátil Nakashi Turbo II na colheita dos frutos de pinhão manso, foram avaliados três frequências de vibração das hastes: 2.374 rpm (aceleração média no motor da derriçadora), e 2.524,5 rpm (aceleração máxima) e de 1.444 a 2.736 rpm (aceleração livre). A derriçadora foi usada trabalhando em uma linha de plantio, onde o operador foi responsável por derriçar os dois lados da mesma planta. A colheita manual dos frutos, presente na parcela experimental, foi realizada por um trabalhador.

Para a montagem do experimento, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (SC1, SC2, SC3 e SC4), ou seja, três frequências de vibração das hastes: 2.374 rpm (aceleração média no motor da derriçadora), e 2.524,5 rpm (aceleração máxima) e de 1.444 a 2.736 rpm (aceleração livre) e da colheita manual dos frutos.

Cada parcela era constituída por 15 plantas. Para avaliar o desempenho da colheita manual e semi-mecânica, foram colhidas 15 plantas. Os trabalhadores rurais que executam a colheita manual (um trabalhador por parcela) foram os operários de campo da Embrapa que já estavam habituados ao tipo de colheita.

Mediu-se a massa de frutos colhidos e de frutos não colhidos (carga pendente), a massa de folhas desprendidas e tempo de colheita dos frutos. Os frutos colhidos foram classificados e sua massa determinada por estágio de maturação, divididos em verdes, maduros e secos (Figura 2).



FIGURA 2. Frutos colhidos nos três estágios de maturação e folhas que se desprendiam durante a colheita.

Nas entrelinhas das parcelas da colheita semimecanizada foram estendidas lonas com dimensões de 15x3 m, ocupando dessa forma a parcela a ser derriçada (Figura 3). Todas as folhas e frutos derriçados com as máquinas caíam na lona, e posteriormente eram recolhidos e acondicionados em sacos plásticos, identificados com os dados da parcela (Figura 2). As plantas após a derriça semimecanizada eram submetidas ao repasse, ou seja, a colheita manual da carga pendente, sendo também acondicionados em sacos.



FIGURA 3. Detalhe das entrelinhas cobertas com lona para recolhimento dos frutos.

Após a colheita, foram determinadas as massas das folhas, frutos e do repasse.

A carga pendente das plantas no ato da colheita foi determinada somando as massas de frutos colhidos e aqueles que permaneceram nas plantas.

A capacidade de colheita foi determinada pela relação entre a massa de frutos colhidos e o tempo gasto durante o processo, conforme se segue:

$$C_d = 60 \frac{V_d}{t_d} \quad (1)$$

em que,

C_d - capacidade de colheita, kg h^{-1} ;

v_d - massa de frutos colhidos, kg ;

t_d - tempo de colheita, min .

A eficiência de colheita foi obtida, levantando-se a quantidade de frutos derriçados pela máquina, em relação à quantidade inicial, conforme a seguinte expressão:

$$\eta = 100 \frac{V_d}{V_p + V_d} \quad (2)$$

em que,

η - eficiência de colheita, %;

v_p - massa dos frutos não derriçados, kg .

A eficiência seletiva de colheita foi obtida, levantando-se a quantidade de frutos maduros e secos derriçados pela máquina, em relação à quantidade inicial de frutos maduros e secos, conforme a seguinte expressão:

$$\xi = 100 \frac{V_{ms}}{V_d} \quad (3)$$

em que,

ξ - eficiência seletiva, %;

v_{ms} - massa dos frutos maduros e secos derriçados, kg .

Os danos provocados pela colheita foram quantificados pela massa de folhas caídas durante o processo em relação à massa de frutos colhidos, conforme se segue:

$$D_f = \frac{m_f}{V_d} \quad (4)$$

em que,

D_f - índice de desfolha provocada à planta, $g\ kg^{-1}$;

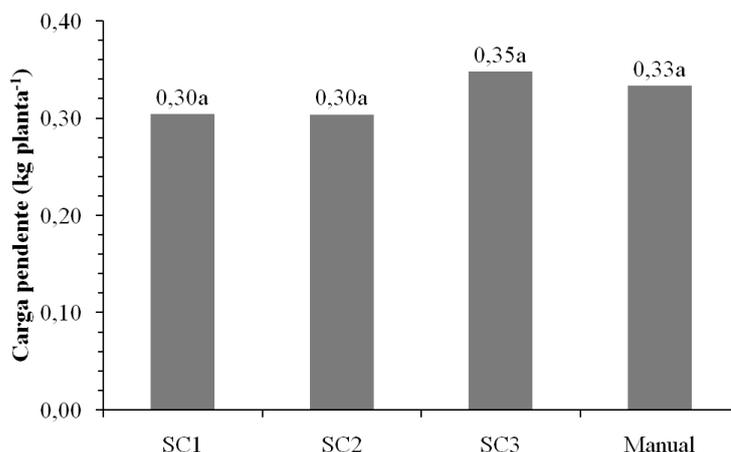
m_f - massa de folhas, g.

Foi avaliado o nível de ruído emitido pela derriçadora medido a 20 mm do ouvido do operador, utilizando-se um decibelímetro, modelo DOS 500, no circuito de resposta lenta e de equalização "A". Os dados de nível de ruído foram comparados com os limites de conforto estabelecidos pela Norma 10152 (ABNT, 1987).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, a 5% e 10% de probabilidade. Nas análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SAEG, versão 9.1 (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados obtidos da carga pendente das plantas, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos semimecanizados quando estes foram comparados com o sistema de colheita manual (Figura 4). Isso comprova que não houve influência da carga pendente sobre o desempenho da máquina, sendo a carga pendente da derriça mecânica igual estatisticamente a manual.

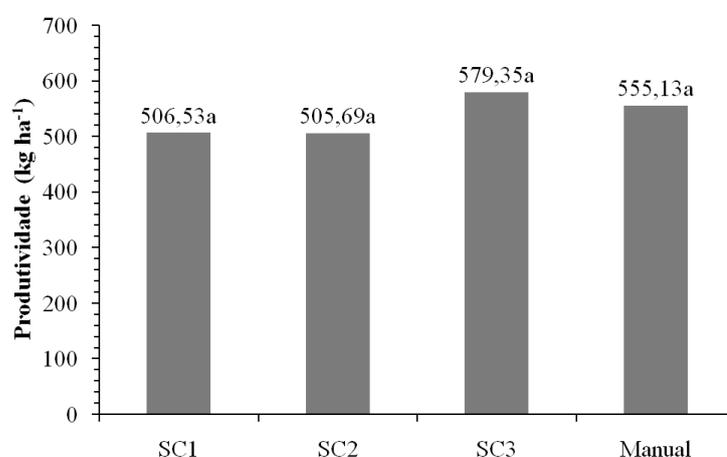


Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

FIGURA 4. Carga pendente dos frutos de pinhão manso, para respectivos sistemas de colheita.

Souza et al. (2006a) comparando uma derriçadora com duas derriçadoras na colheita de frutos do café, não encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos para a carga pendente.

Avaliando a produtividade, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, demonstrando homogeneidade da área (Figura 5). A produtividade da área refere-se à colheita dos frutos de apenas uma das floradas. Nos locais dos testes, costuma-se fazer anualmente em média de 4 a 7 passadas, dependendo da precipitação pluviométrica. Para Teixeira (2005), em cultivos comerciais, a produtividade anual média é de $5,0 \text{ t ha}^{-1}$, sendo que os resultados encontrados estão em desacordo.

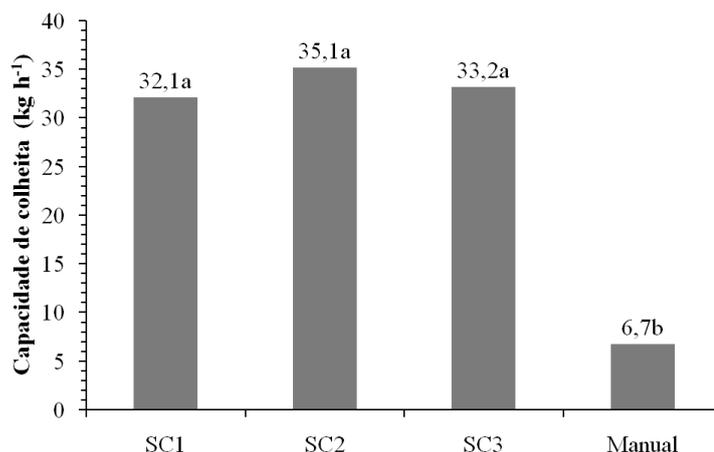


Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade

FIGURA 5. Produtividade das plantas de pinhão manso, para respectivos sistemas de colheita.

Para os dados referentes à capacidade de colheita dos frutos de pinhão manso, observa-se que os tratamentos com o uso da derriçadora obtiveram os melhores resultados quando comparados com o sistema de colheita manual (Figura 6).

Esse fato demonstra que nas condições em que foram realizados os testes, a colheita com derriçadora obteve em média resultado cinco vezes superior a capacidade de colheita manual.

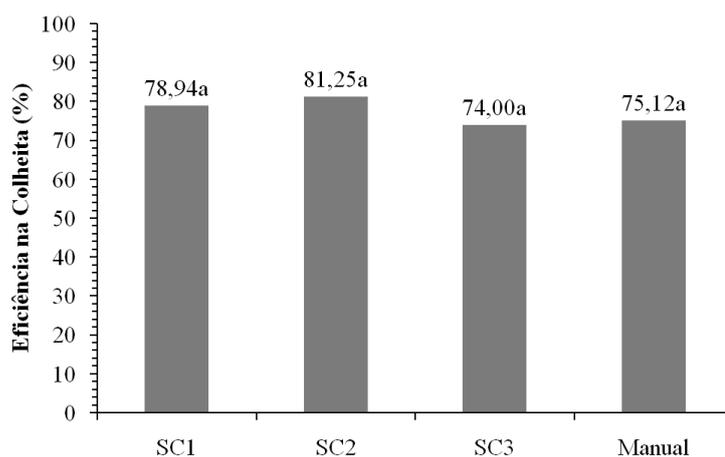


Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 6. Capacidade de colheita de frutos de pinhão manso, para respectivos sistemas de colheita.

Souza et al. (2006b) em experimento comparando a colheita manual com a colheita semi-mecânica com uso de derriçadoras no cafeeiro, concluíram que a capacidade de colheita com derriçadora foi maior que a manual.

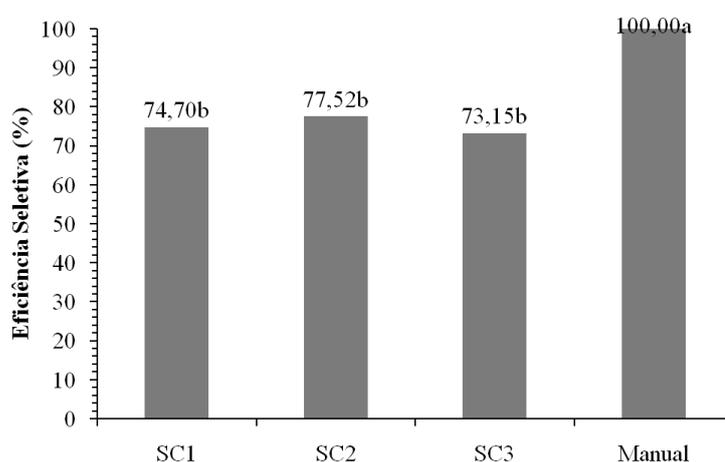
Na eficiência de colheita, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos semimecanizados em relação a colheita manual (Figura 7). Dessa forma, considera-se a colheita semimecanizada com a mesma eficiência da colheita manual. Souza et al. (2006b) não encontraram para a eficiência de colheita no cafeeiro, diferenças estatísticas da derriça manual comparada com a derriça semi-mecânica com uso de derriçadora.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade

FIGURA 7. Eficiência na colheita dos frutos de pinhão manso, para respectivos sistemas de colheita.

Para a colheita seletiva que considera apenas os frutos maduros e secos colhidos e considerando a eficiência manual como sendo 100%, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos semimecanizados, sendo encontrada a maior eficiência seletiva para a colheita manual (Figura 8). Na eficiência seletiva de colheita manual foi superior a colheita seletiva semimecanizada em média 23%.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade

FIGURA 8. Eficiência seletiva na colheita semimecanizada de frutos de pinhão manso, para respectivos sistemas de colheita.

Observando a distribuição dos frutos nos diferentes estágios de maturação encontrados nos testes (Figura 9) e sabendo que a eficiência manual real não chega aos 100%, considera-se a eficiência seletiva na colheita com derriçadora satisfatória. Na prática, durante a colheita dos frutos com a derriçadora, observou-se que caíam também quantidade considerável de frutos verdes.

Dessa forma, sendo encontrado, em média, 24,9% de frutos verdes na planta (Figura 9), considera-se que a colheita com a derriçadora na sua melhor frequência de vibração e com a ajuda do melhoramento genético para a maturação uniforme dos frutos, será possível uma eficiência seletiva de colheita próxima a eficiência de colheita seletiva manual.

Do ponto de vista operacional, os frutos verdes tendem a aumentar os custos de produção, pois acabam necessitando de mais tempo de secagem no terreiro, gastando esse tempo para mexer e revirar a massa de frutos diminuindo também a quantidade de frutos por área. Além disso, quanto maior a porcentagem de frutos verdes na massa colhida, menor será a quantidade de óleo disponível à usina para a produção de biodiesel.

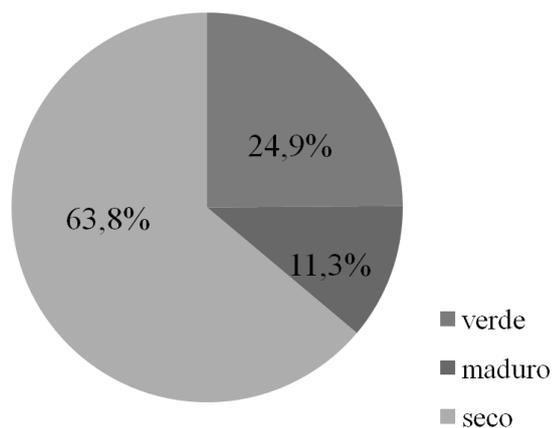
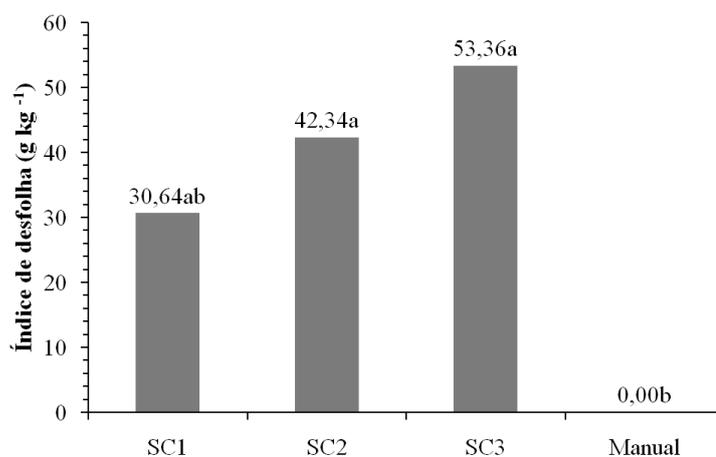


FIGURA 9. Distribuição média dos diferentes estágios de maturação dos frutos de pinhão manso, encontrado durante os testes na massa colhida.

Considerando a desfolha manual como zero, observa-se o maior índice de desfolha para os tratamentos semimecanizados, com o uso da derriçadora, não havendo diferenças estatísticas entre esses tratamentos (Figura 10). Para o nível de vibração da haste vibradora de 2.374 rpm, o índice de desfolha não se diferiu estatisticamente da colheita manual.

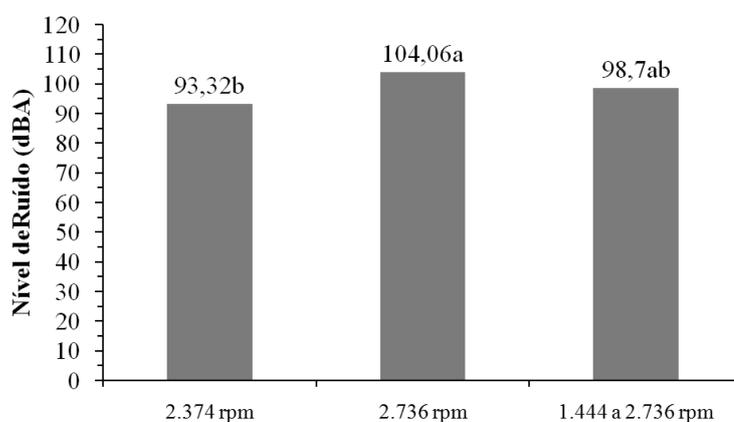
De forma geral, observa-se que o índice médio de desfolha de 42,11 g kg⁻¹ por ser baixo não prejudica a planta e sim contribui para uma limpeza das folhas senescentes. Souza et al. (2006a) estudando a derriça do café com derriçadora portátil, encontraram índice máximo de desfolha de 154 g L⁻¹.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade

FIGURA 10. Índice de desfolha das plantas de pinhão manso, para os respectivos sistemas de colheita.

Na avaliação do nível de ruído, observa-se que os mesmos foram maiores para a frequência de vibração das hastes de 2.736 rpm (Figura 11). Isso ocorreu pois na aceleração máxima o motor atinge também sua máxima rotação. De forma geral, na colheita com derriçadora, o nível de ruído ultrapassou o limite de conforto para o operador conforme a norma NBR 10152 (ABNT, 1987) que estabelece 85 dBA para até 8 horas de exposição. Souza et al. (2006a), trabalhando com derriçadoras na colheita de café encontraram nível de ruído acima do permitido pelas normas brasileiras. Dessa forma, obriga o operador a usar o protetor auricular durante a operação de colheita com a derriçadora.



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

FIGURA 11. Nível de ruído emitido pela derriçadora durante a colheita de frutos de pinhão manso, para os respectivos níveis de aceleração das hastes vibradoras.

CONCLUSÕES

1. A capacidade de colheita da derriçadora foi cinco vezes superior a colheita manual de frutos de pinhão manso, independentemente da frequência de vibração das hastes.
2. A eficiência de colheita com a derriçadora foi igual a eficiência da colheita manual.
3. O índice de desfolha na frequência 2.374 rpm, foi igual ao obtido na colheita manual.
4. O nível de ruído emitido na frequência de vibração de 2.736 rpm (104,6 dBA) foi o maior entre os tratamentos, ficando todos os níveis acima do permitido para uma exposição de 8 horas diárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152 (NB 95): **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987. 4 p.
- DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B. ; MORGADO, L.B. **Efeito do espaçamento no desenvolvimento do pinhão manso em Nossa Senhora da Glória, SE**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCMBUSTÍVEIS. **Anais do I Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis**. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 2007.
- SATO, M.; BUENO, O.C.; ESPERANCINI, M.S.T.; FRIGO, E.P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia** v. 07, n. 13, p. 47-62, 2009.
- SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; PÁDUA, T.S.; QUEIROZ, D.P. **Colheita do café mecanizada e semimecanizada**. Lavras, UFLA, CBP&D/Café, 2001, 88 p. (Boletim de Extensão).
- SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; RAFULL, L.Z.L.; CECON, P.R. Comparação entre derriça manual e mecânica de frutos de cafeeiro. **Revista Ceres**, v.53, p.36-40, 2006b.
- SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; RAFULL, L.Z.L. Derriçadora portátil na colheita total e seletiva de frutos do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.11, p.1637-1642, 2006a.
- TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K.; SOUZA, L.A.; RESENDE, P.L.; SILVA, N.D. **Cultivo de pinhão manso para a produção de biodiesel**. Viçosa, MG: CPT, 2007. 220 p.
- TEIXEIRA, L.C. **Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 18- 27, 2005.

DESEMPENHO OPERACIONAL DE DIFERENTES SISTEMAS DE DERRIÇA DE FRUTOS DE PINHÃO MANSO

RESUMO

Dentre as diversas dificuldades para a produção comercial, o pinhão manso apresenta como a principal dificuldade a colheita, pois a colheita manual pode inviabilizar a exploração da cultura para fins comerciais, por onerar os custos. Mesmo sendo a colheita manual o método tradicional de catação dos frutos, acredita-se que a colheita semimecanizada com derriçadoras portáteis, seja o método mais prático, rápido e econômico para a colheita seletiva dos frutos maduros. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho operacional de diferentes sistemas de colheita semimecanizada dos frutos do pinhão manso comparada com a colheita manual, utilizando-se derriçadoras portáteis. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em quatro sistemas de colheita e cinco repetições: no sistema de colheita 1 (SC1) foi utilizado a derriçadora Nakashi Turbo II trabalhando em uma linha de plantio, onde o operador foi responsável por derriçar os dois lados da mesma planta. No sistema de colheita 2 (SC2) o operador derriçou os dois lados da mesma planta utilizando a derriçadora Brudden DCM 11. No terceiro sistema de colheita (SC3) o foi utilizado as duas derriçadoras Nakashi Turbo II e Brudden DCM 11 operando simultaneamente, onde cada operador derriçou um lado da mesma planta na linha de plantio. Nos três sistemas de colheita semi-mecânica, as derriçadoras eram operadas na aceleração livre, ou seja, com frequência de 1.444 a 2736 rpm na Nakashi Turbo II e de 1.040 a 2.155,5 rpm na Brudden. O quarto sistema de colheita (SC4) foi composto pela derriça manual dos frutos, onde era composto por um operador para derriçar os dois lados da planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Na comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% e 10% de probabilidade. A capacidade de colheita com derriçadora foi maior em 4,8 vezes que a manual no sistema de colheita (SC3) onde se operava duas máquinas simultaneamente na mesma planta, sendo os demais sistemas de colheita iguais estatisticamente a manual. Para a colheita mecanizada, a maior eficiência seletiva foi observada quando a derriçadora Nakashi Turbo II foi usada, sendo os valores iguais estatisticamente a manual. A desfolha na colheita manual e no sistema SC3 foram iguais estatisticamente.

Palavras-chave: colheita, derriçadoras portáteis, eficiência

OPERATIONAL PERFORMANCE OF DIFFERENT HARVEST SYSTEMS OF MANSO PINE NUT FRUITS

ABSTRACT

Among the several difficulties for the commercial production, the manso pine nut shows as the main difficulty its harvest, because the manual harvest can become unviable the crop exploitation for commercial purposes, besides increasing the costs. Even being the manual harvest the traditional method of the fruits sorting, it's believed that the semi-mechanical harvest with portable harvesters is the fastest, and the most economic and practical method for the selective harvest of the ripe fruits. This work aimed to evaluate the operational performance of different systems of semi-mechanicals harvest of manso pine nut fruits compared with the manual harvest, using portable harvesters. It was used the design in randomized blocks in four harvest systems and five repetitions: in the harvest system 1 (SC1) it was used the Nakashi I Turbo II harvester working in a planting line, where the user was responsible to harvest the two sides of the same plant. In the harvest system 2 (SC2), the user harvested the two sides of the same plant using Brudden DCM11 harvester. In the third harvest system (SC3), it was used the two harvesters: Nakashi I Turbo II and Brudden DCM working simultaneously, where each user harvested a side of the same plant in the planting line. In the three semi-mechanical harvest systems, the harvesters were operated with free acceleration, in other words, with a range frequency from 1,444 to 2736 rpm in the Nakashi I Turbo II and from 1,040 to 2.155,5 rpm. The fourth harvest system (SC4) was compounded by fruits manual harvest, where there was a user to harvest the two sides of the plant. The harvest capacity with harvester was 4.8 times bigger than in the manual harvest system (SC3) where they operated two machines simultaneously in the same plant, being the other harvest systems statistically equal to the manual one. For the mechanical harvest, the biggest selective efficiency was noticed when Nakashi I Turbo II was used, being the values statistically equal to the manual harvest. The defoliation in the manual harvest and in the SC3 system was statistically equal.

Key-words: harvest, portable harvesters, efficiency.

INTRODUÇÃO

A cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), também conhecido como pinhão do Paraguai, purgueira, grão-de-maluco, pinhão-de-cerca, medicineira, pinhão-do-inferno, dentre outros, pertence à família das Euforbiáceas (DRUMOND et al., 2007). Acredita-se que o pinhão manso tenha procedência da América do Sul (PINHÃO MANSO, 2009).

É um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é dois a três metros, mas pode alcançar até cinco metros em condições especiais. O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm; possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente; floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que corre com abundância de qualquer ferimento (ARRUDA et al., 2004).

Com a atual necessidade de se substituir as atuais formas de produção de energia por fontes de energia renováveis, as culturas alternativas como o pinhão manso vem ganhando cada vez mais espaço e destaque.

O óleo contido nas sementes dos frutos tem apresentado características favoráveis para a produção em grande escala de biodiesel. Também se encontra dentro das culturas mais promissoras para produção de biodiesel, devido ao alto teor de óleo da semente (NUNES, 2007).

Um dos grandes entraves que impede o pinhão manso de ocupar posição de destaque na produção de biodiesel é o sistema de colheita que hoje é feita totalmente manual. Na região de Dourados em Mato Grosso do Sul, os catadores fazem a colheita seletiva de frutos (maduros e secos) e vão armazenando em bolsas, cestas ou sacolas que são levadas junto com o catador, tornando-se um trabalho árduo com baixo rendimento e alto custo.

Todos os anos crescem as áreas com plantio de pinhão manso, sem registro oficial, aumentando cada vez mais a necessidade de uma resposta para a colheita ao mínimo semi-mecânica dos frutos

O uso da mecanização agrícola nas diversas operações de campo é uma das ferramentas que impulsionou o aumento da produção mundial de grãos, trazendo aos produtores rurais diversos benefícios, entre estes, a redução de custos e a rapidez na realização das operações de campo (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Tominaga et al. (2007), não existe uma máquina colhedora específica para o pinhão manso. A colheita por vibração vem sendo estudada em diversas culturas, principalmente no cafeeiro, e vem apresentando resultados satisfatórios. Para Dias et al. (2007) a colheita semi-mecânica com derriçadoras costais está em fase de estudos, sendo esta a mesma utilizada na cultura do café. Dessa forma pela semelhança de maturação dos frutos do pinhão manso com os do cafeeiro, acredita-se na viabilidade do uso de derriçadoras também na colheita dos frutos do pinhão manso

Mesmo sendo a colheita manual o método tradicional de catação dos frutos, acredita-se que a colheita semi-mecânica com derriçadoras portáteis, seja o método mais prático, rápido e econômico para a colheita seletiva dos frutos (SOUZA et al., 2004).

Segundo Barbosa et al. (2005); Tascon et al. (2005) as derriçadoras portáteis, que utilizam o princípio de vibrações mecânicas, apresentam desempenho operacional superior ao obtido pela colheita manual em café.

Para Souza et al. (2006a) o melhor desempenho operacional de derriçadoras portáteis foi obtido quando se empregam duas máquinas simultaneamente, em uma mesma linha de plantio.

As derriçadoras portáteis pelas características das plantas e frutos do pinhão manso podem desempenhar papel importante na agricultura familiar, devido principalmente ao seu baixo custo de aquisição, quando comparado com grandes máquinas de colheita.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho operacional de diferentes sistemas de colheita dos frutos de pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo 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 na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste em parceria com a Fazenda Paraíso, localizada no Distrito de Itahum, município de Dourados-MS. As plantas utilizadas nos experimentos possuíam quatro anos de idade e estavam dispostas no espaçamento de 3x2 m.

Na colheita dos frutos de pinhão manso foram utilizados dois modelos de derriçadoras portáteis, sendo uma modelo Nakashi Turbo II, acionada por um motor de combustão interna dois tempos, com cilindrada de 42,7 cm³ e rotação máxima de 12000

rpm, com massa de 7,9 kg. A segunda derriçadora utilizada foi o modelo Brudden DCM 11, com cilindrada de 26,3 cm³, com rotação máxima de 12000 rpm e massa de 5,4 kg. Ambas as derriçadoras possuíam o movimento vibratório das hastes, diferindo-se pela potência do motor e formato da mão na ponta da haste. (Figura 1).



FIGURA 1. Hastes vibratórias das derriçadoras portáteis modelos Nakashi Turbo II (a) e Brudden DCM 11 (b).

Para avaliar o desempenho das derriçadoras na colheita dos frutos de pinhão manso, foi montado um esquema onde os tratamentos foram chamados de sistemas de colheita: No denominado sistema de colheita 1 (SC1) foi utilizado a derriçadora Nakashi Turbo II trabalhando em uma linha de plantio, onde o operador foi responsável por derriçar os dois lados da mesma planta. No denominado sistema de colheita 2 (SC2) foi utilizado a derriçadora Brudden DCM 11, onde o operador trabalhando em uma linha de plantio, foi responsável por derriçar os dois lados da planta. No terceiro sistema de colheita (SC3) foram usadas as duas derriçadoras operando simultaneamente na mesma linha, onde cada operador derriçava um lado da planta. O quarto sistema de colheita (SC4) foi a derriça manual dos frutos. Nos três sistemas de colheita semi-mecânica, as derriçadoras eram operadas na aceleração livre, ou seja, com frequência de 1.444 a 2736 rpm na Nakashi Turbo II e de 1.040 a 2.155,5 rpm na Brudden.

Para avaliar o desempenho da colheita manual e semimecanizada, foram colhidas 15 plantas. Os trabalhadores que executam a colheita manual (um trabalhador por parcela) foram os que já estavam habituados ao tipo de colheita na Fazenda Paraíso, sendo aqueles que apresentavam maiores rendimentos.

Mediu-se a massa de frutos colhidos e de frutos não colhidos (carga pendente), a massa de folhas desprendidas e tempo de colheita dos frutos. Os frutos

colhidos foram classificados e sua massa determinada por estágio de maturação, divididos em verdes, maduros e secos (Figura 2).



FIGURA 2. Frutos colhidos nos três estágios de maturação e folhas que se desprendiam durante a colheita.

Nas entrelinhas das parcelas da colheita semimecanizada foi estendido lonas com dimensões de 15x3 m, ocupando dessa forma a parcela a ser derriçada (Figura 3).



FIGURA 3. Entrelinhas cobertas com lona para recolhimento dos frutos.

Todas as folhas e frutos derriçados com as máquinas caíam na lona, e posteriormente eram recolhidos e acondicionados em sacos plásticos identificados com

os dados da parcela (Figura 2). Após a derriça semimecanizada dos frutos, as plantas eram submetidas ao repasse, ou seja, a colheita manual, sendo também acondicionados em sacos. As amostras com as folhas e frutos da derriça e do repasse, foram colocadas em balança e anotadas suas massas.

A carga pendente das plantas no ato da colheita foi determinada somando as massas de frutos colhidos e aqueles que permaneceram nas plantas.

A capacidade de colheita foi determinada pela relação entre a massa de frutos colhidos e o tempo gasto durante o processo, conforme se segue:

$$C_d = 60 \frac{V_d}{t_d} \quad (1)$$

em que,

C_d - capacidade de colheita, kg h^{-1} ;

v_d - massa de frutos colhidos, kg;

t_d - tempo de colheita, min.

A eficiência de colheita foi obtida, levando-se em conta a quantidade de frutos derriçados pela máquina, em relação à quantidade inicial, conforme a seguinte expressão:

$$\eta = 100 \frac{V_d}{V_p + V_d} \quad (2)$$

em que,

η - eficiência de colheita, %;

v_p - massa dos frutos não derriçados, kg.

A eficiência seletiva de colheita foi obtida, levando-se em conta a quantidade de frutos maduros e secos derriçados pela máquina, em relação à quantidade inicial de frutos maduros e secos, conforme a seguinte expressão:

$$\xi = 100 \frac{V_{ms}}{V_d} \quad (3)$$

em que,

ξ - eficiência seletiva, %;

v_{ms} - massa dos frutos maduros e secos derriçados, kg.

A desfolha provocada pela colheita foi quantificada pela massa de folhas caídas durante o processo em relação à massa de frutos colhidos, conforme se segue:

$$D_f = \frac{m_f}{V_d} \quad (4)$$

em que,

D_f - índice de desfolha provocada à planta, $g\ kg^{-1}$;

m_f - massa de folhas, g.

Para a montagem do experimento, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (SC1, SC2, SC3 e Manual), e cinco repetições.

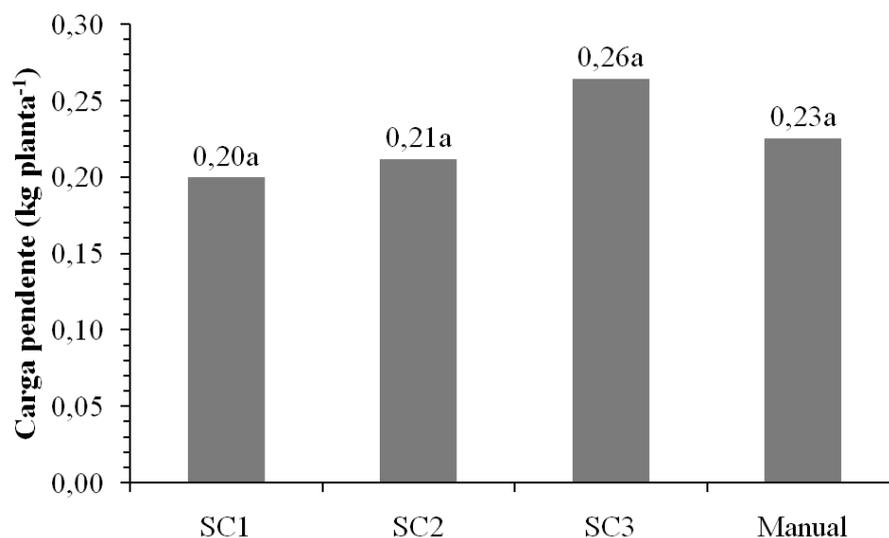
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, a 5% e 10% de probabilidade. Nas análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SAEG, versão 9.1 (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 está apresentada a carga pendente das plantas de pinhão manso onde foram testados os três sistemas semimecanizados de derriça e a catação manual dos frutos.

Nos dados obtidos sobre a carga pendente das plantas, observa-se que não houve diferenças entre os sistemas semimecanizados e o sistema de colheita manual. Esse fato, demonstra que a derriça com as máquinas e a catação manual dos frutos não foram influenciadas pela carga pendente.

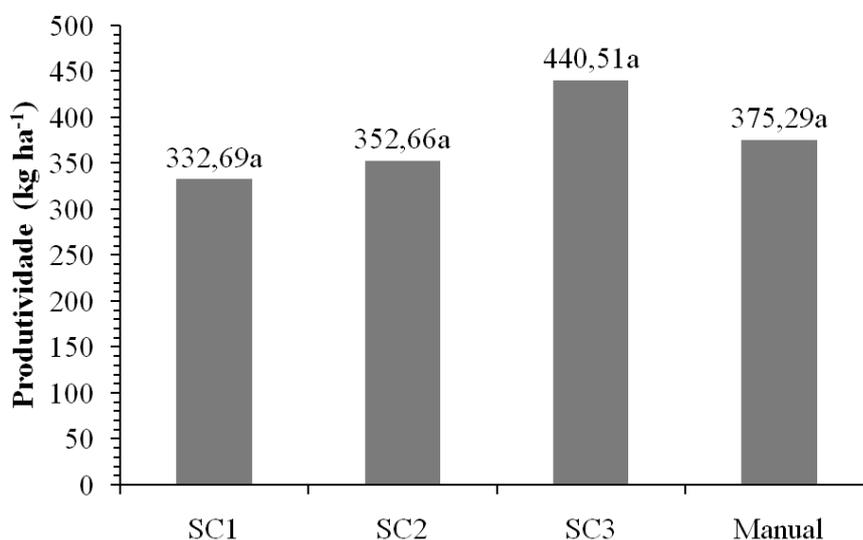
Souza et al. (2006a) comparando uma derriçadora com duas derriçadoras na colheita de frutos do cafeeiro, não encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos para a carga pendente.



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

FIGURA 3. Carga pendente de frutos de pinhão manso, para respectivos sistemas de colheita.

Analisando a produtividade da cultura, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, demonstrando homogeneidade da área (Figura 4). Nesse sentido, leva-se a interpretação de que a produtividade não influenciou os testes de campo.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

FIGURA 4. Produtividade das plantas de pinhão manso, para respectivos sistemas de colheita.

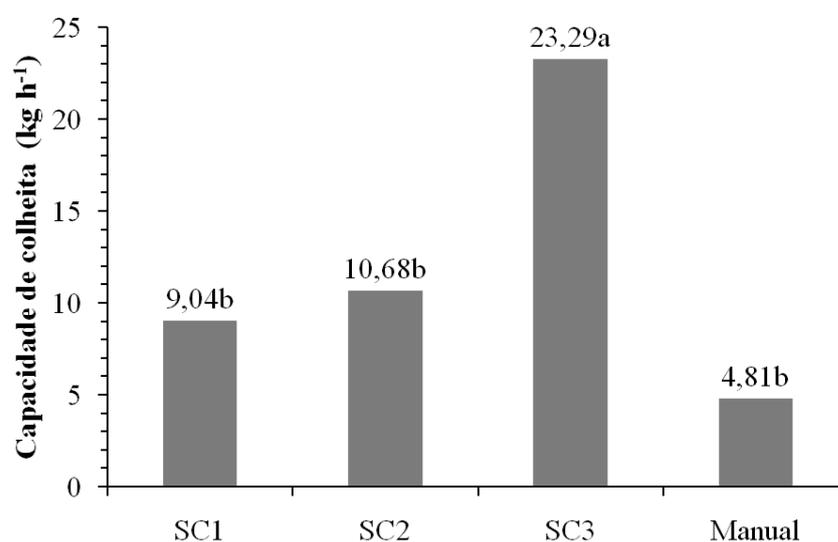
A produtividade da área refere-se à colheita dos frutos de apenas uma das passadas. Nos locais dos testes, costuma-se fazer anualmente em média de 4 a 7

repasses, dependendo da precipitação pluviométrica. Para Teixeira (2005), em cultivos comerciais, a produtividade anual média é de $5,0 \text{ t ha}^{-1}$, sendo que os resultados encontrados estão em desacordo.

Para os dados referentes à capacidade de colheita de frutos de pinhão manso, encontraram-se diferenças estatísticas entre os tratamentos, onde o tratamento com duas máquinas derriçadoras operando simultaneamente na mesma linha (SC3) obteve os maiores valores quando comparados com a colheita manual e com os demais sistemas de colheita SC1 e SC2 (Figura 5). Esse fato deve-se ao efeito da competição entre os operadores, aumentando assim a capacidade de colheita. Souza et al. (2006b) utilizando sistema de derriça similar, verificaram maior capacidade de derriça mecânica em frutos de cafeeiro quando comparado com a colheita manual.

Souza et al. (2006a), verificaram que o melhor desempenho operacional de derriçadoras portáteis em cafeeiro quando se empregam duas máquinas simultaneamente, em uma mesma linha de plantio.

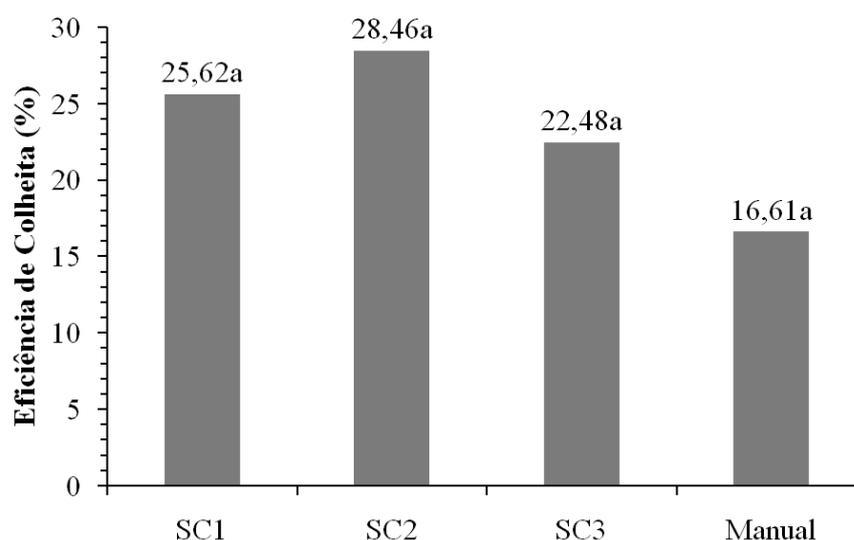
Observa-se também que a capacidade de colheita com duas máquinas derriçadoras na mesma planta obteve desempenho de 4,8 vezes maior que a colheita manual.



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

FIGURA 5. Capacidade de colheita de frutos de pinhão manso, para os respectivos sistemas de colheita.

Analisando-se a eficiência de colheita, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre os sistemas de colheita semimecanizados em relação a colheita manual (Figura 6). Mesmo não havendo diferenças estatísticas para a eficiência na colheita, observa-se que proporcionalmente o sistemas de colheita semimecânicos foram superiores em valores quando comparados com a colheita manual, sendo o sistema de colheita SC2 superior a colheita manual em 1,7 vezes.

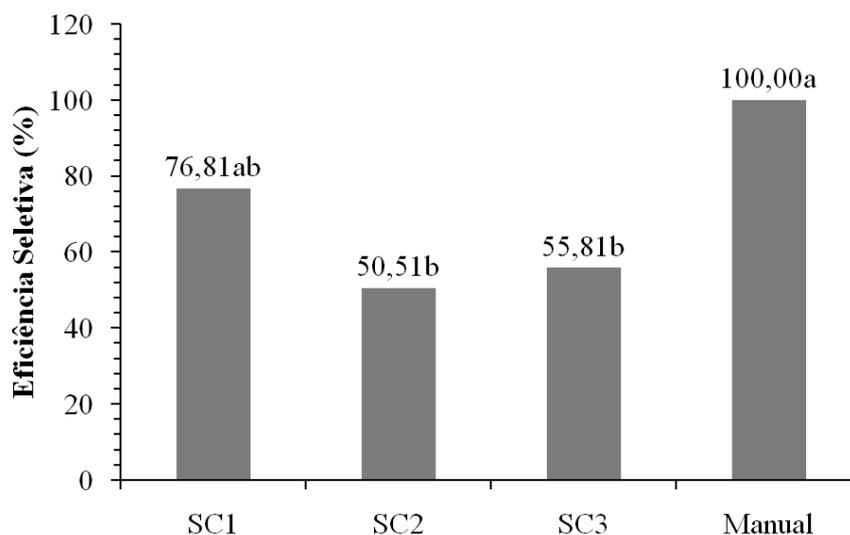


Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 6. Eficiência de colheita dos frutos de pinhão manso, para os respectivos sistemas de colheita.

Para a eficiência seletiva da colheita dos frutos, observa-se o melhor desempenho para o sistema de colheita manual e SC1, não havendo diferenças estatísticas entre esses tratamentos (Figura 7). Em seguida, observa-se que também não houve diferenças estatísticas entre o tratamento SC3 e SC2.

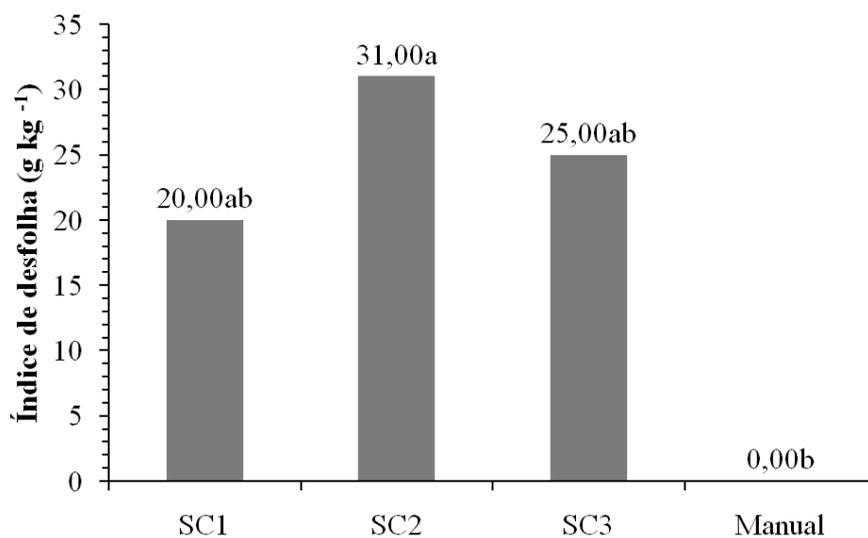
Estatisticamente com a eficiência seletiva do sistema SC1 igual à colheita manual, pode-se afirmar que a derriçadora está com ótima seleção na colheita de frutos.



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

FIGURA 7. Eficiência seletiva na colheita semimecanizada de frutos de pinhão manso, para os respectivos sistemas de colheita.

O maior índice de desfolha foi observado para os tratamentos onde os frutos foram derriçados com o uso da derriçadora Brudden DCM 11 (SC2) com 31 g kg^{-1} não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos semimecanizados. Para os sistemas de colheita SC1 e SC3, não se encontrou diferenças estatísticas quando comparado com a colheita manual (Figura 8).

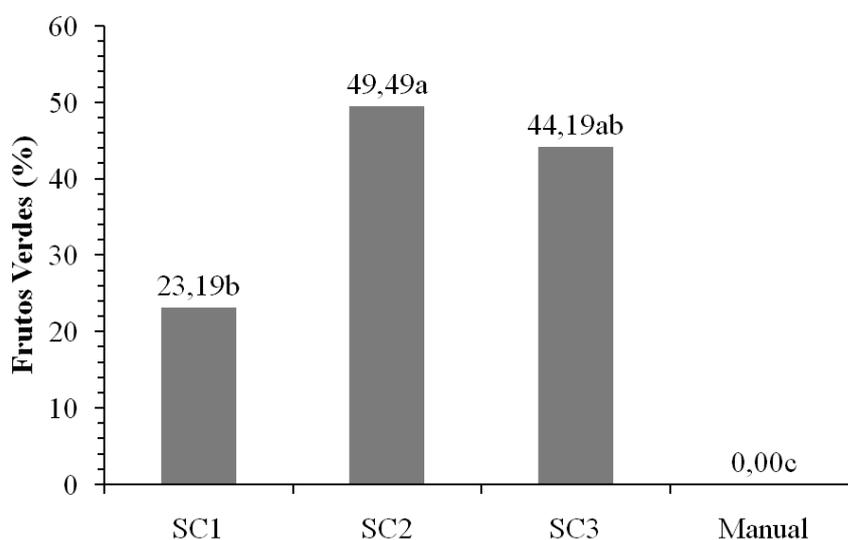


Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 8. Índice de desfolha da planta de pinhão manso, para os respectivos sistemas de colheita.

A maior parte das folhas que caíam durante os testes, foi observado que as mesmas já estavam senescentes, funcionando dessa forma a derriça semimecanizada como uma poda sanitária na planta.

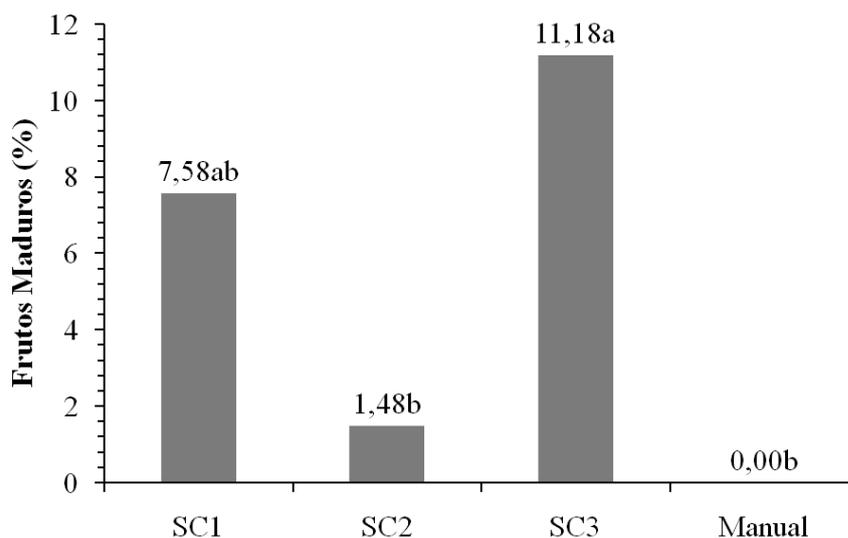
Para a derriça em geral, deseja-se que caia a menor quantidade de frutos verdes possível, pela menor porcentagem de óleo contido na semente. Dessa forma, observa-se a menor porcentagem de frutos verdes para o sistema de colheita manual, seguido do SC1 e SC3, respectivamente (Figura 9).



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

FIGURA 9. Frutos verdes de pinhão manso, colhidos para os respectivos sistemas de colheita.

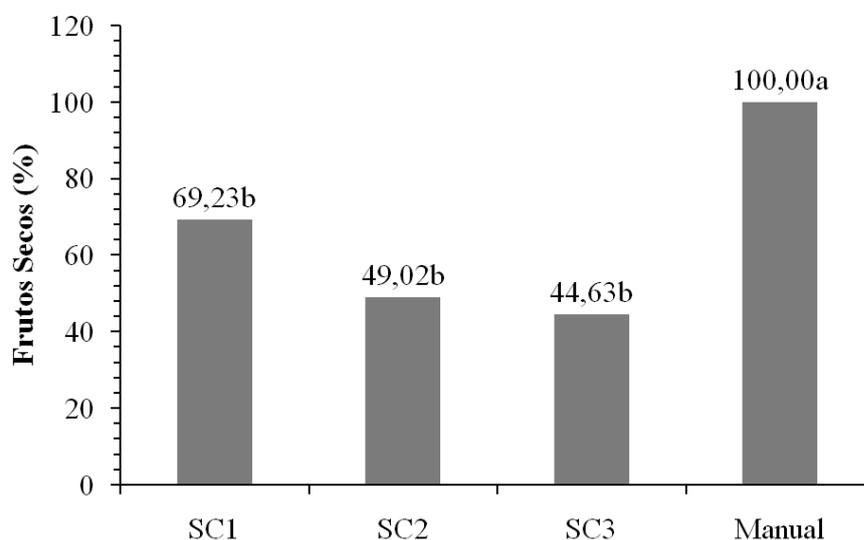
Ao contrário da derriça de frutos verdes, espera-se o maior número possível de frutos maduros e secos durante a colheita. Dessa forma, observa-se a maior quantidade de frutos maduros colhidos para o tratamento com o uso das duas derriçadoras e para o tratamento (SC1) (Figura 10).



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

FIGURA 10. Frutos maduros de pinhão manso, colhidos para os respectivos sistemas de colheita.

Na colheita de frutos secos, os melhores resultados foram obtidos na colheita manual seguido do sistema de colheita 1 (SC1) (Figura 11), não havendo diferenças estatísticas entre os sistemas de colheita semimecânico. A colheita manual, destaca-se por sua alta eficiência na seleção de frutos.



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

FIGURA 11. Frutos secos de pinhão manso, colhidos para os respectivos sistemas de colheita.

CONCLUSÕES

1. A capacidade de colheita com derriçadora foi 4,8 vezes maior que a manual no sistema de colheita (SC3) onde se operava duas máquinas simultaneamente na mesma planta, sendo os demais sistemas de colheita iguais estatisticamente a manual.

2. Para a colheita mecanizada, a maior eficiência seletiva foi observada para o tratamento com a máquina1(SC1) que foi igual estatisticamente a manual.

3. A desfolha na colheita manual e sistema SC3 foram iguais estatisticamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, 2004.
- BARBOSA, J.A.; SALVADOR, N.; SILVA, F.M. Desempenho operacional de derriçadoras mecânicas portáteis, em diferentes condições de lavouras cafeeiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.129-132, 2005.
- DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O.L.; DIAS, D.C.F.S.; CARVALHO, M.; MAFIO, C.E.; SANTOS, A.S.; SOUZA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; PRETTI, L.A. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para a produção de óleo combustível**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 40 p.
- DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B. ; MORGADO, L.B. . Efeito do espaçamento no desenvolvimento do pinhão manso em Nossa Senhora da Glória, SE. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 1, 2007, Anais, I Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 2007.
- NUNES, C.F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Lavras, 2007. 78p
- OLIVEIRA, E.; SILVA, F.M.; SOUZA, Z.M.; FIGUEIREDO, C.A.P. Influência da colheita mecanizada na produção cafeeira. *Ciência Rural*, v.37, n.5, set-out, 2007.
- PINHÃO MANSO. **Pinhão Manso: uma planta do futuro**. Disponível em:<<http://www.pinhaomanso.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2009.
- SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; RAFULL, L.Z.L. Derriçadora portátil na colheita total e seletiva de frutos do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1637-1642, 2006a.
- SOUZA, C.M.A. de; QUEIROZ, D.M. de; RAFULL, L.Z.L.; CECON, P.R. Comparação entre derriça manual e mecânica de frutos de cafeeiro. **Revista Ceres**, v.53, p.36-40, 2006b.
- SOUZA, C.M.A. **Desenvolvimento e modelagem de sistemas de derriça e de abanação de frutos do cafeeiro**. Viçosa: UFV, 2004. 123p. (Tese de Doutorado)

TASCÓN, C.E.O.; MORA, R.B.; MEJÍA, F.A.; ARISTIZÁBAL-TÓRRES, I.D.; GÓMEZ, C.A.R.; URIBE, J.R.S. Cosecha del café con vibradores portátiles del tallo. **Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín**, v.58, n.1, p.2697-2708, 2005.

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

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K.; SOUZA, L.A.; RESENDE, P.L.; SILVA, N.D. **Cultivo de pinhão manso para a produção de biodiesel**. Viçosa, MG: CPT, 2007. 220 p.

CONCLUSÕES GERAIS

1. Morfometricamente as características encontradas nas plantas de pinhão manso não impedem a colheita por vibração com o uso da derriçadora portátil.

2. O desempenho de colheita foi maior para os sistemas semimecanizados com uso da derriçadora portátil.

3. Tecnicamente, a derriça semimecanizada dos frutos do pinhão manso com o uso da derriçadora apresenta-se como alternativa viável em substituição a colheita manual.

4. A colheita semimecanizada de frutos do pinhão manso pode alcançar desempenho superior aos resultados obtidos, aplicando-se técnicas de poda, melhoramento genético da planta, ou uso de hormônios para uma maturação mais uniforme dos frutos.