

**CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DO
PINHÃO-MANSO, VISANDO À COLHEITA
MECANIZADA**

ROGNER CARVALHO AVELAR

2009

ROGNER CARVALHO AVELAR

**CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DO PINHÃO-MANSO,
VISANDO À COLHEITA MECANIZADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Máquinas e Automação Agrícola para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Fábio Moreira da Silva

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Avelar, Rogner Carvalho.

Características fitotécnicas do Pinhão Manso, visando à colheita
mecanizada / Rogner Carvalho Avelar. – Lavras : UFLA, 2009.

109 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Fábio Moreira da Silva.

Bibliografia.

1. *Jatropha curcas*. 2. Colheita mecanizada. 3. Mecanização
agrícola. 4. Biodiesel. I. Universidade Federal de Lavras. II.

Título.

CDD – 631.55

ROGNER CARVALHO AVELAR

**CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DO PINHÃO-MANSO,
VISANDO À COLHEITA MECANIZADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Máquinas e Automação Agrícola, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 7 de setembro de 2009.

Prof. Dr. Pedro Castro Neto UFLA

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Alves UFMT

Fábio Moreira da Silva
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

OFEREÇO E DEDICO

*A Deus e Nosso Senhor Jesus Cristo, por me guiarem por mais esta vitória.
A meu pai, José Carlos Avelar que, onde quer que esteja, está olhando por mim e me deixou boas lembranças e ensinamentos. Dedico também a minha mãe, Maria Aparecida Carvalho Avelar (dona Cida) que soube me trazer até aqui com seus ensinamentos, seus carinhos e cuidados. Dedico também aos meus irmãos, Carlos Henrique, Euzimar, Filomenna e, principalmente, ao José Carlos, pelo apoio e ajuda em muitas horas difíceis e também por bons momentos.
A minha amada Poliane Cristina Silva, pelo apoio, carinho e dedicação.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, por intermédio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Grupo Jacto, pelo apoio as pesquisas.

Ao Finep e à Fapemig, pelo apoio nas pesquisas.

Ao meu orientador, Prof. Fábio Moreira da Silva, pelos ensinamentos e pela valiosa contribuição na realização deste trabalho, além de toda a sua paciência, confiança e amizade.

Ao coorientador, professor e amigo Pedro Castro Neto, pela valiosa contribuição a este trabalho e pelos conselhos, ensinamentos e grande amizade.

Ao coorientador professor Jackson Barbosa, pela valiosa contribuição a este trabalho.

Ao amigo Antônio Carlos Fraga, pelo apoio, conselhos e por nunca deixar que eu desanimasse e desistisse deste sonho.

Ao amigo Tomás de Aquino, pela valorosa ajuda no trabalho, pelos conselhos, pelos ensinamentos de engenharia e pelas varias horas de estudos, mesmo em grandes feriados!

Aos funcionários do Departamento de Agricultura da UFLA, Alexandro, Sr Aguinaldo e Manguinha, pela ajuda na condução do experimento e pela amizade.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia da UFLA, pelos ensinamentos e ajuda. Em especial à secretária Daniela, pela amizade e serviços prestados.

Aos amigos da Republica Tokaia, Giuliano (botafoguense sofredor), Renan (Muito Loco) e ao Filipe (Batatinha), que não são só amigos, mas irmãos que estavam sempre ali, nas horas boas ou ruins.

Aos amigos do G-Óleo, Gabriele de Faria, Osmária Bessa, Saulo (Dino), Leandro (Rosca), João Paulo (Putá), João Victor (Piqui), Franz (Chicão), Rafael (Perón), Cinthia Fraga e ao Aníbal, que vibraram comigo em cada conquista, sempre me ajudando em grandes momentos e estiveram ali em momentos não tão bons.

Aos amigos Milton Deperon, Maick e João Paulo, pela amizade.

Ao meu grande amigo Rubens (Rubão), pela ajuda na coleta de dados do ensaio e pelas valiosas aulas de viola caipira que me ajudaram a espantar o cansaço e a tristeza em horas ruins.

Aos meus amigos de Piumhi, Vilsinho, Hudson (Junior) e Eliezer (Fuscão), que são os grandes camaradas.

Aos amigos de Passos, onde passei um ano da graduação, Daniel Lavrado, um grande irmão e Lucas Batatais, grande amigo.

Ao meu primo Lito, que sempre esteve ali, nas horas boas e ruins, com bons conselhos e me dando força sempre.

A minha avó Vitalina, que sempre me acolheu e ajudou com seus sábios ensinamentos.

Agradeço a nossa ajudante do lar, Jakelina, pelo cuidado e atenção que ela teve com nossa casa e conosco durante o período do mestrado.

Agradeço a todos que, de alguma forma, me ajudaram a chegar neste importante momento da minha vida.

A todos o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE GRÁFICOS.....	iv
RESUMO GERAL.....	vii
GENERAL ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO 1: Introdução geral.....	1
2 Referencial Teórico Geral.....	3
2.1 Pinhão-manso.....	3
2.2 Histórico do pinhão-manso.....	5
2.3 Colheita do pinhão-manso.....	6
3 Referências Bibliográficas.....	11
CAPÍTULO 2: Avaliação biométrica da planta e dos frutos do pinhão-manso..	13
Resumo.....	14
Abstract.....	15
1 Introdução.....	17
2 Caracterização Botânica.....	18
3 Material e Métodos.....	25
3.1 Determinação das características fitotécnicas das plantas.....	25
3.2 Determinação da biometria dos frutos.....	26
4 Resultados e Discussão.....	28
4.1 Caracterização fitotécnica das plantas de pinhão-manso.....	28
4.2 Biometria de frutos.....	50
5 Conclusões.....	56

6 Referências Bibliográficas	57
CAPÍTULO 3: Avaliação da força de desprendimento dos frutos de pinhão	
manso em diferentes estádios de maturação	60
Resumo	61
Abstract	62
1 Introdução.....	63
2 Referencial Teórico	64
2.1 Mecanização da colheita.....	65
3 Material e Métodos	71
4 Resultados e Discussão.....	75
4.1 Modelagem da força de desprendimento com base no grau de maturação...	78
5 Conclusões.....	86
6 Referências Bibliográficas.....	87
ANEXOS	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Número médio de ramos secundários da planta de pinhão-manso.	31
TABELA 2	Diâmetro basal médio dos ramos primários da planta de pinhão-manso.	31
TABELA 3	Diâmetro terminal médio dos ramos primários da planta de pinhão-manso.	32
TABELA 4	Comprimento médio dos ramos primários da planta de pinhão-manso.	32
TABELA 5	Comprimento, largura e relação largura/comprimento (mm) dos frutos maduros de pinhão-manso.	51
TABELA 6	Comprimento, largura e relação largura/comprimento (mm) dos frutos nos diferentes estádios de maturação.	52
TABELA 7	Peso médio (g) dos frutos maduros de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.	53
TABELA 8	Peso médio dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA em todos os estádios de maturação.	54
TABELA 9	Número de sementes por fruto maduro de pinhão-manso nos diferentes acessos do banco de germoplasma da UFLA.	54
TABELA 10	Peso médio dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA, em todos os estádios de maturação.	55
TABELA 11	Força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso nos diferentes estádios de maturação.	75
TABELA 12	Modelos lineares da força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Vista geral das plantas de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.....	19
FIGURA 2 Frutos de pinhão-manso em diferentes estádios de maturação passa, verde e maduro, cortados transversalmente, mostrando as três sementes.	24
FIGURA 3 Desenho esquemático da planta de pinhão-manso.....	29
FIGURA 4 Desenho esquemático ilustrativo da arquitetura da planta de pinhão-manso, mostrando o tronco principal (verde), o ramo secundário (amarelo), o ramo terciário (azul) e o ramo quaternário (laranja).	30
FIGURA 5 Número de ramos terciários, por ramo secundário do pinhão-manso.	34
FIGURA 6 Diâmetro inicial dos ramos secundários.	35
FIGURA 7 Comprimento médio dos ramos secundários.	36
FIGURA 8 Ângulo horizontal (α) dos ramos secundários.....	37
FIGURA 9 Ângulo (β) formado entre os ramos secundários e os ramos primários.....	38
FIGURA 10 Altura de inserção do ramo secundário no ramo primário.	39
FIGURA 11 Número de ramos quaternários por ramo terciários.....	40
FIGURA 12 Diâmetro inicial dos ramos terciários.	41
FIGURA 13 Comprimento dos ramos terciários.	42
FIGURA 14 Ângulo horizontal (α) formado entre o norte verdadeiro e o ramo terciário.....	43
FIGURA 15 Ângulo horizontal (β) formado entre o ramo terciário e o ramo secundário.....	44
FIGURA 16 Altura de inserção do ramo terciário no ramo secundário.	45
FIGURA 17 Diâmetros basal e terminal dos ramos quaternários.....	46

FIGURA 18 Comprimento dos ramos quaternários.	47
FIGURA 19 Ângulo horizontal α formado entre os ramos quaternários e o norte.	48
FIGURA 20 Ângulo β formado entre o ramo quaternário e o ramo terciário. ...	49
FIGURA 21 Altura “Z” de inserção do ramo quaternário no ramo terciário.....	50
FIGURA 22 Dinamometro portatil em operação no campo.	72

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 1 do banco de germoplasma da UFLA.....	79
GRÁFICO 2 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 2 do banco de germoplasma da UFLA.....	80
GRÁFICO 3 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 3 do banco de germoplasma da UFLA.....	80
GRÁFICO 4 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 4 do banco de germoplasma da UFLA.....	80
GRÁFICO 5 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 5 do banco de germoplasma da UFLA.....	81
GRÁFICO 6 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 6 do banco de germoplasma da UFLA.....	81
GRÁFICO 7 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 7 do banco de germoplasma da UFLA.....	81
GRÁFICO 8 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 8 do banco de germoplasma da UFLA.....	82

GRÁFICO 9 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 9 do banco de germoplasma da UFLA.....	82
GRÁFICO 10 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 10 do banco de germoplasma da UFLA.....	82
GRÁFICO 11 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 11 do banco de germoplasma da UFLA.....	83
GRÁFICO 12 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 12 do banco de germoplasma da UFLA.....	83
GRÁFICO 13 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 13 do banco de germoplasma da UFLA.....	83
GRÁFICO 14 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 14 do banco de germoplasma da UFLA.....	84
GRÁFICO 15 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 15 do banco de germoplasma da UFLA.....	84
GRÁFICO 16 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 16 do banco de germoplasma da UFLA.....	84
GRÁFICO 17 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 17 do banco de germoplasma da UFLA.....	85

GRÁFICO 18 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 18 do banco de germoplasma da UFLA.....	85
GRÁFICO 19 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 19 do banco de germoplasma da UFLA.....	85

RESUMO GERAL

AVELAR, Rogner Carvalho. **Características fitotécnicas do pinhão-mansão, visando à colheita mecanizada**. 2009. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

A crescente demanda por fontes de energias renováveis fez com que o Brasil se destaque no setor, com a produção de álcool e também de biodiesel. O biodiesel é um combustível feito a partir de óleos vegetais, óleos residuais e gorduras de origem animal misturados a um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, na presença de um catalisador. O pinhão-mansão é uma cultura que está se tornando muito importante para o programa brasileiro de produção e uso do biodiesel pela sua produtividade, qualidade de seu óleo, capacidade de se desenvolver bem em regiões de clima semiárido. Um dos entraves para esta cultura é a colheita, pois ainda não existem tecnologias adequadas de mecanização para esta operação. A fase produtiva do pinhão-mansão é muito extensa, podendo chegar de 4 a 5 meses, com maturação de frutos não uniforme. A colheita é feita convencionalmente, de forma manual. A mecanização agrícola já se mostrou muito eficiente para outras culturas, como café, algodão e soja, entre outros, fazendo diminuir custos e aumentar a capacidade de produção dos agricultores. A colheita mecanizada do pinhão-mansão é uma alternativa para que se consiga aumentar sua área cultivada e diminuir os custos de produção. Este trabalho foi realizado com o objetivo de estabelecer parâmetros da planta de pinhão-mansão necessários ao desenvolvimento de equipamentos de colheita mecânica por vibração.

¹ Comitê orientador: Fábio Moreira da Silva - UFLA (orientador),
Pedro Castro Neto - UFLA,
Jackson Antônio Barbosa - UFLA.

GENERAL ABSTRACT

AVELAR, Rogner Carvalho. **Phenological Characteristics of Physic Nut Aiming the Mechanized Harvest**. 2009. 109 p. Dissertation (Master's Degree in Agricultural Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG².

The increasing demand through renewable sources made Brazil to stand out in this sector with the production of alcohol and also the biodiesel one. Biodiesel is a fuel made from vegetable oils, residual oils and fats of animal origin mixed with short chain alcohol, methanol or ethanol, in the presence of a catalyst. The physic nut is a culture that has become important to the Brazilian production program and use of biodiesel by its productivity, quality of its oil, capacity of developing well in semiarid regions. One of the ties for this culture is the harvest due to the fact of not existing appropriate mechanization technologies yet for this operation. The productive period of physic nut is too long, reaching 4 to 5 months, with nonuniform fruit maturation. The harvest is conventionally made in a manual way. The agricultural mechanization already showed to be very efficient for other cultures, such as coffee, cotton, soybean among others, decreasing costs and increasing the production capacity of the farmers. The mechanized harvest of physic nut is an alternative to be able to increase its cultivated area and decrease its costs of production. This work had the objective to set the necessary parameters of the physic nut for the development of equipment for mechanized harvest by vibration.

² Guidance Committee: Fábio Moreira da Silva – DEG-UFLA (Adviser),
Pedro Castro Neto – DEG-UFLA (Co-Adviser),
Jackson Antônio Barbosa – DEG-UFLA (Co-Adviser).

CAPÍTULO 1: Introdução geral

Com a necessidade mundial de substituir as formas convencionais de energia por renováveis, o Brasil vem dando um importante passo para a produção dos bicomcombustíveis. Hoje, o país se destaca mundialmente com a produção de etanol e também a do biodiesel, um combustível que pode ser utilizado isoladamente ou em misturas com diesel de origem fóssil.

A base da produção de biodiesel é formada por óleo vegetal, gordura de origem animal, alcoóis de cadeia curta, como etanol, na presença de catalisadores que, por sua vez, podem ser básicos, ácidos ou enzimáticos.

A primeira patente do biodiesel no mundo foi registrada, em 1980, pelo professor Expedito José de Sá Parente, da Universidade Federal do Ceará, mas somente em dezembro de 2004 foi lançado, pelo governo federal, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Em janeiro de 2005, foi introduzido na matriz energética brasileira, pela Lei 11.097, publicada em 13 de janeiro de 2005, o processo de adesão desse biocombustível no óleo diesel mineral.

O biodiesel é um biocombustível renovável, derivado de produtos agrícolas, como as oleaginosas: mamona, girassol, soja, pinhão-mansão, etc. A mistura de biodiesel (B3), 3% no diesel mineral, se tornou obrigatória no Brasil a partir de julho de 2008, de acordo com a Resolução no 2 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

O Brasil é o terceiro maior produtor e consumidor de biodiesel do mundo. Sua produção, em 2008, foi de 1,2 bilhão de litros, com capacidade instalada, em janeiro de 2009, de 3,7 bilhões de litros. Em 2008, a utilização de biodiesel evitou a importação de 1,1 bilhão de litros de diesel mineral, resultando em uma economia de US\$ 976 milhões de dólares.

Uma importante matéria-prima para a produção do biodiesel é o óleo do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.), uma planta de origem tropical, produtora de óleo e adaptada a diversas regiões do Brasil. Por ser uma planta com grande potencial produtivo e ser considerada rústica, vem demonstrando grande potencial para ser uma das principais matrizes para este fim.

Um dos grandes impedimentos para que essa cultura venha a ocupar um lugar de destaque é a falta de equipamentos que ajudem a aumentar a eficiência produtiva. O grande gargalo para o cultivo em grandes áreas é a colheita. Hoje, a colheita do pinhão-mansão é feita manualmente, atividade que demanda grande quantidade de mão-de-obra, aumentando os custos de produção e diminuindo a capacidade de produção em grandes áreas.

A colheita mecanizada do pinhão-mansão vem seguindo o processo da colheita do café, que emprega o princípio da vibração para a colheita de seus frutos. Na cultura do café, com alta demanda de mão-de-obra na colheita, os produtores encontram nesta fase suas maiores dificuldades. Outro fator importante é a seletividade na colheita, já que esta determinará a qualidade do produto final dessas culturas.

Para 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.

Com o grande aumento na área de produção de pinhão-mansão, surge a necessidade de se desenvolver tecnologia apropriada para a colheita dos frutos de maneira eficiente, preservando as plantas. Nesse sentido, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as principais características fitotécnicas das plantas e a força de desprendimento dos frutos do pinhão-mansão do banco de germoplasma da UFLA, a fim de obter parâmetros para a colheita mecânica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO GERAL

2.1 Pinhão-manso

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) também é conhecido como pinhão-do-paraguai, purgueira, pinha-de-purga, grão-de-maluco, pinhão-de-cerca, turba, tartago, medicineira, tapete, siclité, pinhão-do-inferno, pinhão-bravo, figo-do-inferno, pião, pinhão-das-barbadas e sassi. É uma planta da família Euphorbiaceae e, segundo Cordero & Boshier (2003), citados por Saturnino et al. (2005), é nativa da América tropical. Arruda et al. (2004) afirmam que esta planta é originária do Brasil e é encontrada em quase todas as regiões intertropicais, ocorrendo em maior escala em regiões tropicais e temperadas, sendo cultivada desde os tempos pré-colombianos.

Tominaga et al. (2007) relataram que a origem do pinhão-manso está na América Central e na América do Sul, pois nessas regiões geográficas é encontrada grande diversidade genética dessa espécie. De acordo com Saturnino et al. (2005), o pinhão-manso é atualmente encontrado desde o México até a Argentina e nas Antilhas. Os autores relataram que, na Guatemala, ele é encontrado, principalmente, em cercas vivas e, por dedução, acredita-se não ser uma espécie nativa deste país e que vem sendo cultivada há muito tempo.

O pinhão-manso é considerado uma planta rústica com alta adaptabilidade a diferentes condições climáticas, podendo ser cultivado tanto em regiões tropicais secas quanto nas equatoriais úmidas. Dias et al. (2007) relatam que essa planta se desenvolve melhor em altitudes de 200 a 800m, sob temperatura média de 18o a 28oC e precipitação acima de 800mm anuais, bem distribuídas. Tominaga et al. (2007) afirmam que o pinhão-manso se desenvolve bem em temperaturas de 18° a 28,5°C e com precipitação acima de 600 mm anuais. Segundo Saturnino et al. (2005), a produtividade do pinhão-manso pode

ser sensivelmente afetada pela irregularidade na distribuição das chuvas e por ventos fortes e prolongados na época da floração.

O pinhão-mansão pode ser cultivado em diferentes tipos de solos, inclusive naqueles que apresentam limitações para outros cultivos comerciais. Dias et al. (2007) relatam que a planta deve ser cultivada, preferencialmente, em solos profundos, bem estruturados e não compactados, para que o sistema radicular possa se desenvolver e explorar maior volume de solo. Tominaga et al. (2007) e Dias et al. (2007) afirmam que solos alagados, solos pouco arejados e de difícil drenagem devem ser evitados, pois o pinhão-mansão é sensível à podridão das raízes, favorecida por excesso de água.

A produtividade pode variar de acordo com a região, o método de cultivo, o manejo dos tratos culturais, a intensidade de chuvas e a fertilidade do solo (Arruda et al., 2004). Os autores também relatam que o potencial de produtividade do pinhão-mansão, em sementes, ficou evidenciado pelas produções das melhores plantas, 6.373 a 6.468kg/há, no primeiro ciclo de colheitas. Saturnino et al. (2005) relatam que, no município de Janaúba, MG, no ano agrícola de 2004/2005, o período de colheita foi de junho a agosto do mesmo ano, com produtividade variando de 93 g.planta⁻¹ a 402 kg.planta⁻¹.

O pinhão-mansão pode apresentar ciclo variável de acordo com o local em que a cultura está instalada. Saturnino et al. (2005) relatam que, para as condições de Minas Gerais, a florada da cultura aparece após o período da seca e os frutos podem ser colhidos de fevereiro a abril. Aker (1997) comenta que o florescimento da cultura tende a ser episódico e a responder à variação das chuvas, assim como o crescimento e a reprodução são influenciados pelo estágio nutricional da planta. Araujo & Ribeiro (2008), em estudos realizados na Embrapa Meio Norte, em Teresina, PI, relatam que a produção dos frutos maduros concentrou-se em dois períodos bem distintos, fevereiro a abril e agosto a outubro, configurando safras das chuvas e safra de sequeiro.

Cada inflorescência do pinhão-mansão se transforma em um cacho com dez ou mais frutos e, quando esses frutos atingem a maturidade fisiológica, já podem ser colhidos. De acordo com Marcos Filho (2005), a maturação é um processo constituído por uma série de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas, que ocorrem a partir da fecundação do óvulo e prosseguem até o momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta. Segundo Tominaga et al. (2007), o amadurecimento das sementes ocorre de dois a quatro meses após a polinização, quando os frutos se tornam amarelos ou secos. Relatam também que os frutos de uma mesma planta não amadurecem ao mesmo tempo e a colheita deve ser feita parceladamente, colhendo-se somente os frutos que estiverem maduros, quando começarem a rachar.

2.2 Histórico do pinhão-mansão

Apesar de ser cultivado há muitos anos, não se conhecem variedades melhoradas ou cultivares de pinhão-mansão, pois a planta ainda se encontra em processo de domesticação e passou a ser pesquisada agronomicamente somente nas últimas décadas. Os primeiros estudos no Brasil foram iniciados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, a Epamig. No início da década de 1980, estas pesquisas tiveram uma interrupção, por falta de recursos, mesmo tendo gerado boa quantidade de informações científicas.

De acordo com Peixoto (1973), o óleo do pinhão-mansão era utilizado como lubrificante e combustível para motores de ciclo diesel, com quase ou igual potência quando utilizando o combustível de origem fóssil. Também era empregado como combustível para lâmparas de iluminação pública, na indústria de fiação de lã, em tintas para impressão, tintas para pintura, etc.

Com a crescente demanda por biocombustíveis, o pinhão-mansão demonstrou ser uma planta com grande potencial para ter o seu óleo inserido como matéria-prima para a produção do biodiesel, com capacidade de produzir

no semiárido, bom potencial produtivo e por ser atacado por poucas pragas e doenças. Estes fatores provocaram a retomada das pesquisas pela Epamig, algumas unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por universidades e empresas privadas. Outra grande vantagem é a toxidez da planta, devido às suas propriedades purgativas, portanto, não participando do cardápio da alimentação humana. Essa cultura é considerada ecológica, pois pode ser empregada para recuperar áreas degradadas, florestamentos e reflorestamentos.

A grande procura por matérias-primas provocou um aumento significativo no total de área cultivada, porém, sem nenhum controle e acompanhamento técnico. Esse fator foi decisivo para que o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) determinasse a proibição do plantio e da comercialização de sementes dessa planta, pois não havia uma cultivar registrada no Registro Nacional de Cultivares. O cultivo era permitido somente por empresas voltadas para a pesquisa, entretanto, sem permissão para a comercialização das sementes. Esta proibição de cultivo e comercialização terminou em janeiro de 2008, com a Instrução Normativa no 4, de 14 de janeiro de 2008, quando houve a regulamentação pelo MAPA que perdura até os dias de hoje (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2009).

Atualmente, o Brasil possui extensa área plantada de pinhão-manso, porém, sem o registro oficial de sua dimensão total. Saturnino et al. (2005) relatam que, em 2005, no estado de Minas Gerais, havia uma área total de 61,4ha, cultivada com esta cultura as quais eram exclusivas para a produção de mudas e sementes e para a pesquisa.

2.3 Colheita do pinhão-manso

A colheita é uma operação que merece atenção, por ser uma das mais complexas e importantes no processo de produção de uma cultura, pois é nesta

operação que o produtor colhe os frutos e obtém o retorno dos investimentos realizados para produzir determinado produto.

As operações de colheita do pinhão-mansão podem se assemelhar muito com as operações de colheita do café, que são, respectivamente, arruação, derriça, varrição, recolhimento, abanação e transporte.

A operação de arruação é necessária tanto à cultura do café quanto à cultura do pinhão-mansão. A arruação é a limpeza da área ao redor e sob o pé da planta, e consiste em remover a terra solta, plantas daninhas e detritos, amontoando-se este material nas entrelinhas. Esta operação deve ser feita antes que os frutos comecem a cair.

A operação derriça é a operação de retirada do fruto da planta. Para a cultura do café, a derriça pode ser feita no chão limpo ou sobre panos colocados sob as plantas. A derriça do pinhão-mansão é feita sobre panos colocados sob as plantas, conforme relatam Dias et al. (2007) e Tominaga et al. (2007).

A varrição consiste em amontoar e recolher os frutos que caírem no chão. Esta operação pode ser feita tanto para a cultura do café quanto para a do pinhão-mansão. O recolhimento consiste no ajuntamento dos frutos varridos. Abanação é o processo de limpeza dos frutos varridos separando as folhas, gravetos, torrões, pedras e outras impurezas.

Transporte é a operação da retirada dos frutos recolhidos da lavoura e sua condução para o terreiro, onde se iniciarão as operações de pós-colheita.

Atualmente, a colheita do pinhão-mansão é feita de forma manual, por dois métodos: catação manual ou por vibração do pé da planta à meia altura. Essa vibração promove a queda dos frutos para posterior catação, método mais prático e utilizado. Um dos objetivos da colheita por vibração é que ela proporcione uma seletividade de colheita entre frutos maduros e frutos verdes. Silva et al. (2001) relatam que, na colheita mecânica, os sistemas com maior

sucesso são os que utilizam derriça por vibração e/ou impacto como princípio de funcionamento.

Segundo Tominaga et al. (2007), ainda não há uma máquina colhedora específica para o pinhão-manso. Assim, a colheita é feita manualmente pela catação dos frutos no pé da planta ou fazendo vibrar a mesma. Dias et al. (2007) relatam que a colheita pode ser feita manualmente ou semimecanizada.

Segundo Matiello & Pinto (1998), a colheita é a operação mais onerosa no processo de produção de café, sendo responsável por 25% a 30% dos custos de produção em cada saca. Silva et al. (1998) afirmam que a utilização de máquinas na lavoura cafeeira busca aumentar a capacidade produtiva da mão-de-obra rural.

A operação de colheita pode ser classificada da seguinte forma: colheita manual, colheita semimecanizada e mecanizada. No sistema de colheita manual, as diversas operações da colheita, com exceção do transporte dos frutos, são realizadas a partir de serviços manuais, demandando grande mão-de-obra.

A colheita semimecanizada consiste na utilização intercalada de serviço manual e máquinas para a execução das operações de colheita. Segundo Silva et al. (2001), esse sistema pode variar muito, podendo ter apenas uma ou quase todas as operações de colheita realizadas mecanicamente. É um sistema que tende a crescer muito, podendo atender, principalmente, a pequenos, médios e grandes agricultores.

O sistema mecanizado é aquele em que todas as operações de colheita são realizadas por máquinas, sendo o mais difundido e empregado em grandes propriedades e mais tecnificadas, com exigência de topografia favorável. Apesar de ser totalmente mecanizado, esse sistema não dispensa mão-de-obra, pois, na maioria das vezes, as máquinas não conseguem colher todos os frutos da planta e estes frutos que restam devem ser colhidos manualmente.

A colheita do pinhão-manso é realizada manualmente por colhedores que percorrem uma “rua”, levando nos ombros um embornal ou sacola, em que os frutos colhidos são depositados. Por baixo da planta deve ser estendido um pano de colheita para facilitar o recolhimento dos frutos que caem no chão. A colheita manual é feita de forma seletiva, ou seja, são colhidos somente os frutos maduros ou passa, deixando na planta os verdes para um segundo repasse.

Segundo Dias et al. (2007), a colheita semimecanizada está em fase de estudos, com a utilização de máquinas colhedoras costais, as mesmas utilizadas para a cultura do café e que estão sendo adaptadas para a cultura do pinhão-manso. Tominaga et al. (2007) relatam que um investidor luso-hispânico, que visitou as plantações na região de Minas Gerais, pretende adaptar a colhedora de azeitonas para colher o pinhão.

A mecanização da colheita do pinhão-manso será um importante passo para a expansão desta cultura. Segundo Oliveira et al. (2007), a mecanização agrícola nas diversas operações de campo é uma das grandes ferramentas que impulsionaram o aumento da produção mundial de grãos, trazendo aos produtores diversos benefícios, como a redução nos custos e a rapidez na realização das operações de campo. Barbosa et al. (2005) relatam que o sistema de colheita mecanizada tem menor custo operacional e melhor qualidade dos frutos colhidos, comparativamente com a colheita manual.

O grande problema para o pinhão-manso é a fragilidade do seu tronco e ramos, pois estes são tenros e se machucam ao menor toque (Dias et al., 2007). As operações de pré-colheita já podem ser feitas utilizando-se máquinas agrícolas, mas é para a operação de colheita que necessitamos promover maior aprimoramento.

Para um perfeito estudo sobre a colheita é necessário que se conheçam algumas características da planta. Uma importante característica a ser estudada na planta do pinhão-manso é a força de desprendimento de seus frutos. Silva

(2008) afirma que a força de desprendimento é um parâmetro objetivo para se determinar a colheita seletiva do café. O autor também relata que a força de desprendimento no café é, em média, de 7,61 N para os frutos verdes, 6,08 N para os frutos maduros e 0,89 N para os frutos passa da cultivar Mundo Novo.

Rosa et al. (2009), analisando a força de desprendimento do pinhão-manso no Brasil e na Índia, encontraram uma exigência de força muito superior as exigidas pelo cafeeiro. Os autores encontraram, em média, 25 N para os frutos verdes, 15 N para os frutos maduros e 3 N para os frutos passa.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKER, C. L. Growth and reproduction of *Jathopha curcas*. In: GÜBITZ, G. M. **Biofuels and industrial products from *Jatropha curcas***. Graz Austria: University of Technology, 1997. Disponível em: <<http://www.jatropha.de/conferences/abstracts-Jatropha97.htm>>. Acesso em: 05 maio 2009.
- ARAÚJO, E. C. E.; RIBEIRO, A. M. B. Avaliação fonológica do (*Jatropha curcas* L.) no município de Teresina – PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras. **Resumos Expandidos...** Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_05/>. Acesso em: 12 maio 2009.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. de 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 derriçadores mecânicos portateis, 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. dos S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O. L.; DIAS, D. C. F. S.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S. dos; SOUZA, L. C. A. de; OLIVEIRA, T. S. de; PRETTI, L. A. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para a produção de óleo combustível**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 40 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MATIELLO, J. B.; PINTO, J. F. Comparativo de rendimento em diversos processos de colheita manual de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ, 1998. p. 13-14.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n. 4, de 14 de janeiro de 2008. Autoriza a inscrição no Registro Nacional de Cultivares-RNC da espécie *Jatropha curcas* L. (Pinhão Manso), sem a exigência de mantenedor, com as informações constantes do anexo I. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 4, 15 jan. 2008. Seção 1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=18392>>. Acesso em: 12 jun. 2009.

OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P. Influência da colheita mecanizada na produção cafeeira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1466-1470, set./out. 2007.

PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 282 p.

ROSA, U. A.; UPADHYAYA, S. K.; HONG, M. Y.; GOYAL, S.; SHAFII, M.; WILLIAMS, R.; JENKINS, B.; PARFITT, J.; DAVISON, A. A study on mechanical harvesting *Jatropha* for biodiesel production. In: ASABE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2009, Reno, Nevada. **Presentation...** Reno: [s.n.], 2009.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SILVA, F. C. **Efeito da força de desprendimento e da maturação dos frutos dos cafeeiros na colheita mecanizada**. 2008. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R. F.; ABREU, E. M. Desempenho operacional da colhedora automotriz de café na região do sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 1998. p. 232-234.

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

**CAPÍTULO 2: Avaliação biométrica da planta e dos frutos do pinhão-
manso**

RESUMO

Atualmente, no Brasil, as áreas cultivadas com pinhão-mansão vêm aumentando significativamente e fazendo surgir a necessidade da mecanização das operações de cultivo da cultura, principalmente a colheita. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, Departamento de Agricultura, Setor de Grandes Culturas no banco de germoplasmas “in vivo” de pinhão-mansão. As características fitotécnicas das plantas de pinhão-mansão foram avaliadas pelos seguintes parâmetros: diâmetro basal e terminal do tronco principal e ramos (mm), comprimento total do tronco principal e dos ramos (m), distância “Z” entre o ramo e o início do ramo em que está inserido (m), ângulo “ α ” formado entre o Norte e o ramo e ângulo “ β ” de inclinação dos galhos em relação ao tronco. A biometria dos frutos de pinhão-mansão foi determinada avaliando os seguintes parâmetros: comprimento do fruto (mm), largura do fruto (mm), peso do fruto (g), número de sementes por fruto e relação entre a largura/comprimento do fruto. Os frutos foram coletados no mês de janeiro de 2009, em 4 amostras, com 10 frutos em cada acesso do banco de germoplasma. A caracterização fitotécnica da planta de pinhão-mansão se mostrou eficiente para a determinação de um modelo da planta para estudos de sua estrutura. As plantas de pinhão-mansão do banco de germoplasma da UFLA possuem um tronco principal ou ramo primário, que apresenta fototropismo positivo e cresce em direção à luz, sem nenhuma mudança de direção. Os ramos secundários, terciários e quaternários surgem desde a base dos ramos que estão inseridos em várias direções, possuem uma inclinação perante o ramo anterior e também apresentam crescimento fototropismo positivo. O excesso de ramos no interior da planta pode dificultar a operação de colheita mecanizada. Os frutos são ovoides e o estágio de maturação influencia a sua forma; os frutos no estágio de maturação passa são os mais ovoides. Os frutos de pinhão-mansão perdem medidas (comprimento, largura e peso) à medida que amadurecem. Nenhum acesso apresentou uma média de três sementes por fruto. O acesso UFLA-19 obteve o maior valor, com 2,9 sementes por fruto.

ABSTRACT

Nowadays, in Brazil, the cultivated areas with physic nut have been increasing significantly and bringing the necessity of mechanizing cultivation operations of culture, mainly the harvest. The experiment took place at the Federal University of Lavras in Lavras - MG, Agriculture Department, Sector of Big Cultures in the germplasm bank "*in vivo*" of physic nut. The phonological characteristics of physic nut plants were evaluated by the following parameters: base diameter and terminal of the main stem and branches (mm), total length of the main stem and branches (m), "Z" distance between the branch and the beginning of the branch in which this one is inserted (m), " α " angle formed between the North and the branch, " β " angle of branches inclination in relation to the stem. The biometry of physic nut fruits was determined evaluating the following parameters: length of the fruit (mm), width of the fruit (mm), weight of the fruit (g), number of seeds per fruit and the relation between the width/length of the fruit. The fruits were collected in January, 2009, in 4 samples with 10 fruits in each access of the germplasm bank. The phonological characterization of physic nut plant showed efficient for the determination of a plant pattern for studies in its structure. The physic nut plants from UFLA germplasm bank have a main stem or primary branch, which present positive phototropism, grow in the direction of the light without any change of direction. The secondary, tertiary and quaternary branches appear from the base of the branches that are inserted in various directions, have an inclination front the anterior branch and also present positive phototropism growth. The excess of branches in the interior of the plant can make the operation of mechanized harvest difficult. The physic nut has ovulates fruits and the stage of maturation influences in form of fruit, being the fruits in the stage of raisin maturation the most ovulates. The physic nut misses measurements (length, width and weight) by the time they get older. No access presented an average of three seeds per fruit, UFLA-19 access achieved a higher value with 2, 9 seeds per fruit.

1 INTRODUÇÃO

O pinhão-manso tem grande potencial produtivo para se tornar uma das principais fontes de matéria-prima para a cadeia produtiva do biodiesel. O principal fator limitante dessa cultura é a falta de tecnologias que facilitem seu cultivo e que façam aumentar sua capacidade e eficiência produtiva. A mecanização agrícola é uma prática que pode ser implementada com essa finalidade. Esta prática consegue aumentar a eficiência de trabalho, diminuir custos e aumentar a área de produção da cultura.

Para se ter sucesso na operação de colheita mecanizada, sobretudo de cultura perene, é importante conhecer as características fitotécnicas da planta. Deve-se determinar nessa planta seu comportamento geométrico, físico e mecânico, visto que esses parâmetros são de suma importância para determinar quais os parâmetros básicos do projeto das máquinas para efetuar a colheita. A caracterização do comportamento geométrico da planta é importante para a determinação das dimensões desta máquina.

Este trabalho foi realizado com o objetivo geral de avaliar as características fitotécnicas das plantas de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA. Os objetivos específicos foram avaliar as características geométricas da planta e avaliar a biometria dos frutos.

2 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta pertencente à família Euphorbiaceae e mantém as características de diversas plantas desta família, que apresenta cerca de 300 gêneros e 7.000 espécies, distribuídas em todas as regiões tropicais do globo, principalmente nas Américas Central e Sul e África (Carvalho, 2001). Segundo Saturnino et al. (2005), o gênero *Jatropha* possui cerca de 175 espécies, distribuídas pela América tropical, Ásia e África.

As plantas da família Euphorbiaceae possuem hábito de árvores, arbustos, subarbustos ou ervas, latescentes ou não (Carvalho, 2001). O pinhão-manso é um arbusto ou arvoreta que atinge de 3 a 5 metros de altura (Dias et al., 2007). Segundo Rodrigues (2001), uma planta que apresenta hábito de arbusto tem caule resistente, é lenhosa ou semilenhosa, com altura variando entre 1 m a 5m e se ramifica desde a base. Rodrigues (2001) também relata que uma planta com hábito de arvoreta tem caule resistente, é lenhosa ou semilenhosa, com altura variando entre 1 m e a 5m de altura e não se ramifica desde a base. A planta pode atingir até 8 a 12 metros de altura (Peixoto, 1973) e os caules são tenros e exsudam um látex, suco celular, que é segregado em grandes quantidades ao menor contato ou ferimento na planta (Peixoto, 1973 e Dias et al., 2007). Este látex, depois de seco, é uma substância acastanhada, com aspecto de resina.



FIGURA 1 Vista geral das plantas de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.

Segundo Peixoto (1973), o sistema radicular do pinhão-manso é curto e pouco ramificado. Dias et al. (2007) relatam que ele pode ser pivotante ou não, dependendo do modo de propagação. Plantas oriundas de sementes desenvolvem sistema radicular pivotante, já plantas provenientes de estacas não desenvolvem sistema radicular pivotante. Segundo Abreu et al. (2006), o pinhão-manso é susceptível a solos compactados; o sistema radicular fica reduzido linearmente na camada compactada superior e inferior à medida que aumenta a densidade do solo em profundidade.

De acordo com Saturnino et al. (2005), o caule do pinhão-manso é liso, macio e apresenta uma camada cerosa que, depois de seca, se desprende em finas camadas de coloração castanha. Os ramos são esverdeados, cinzentos, castanhos e possuem xilema pouco resistente e uma medula desenvolvida (Peixoto, 1973). O floema, formado por parte da casca e pelos tecidos do câmbio

e medula, possui canais compridos que se prolongam até as raízes, por onde circula o látex.

O tronco da planta se ramifica desde a base, os ramos secundários da planta são espalhados, longos e apresentam cicatrizes deixadas pelas folhas e se ramificam em ramos terciários. Segundo Tominaga et al. (2007), o tronco da planta se ramifica desde a base e se bifurca normalmente, a cada inflorescência.

As folhas são decíduas, alternadas a subopostas, filotaxia em espiral com uma folha distante da outra em 105° , são largas, palmadas com três a cinco lóbulos (Saturnino et al., 2005). As folhas jovens têm coloração vermelha e, à medida que amadurecem, se tornam verde-claras, brilhantes e glabras, com nervuras salientes e esbranquiçadas na sua face inferior. O pecíolo das folhas é longo e esverdeado.

O pinhão-manso é uma planta caducifólia, ou seja, perde todas as suas folhas em uma determinada época do ano. Esta perda ocorre nas épocas mais secas e frias (Saturnino et al., 2005). Segundo Araújo et al. (2008), o pinhão-manso apresenta queda de folhas ao longo de todo o ano, com a intensidade de queda foliar, avaliada pelo índice de Fournier, mais acentuada nos meses de janeiro, abril, maio e novembro e a maior porcentagem de indivíduos com queda foliar nos meses de janeiro, abril, maio, junho e de setembro a dezembro.

Novas brotações surgem no início da época chuvosa e ocorrem nas pontas de ramos, o que determina o fim do período de repouso vegetativo. A emissão de folhas do pinhão-manso é contínua ao longo do ano. Araújo et al. (2008) observaram que, em todos os meses, houve emissão de folhas, exceto em fevereiro. A intensidade de foliação (intensidade de Fournier) apresentou pico nos meses de janeiro, abril, junho, julho e de setembro a dezembro.

As inflorescências surgem junto com as novas folhas, sendo estas em cimeiras definidas. O eixo, raque ou pedúnculo principal sempre termina em flor. Segundo Drummond et al. (1984), sob condições do estado de Minas

Gerais, a florada do pinhão-manso ocorre no período da seca. Araújo et al. (2008) relatam que a emissão de flores no pinhão-manso ocorre praticamente durante todo o ano, e a intensidade aumenta gradualmente durante o primeiro semestre, atingindo picos no segundo semestre, quando os percentuais chegam a valores entre 60% e 100%, de julho a novembro, no nordeste brasileiro. Esses resultados diferem dos obtidos por Santos et al. (2005), em estudo sobre biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha*, que relatam que a floração em *Jatropha gossypifolia* é do tipo cíclica, com a espécie florescendo ao longo do ano.

Aker (1997) observou que o florescimento do pinhão-manso tende a ser episódico e a responder à variação da chuva, assim como o florescimento e a reprodução são influenciados pelo estado nutricional da planta. Saturnino et al. (2005) relatam que o estágio nutricional da planta influencia o tamanho da inflorescência como o número das flores femininas varia conforme o vigor da planta.

Segundo Saturnino et al. (2005), as flores femininas variam de 5 a 20 na mesma inflorescência e se abrem em dias diferentes. Tominaga et al. (2007) relatam que flores femininas do pinhão-manso variam de 10 a 20 flores e mais de 50 flores masculinas. As flores femininas são amarelo-esverdeadas ou brancas, monoicas, unissexuais e produzidas na mesma inflorescência. As flores femininas apresentam o pedúnculo longo, não articulado, ovário com três carpelos, cada um com um lóculo que produz um óvulo com três estigmas bifurcados separados, isolados, em menor número que as masculinas, as quais se localizam nas ramificações. As flores masculinas com dez estames, cinco unidos somente na base e cinco unidos na coluna, são mais numerosas e situadas nas pontas das ramificações.

Assim como ocorre em outras Euphorbiaceae, como a mamona, a primeira inflorescência do pinhão-manso é cimeira, fazendo surgir dois novos

ramos a partir da inflorescência primária que passa a ser axilar. De acordo com Beltrão et al. (2001), a inflorescência da mamoneira é do tipo recemo e seu caule principal cresce sem se ramificar até o surgimento da primeira inflorescência. Os autores também afirmam que os ramos laterais na mamoneira se desenvolvem da axila da última folha, logo abaixo da inflorescência.

A gema apical de cada ramo novo do pinhão-mansão vai se transformar em inflorescência cimeira secundária, assim como na mamona, a partir da qual desenvolverão mais dois ramos novos, estes denominados ramos terciários e a partir dos ramos terciários surgem os quaternários. Esse modo de crescimento segue sucessivamente obtendo um número de ramificações, tendendo a uma progressão geométrica.

Segundo Saturnino et al. (2005), plantas com maior número de ramificações tendem a ser mais produtivas, sugerindo que, em programas de melhoramento, sejam selecionadas plantas com maior número de ramificações no baixeiro. Tominaga et al. (2007) afirmam que um maior número de hastes primárias significa maior produção de frutos e que, para a reprodução da planta, é importante selecionar matrizes que apresentem maior número de ramificações no baixeiro da planta.

As flores femininas variam de 5 a 20 na mesma inflorescência e vão se abrir em dias diferentes. As flores das primeiras bifurcações se abrem antes, depois vão se abrindo as situadas acima da primeira. As flores femininas da inflorescência se abrem antes das masculinas, fazendo com que a polinização seja cruzada. Segundo Tominaga et al. (2007), a duração da abertura da primeira flor feminina até a última é de, aproximadamente, 20 dias.

Os estigmas tornam-se receptíveis logo após a abertura da flor e permanecem receptivos por três dias. As flores fecundadas caem no quarto dia, enquanto as polinizadas permanecem, as sépalas e as pétalas aumentam

gradualmente para proteger o fruto, até que o mesmo alcance seu máximo desenvolvimento.

O pinhão-manso pode ter muitas floradas por ano, dependendo da duração do período úmido da região. Segundo Tominaga et al. (2007), em regiões úmidas o ano todo, ou sob irrigação, a planta pode florescer o ano todo. Segundo Araujo et al. (2008), em experimentos realizados na Embrapa Meio Norte, a emissão de flores no pinhão-manso ocorreu praticamente durante todo o ano, tendo a intensidade aumentado gradualmente durante o primeiro semestre, atingindo picos no segundo semestre, quando os percentuais atingiram entre 60% e 100%, de julho a novembro. Nunes (2007), em estudo sobre biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha*, relata que a floração em *Jatropha gossypifolia* é do tipo cíclica, florescendo ao longo do ano. A maior intensidade de emissão de flores foi observada nos meses de julho, outubro e novembro.

O pinhão-manso é uma planta da família Euphorbiaceae e tem a característica marcante da espécie que é o fruto tricoca; as sementes são ricas em endosperma, oleaginosa e providas de carúncula (Carvalho, 2001). O fruto do pinhão-manso é do tipo cápsula, com uma semente por loco; a semente é constituída por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, deiscente. Segundo Tominaga et al. (2007), o fruto é do tipo cápsula, carnudo e amarelado, com formato arredondado, diâmetro de 3 cm, aproximadamente, contendo, normalmente, 3 sementes pretas. Os autores afirmam também que podem existir frutos com uma, duas ou até quatro sementes. De acordo com Saturnino et al. (2005), o fruto do pinhão-manso é constituído de um pericarpo ou casca resistente e lenhosa.



FIGURA 2 Frutos de pinhão-mansô em diferentes estádios de maturação passa, verde e maduro, cortados transversalmente, mostrando as três sementes.

O fruto, ao começar seu desenvolvimento, é verde, chega à maturação amarelo e, por fim, toma a cor preta. Tominaga et al. (2007) relatam que os frutos alcançam o máximo desenvolvimento num período de, aproximadamente, dois meses. Segundo Saturnino et al. (2005), o fruto atinge o máximo desenvolvimento em dois meses, com crescimento concentrado entre a terceira e a quinta semana.

Em trabalhos realizados no centro Tecnológico do Norte de Minas (CTNM) da Epamig, Saturnino et al. (2005) verificaram que o peso de um litro de semente é de 366,80 g, com 618,9 sementes/litro e o peso médio da semente de 0,59 g. As sementes de pinhão-mansô contém de 25% a 40% de óleo, que é de fácil extração mecânica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, Departamento de Agricultura, Setor de Grandes Culturas, no banco de germoplasmas in vivo de pinhão-manso, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste e altitude de 920 m, em solo originalmente sob vegetação de cerrado, classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 1999). A região apresenta clima Cwa, de acordo com a classificação de Köppen.

O banco de germoplasma in vivo foi instalado com mudas semeadas no dia 15/10/2005, utilizando sementes provenientes do banco de germoplasmas da UFLA, oriundas de diferentes regiões do Brasil e do exterior. As mudas foram produzidas em tubetes de 120 ml, utilizando-se substrato comercial da marca Plantimax. O transplante das mudas foi feito no dia 22/12/2005, no espaçamento de 2 x 2.

3.1 Determinação das características fitotécnicas das plantas

As características fitotécnicas das plantas de pinhão-manso foram avaliadas conforme trabalho de Filgueiras (2001) para a cultura do café. São elas: diâmetro basal do tronco e ramos, diâmetro terminal do tronco principal e ramos (mm), comprimento total do tronco principal e dos ramos (m), distância “Z” entre o ramo e o início do ramo em que este está inserido (m), ângulo “ α ”, formado entre o norte magnético e o ramo, ângulo “ β ” de inclinação dos galhos em relação ao tronco. Os ramos secundários, terciários e quaternários foram ordenados de acordo com a sua inserção na planta, sendo denominados 1-secundário o primeiro ramo, contado de baixo para cima na planta. A mesma metodologia foi utilizada para os outros ramos.

A medição dos diâmetros basais e terminais foi feita utilizando-se paquímetro digital. O diâmetro basal foi determinado na inserção do ramo e o diâmetro terminal foi determinado na altura da última folha do ramo. O comprimento dos ramos foi obtido utilizando-se uma trena e estas medidas foram determinadas medindo-se do início até o final de cada ramo. O ângulo “ α ” foi obtido utilizando-se uma bússola analógica. Esse ângulo foi determinado entre o norte magnético até a projeção de cada ramo. Posteriormente, este ângulo foi corrigido para o norte verdadeiro, utilizando o método de determinação da declinação magnética da Terra por visada no sol. O ângulo “ β ” foi obtido utilizando-se um compasso para moldar o ângulo entre o ramo principal e o que se ramifica deste, e a verificação do ângulo foi possível utilizando-se um transferidor.

As medições foram realizadas no período de 15/04/2009 a 30/04/2009, no banco de germoplasma, que possui 19 acessos com 10 plantas em cada acesso. Para a avaliação das características fitotécnicas da planta, foram sorteados 7 acessos e, dentro de cada acesso, foram sorteadas quatro plantas. Foram determinados a progressão geométrica das ramificações de cada ramo, os diâmetros médios basal e terminal dos troncos e dos ramos, os comprimentos médios dos troncos e dos ramos, os ângulos “ α ” médios de cara ramo, os ângulo “ β ” médios de cada ramo e a distância “ Z ”.

3.2 Determinação da biometria dos frutos

A biometria dos frutos de pinhão-manso foi determinada avaliando-se os seguintes parâmetros: comprimento do fruto (mm), largura do fruto (mm), peso do fruto (g), número de sementes por fruto e relação entre largura/comprimento do fruto.

O comprimento e a largura do fruto foram determinados utilizando-se paquímetro digital; o peso do fruto foi determinado em balança de precisão. Os

frutos foram coletados no mês de janeiro de 2009, no total de 4 amostras, com 10 frutos cada, por acesso do banco de germoplasma.

Os dados da caracterização fitotécnica das plantas foram analisados com a utilização de uma em planilha eletrônica comercial e submetidos à análise estatística descritiva. Após a análise dos dados, foi obtido um desenho esquemático da planta, desenhado em programa gráfico tipo CAD. Os dados da biometria dos frutos foram analisados em planilha eletrônica e submetidos à análise de variância no programa Sisvar (Ferreira, 2000); quando significativo, pelo teste F, aplicou-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização fitotécnica das plantas de pinhão-manso

As plantas de pinhão-manso apresentaram um tronco ou ramo primário com crescimento fototrópico positivo, acompanhando a linha imaginária zênite/nadir. Do ramo primário surgem ramos secundários, os quais dão origem aos ramos terciários e estes dão origem aos ramos quaternários, formando a arquitetura típica das plantas da família Euphorbiaceae. O ramo primário das plantas de pinhão-manso possui crescimento vertical, portanto, não tem o ângulo horizontal (α) e o ângulo vertical (β); a altura “z” também foi desconsiderada, já que o ramo primário é o principal ramo da planta e é o que sustenta toda a planta.

Um desenho esquemático da planta de pinhão-manso, produzido a partir dos dados obtidos na avaliação das plantas, é apresentado na Figura 3.

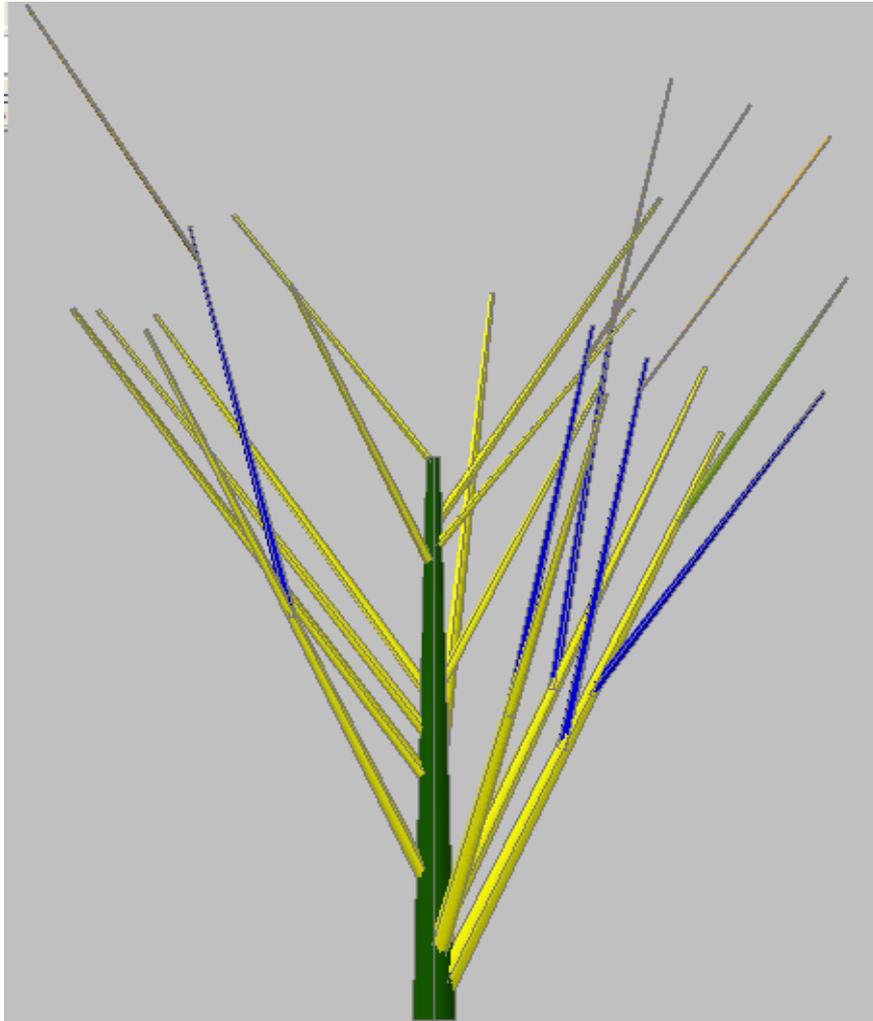


FIGURA 3 Desenho esquemático da planta de pinhão-mansô.

Observa-se que a planta é muito ramificada desde a base, conforme citam Saturnino et al. (2005), Dias et al. (2007) e Tominaga et al. (2007).

Um esquema da arquitetura das plantas de pinhão-mansô é mostrado na Figura 4.

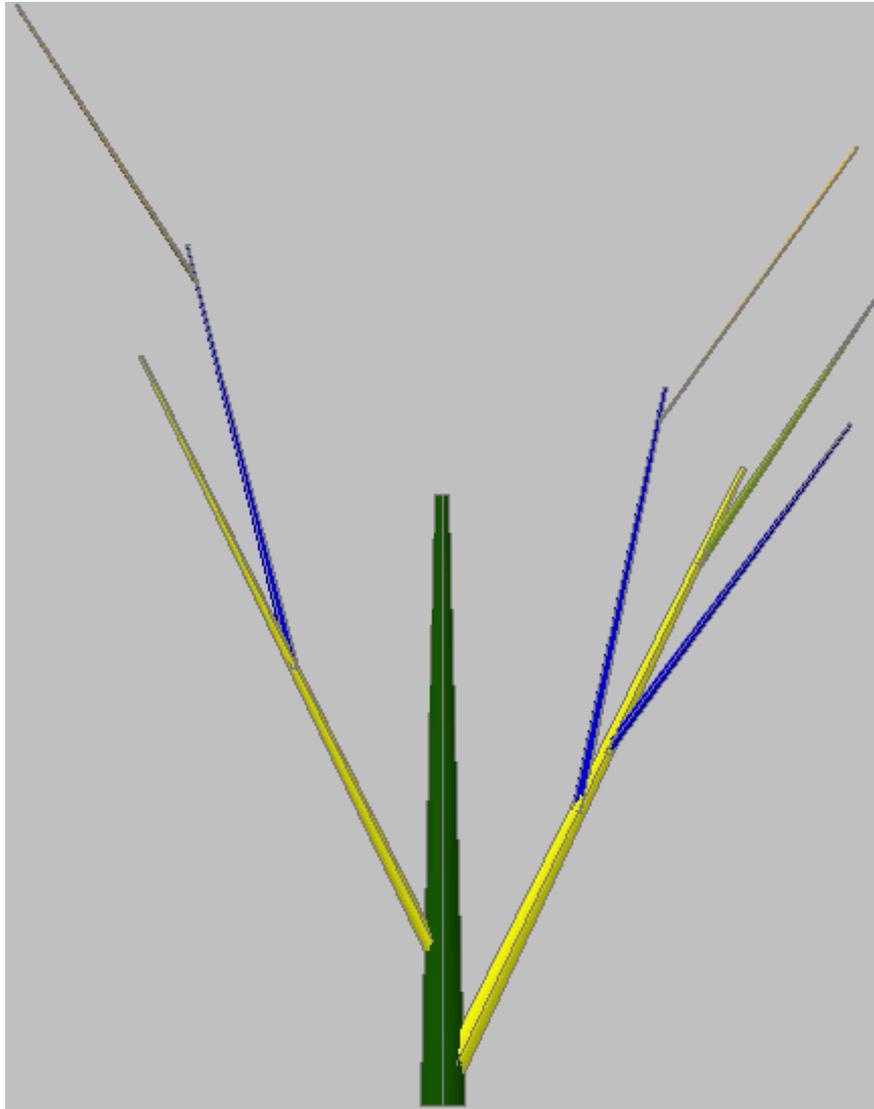


FIGURA 4 Desenho esquemático ilustrativo da arquitetura da planta de pinhãomanso, mostrando o tronco principal (verde), o ramo secundário (amarelo), o ramo terciário (azul) e o ramo quaternário (laranja).

O ramo principal (verde) é ereto, sem curvaturas; os ramos secundários (amarelos) surgem a partir do ramo primário, os terciários (azuis) surgem a partir dos secundários e os quaternários (laranja), a partir dos ramos terciários.

Pelos dados da Tabela 1, observa-se número médio de ramos secundários das plantas de pinhão-manso.

TABELA 1 Número médio de ramos secundários da planta de pinhão-manso.

Ramo – Primário	
Medidas	Número de ramos secundários
Média	9,8
Valor máximo	14,0
Valor mínimo	5,0
Desvio padrão	2,6
Intervalo de confiança	0,9
Coeficiente de variação	26,7

A análise mostra que as plantas possuem, em média, 9,8 ramos secundários, distribuídos ao longo do ramo primário. Estes ramos variam de 5 a 14 ramos por planta.

Na Tabela 2 observam-se os dados sobre o diâmetro basal médio dos ramos primários da planta de pinhão-manso.

TABELA 2 Diâmetro basal médio dos ramos primários da planta de pinhão-manso.

Ramo – Primário	
Medidas	Diâmetro basal do ramo (mm)
Média	125,7
Valor máximo	121,8
Valor mínimo	85,7
Desvio padrão	18,6
Intervalo de confiança	7,0
Coeficiente de variação	14,8

Observa-se que o diâmetro inicial dos ramos primários tem, em média, 125,7 mm e varia de 85,7 mm a 121,8 mm.

Na Tabela 3 constam os dados sobre o diâmetro terminal médio dos ramos primários do pinhão-mansão.

TABELA 3 Diâmetro terminal médio dos ramos primários da planta de pinhão-mansão.

Ramo – Primário	
Medidas	Diâmetro terminal do ramo (mm)
Média	41,4
Valor máximo	81,7
Valor mínimo	8,4
Desvio padrão	23,4
Intervalo de confiança	8,7
Coeficiente de variação	56,6

Observa-se que o diâmetro final dos ramos primários tem, em média, 41,4 mm e varia de 8,4 mm a 81,7 mm.

Na Tabela 4 observam-se os dados relativos ao comprimento médio dos ramos primários da planta de pinhão-mansão.

TABELA 4 Comprimento médio dos ramos primários da planta de pinhão-mansão.

Ramo – Primário	
Medidas	Comprimento do ramo (m)
Média	1,79
Valor máximo	3,35
Valor mínimo	0,83
Desvio padrão	0,74
Intervalo de confiança	0,27
Coeficiente de variação	41,46

Observa-se que os ramos primários têm, em média 1,79 m, variando de 0,83 m a 3,35 m.

As plantas de pinhão-mansão apresentam uma variação de 5 a 14 ramos secundários e estes surgem em diferentes ordens. Esses ramos foram denominados e analisados de acordo com a ordem em que surgem na planta. Os ramos secundários foram denominados da seguinte forma: 1º ramo secundário,

2º ramo secundário, 3º ramo secundário, 4º ramo secundário, 5º ramo secundário, 6º ramo secundário, 7º ramo secundário, 8º ramo secundário, 9º ramo secundário, 10º ramo secundário, 11º ramo secundário, 12º ramo secundário, 13º ramo secundário e 14º ramo secundário. O maior número de ramificações favorece a produtividade da planta, já que sua inflorescência surge no ápice de cada ramo. Saturnino et al. (2005) relatam que as matrizes escolhidas para programas de melhoramento são aquelas que apresentam alto número de ramificações.

Para a mecanização da colheita, um grande número de ramificações, principalmente aquelas que surgem até 0,5m acima do solo, pode dificultar o trabalho das aletas recolhedoras de uma colhedora automotriz. Outro fato a ser levado em consideração, quanto à utilização de derriçadores portáteis, é o tipo de ferramenta, pois esta alta densidade de galhos pode atrapalhar o manuseio e o encaixe desta ferramenta na planta, podendo reduzir a eficiência da colheita.

Cada ramo secundário surge na planta em um determinado ponto; este ponto possui uma série de informações que caracterizam o ramo. Essas informações são as seguintes: número de ramos terciários originários do ramo secundário, diâmetro basal e terminal do ramo secundário, comprimento do ramo secundário, ângulo horizontal “ α ” formado entre o norte e o ramo secundário, ângulo vertical “ β ” formado entre o ramo secundário e o ramo primário e a altura “z”, que é a distância entre o ramo secundário em questão até o início do ramo primário.

O gráfico da Figura 5 apresenta o número de ramos terciários por ramo secundário.

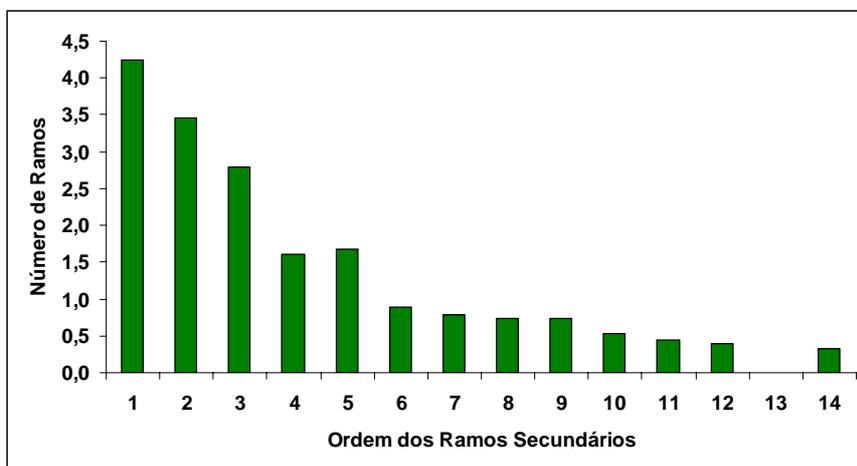


FIGURA 5 Número de ramos terciários, por ramo secundário do pinhão-mansão.

Observa-se que o número de ramos terciários por ramo secundário diminui à medida que o ramo secundário se torna mais alto na planta. Também, o número de ramos terciários por ramo secundário varia de 4,3 no 1º ramo secundário a 0,3 ramos terciários no 14º ramo secundário. O 13º ramo secundário não apresentou ramo terciário.

No gráfico da Figura 6 observa-se o diâmetro basal e terminal dos ramos secundários.

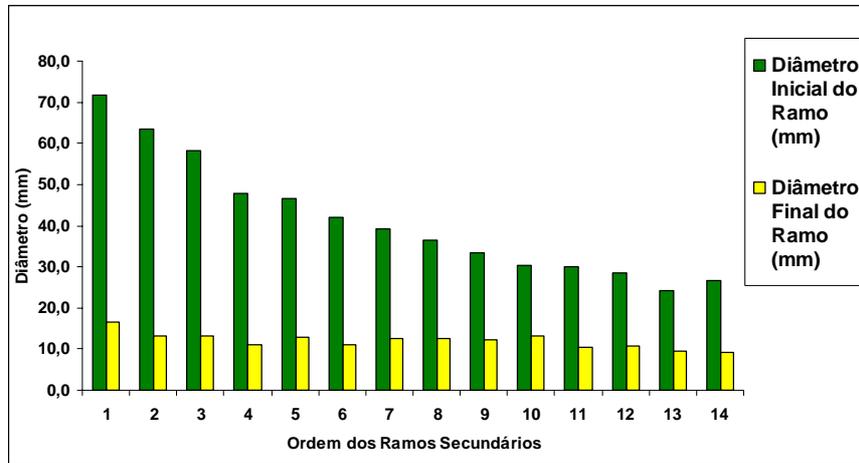


FIGURA 6 Diâmetro inicial dos ramos secundários.

Observa-se que os ramos do baixeiro da planta têm um diâmetro basal maior que os ramos do ponteiro da planta e os diâmetros terminais dos ramos secundários não têm uma variação expressiva entre os ramos do baixeiro e do ponteiro da planta. O 1º ramo secundário possui um diâmetro basal médio de 71,6 mm e um diâmetro terminal médio de 16,7 mm e o 14º ramo secundário possui um diâmetro basal médio de 26,6 mm e um diâmetro terminal médio de 9,3 mm.

No gráfico da Figura 7 observa-se o comprimento médio dos ramos secundários.

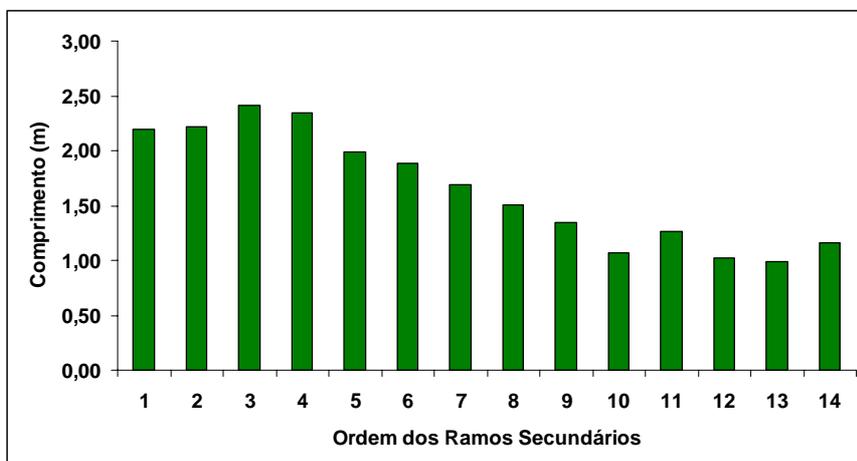


FIGURA 7 Comprimento médio dos ramos secundários.

Observa-se que o comprimento médio do 1º ramo secundário é de 2,19 m e o comprimento do 14º ramo secundário é de 1,16 m. Os ramos do baixeiro novamente possuem os maiores valores de comprimento e os ramos secundários do ponteiro da planta são menores.

No gráfico da Figura 8 observam-se os ângulos “ α ” formados entre o ramo e o norte.

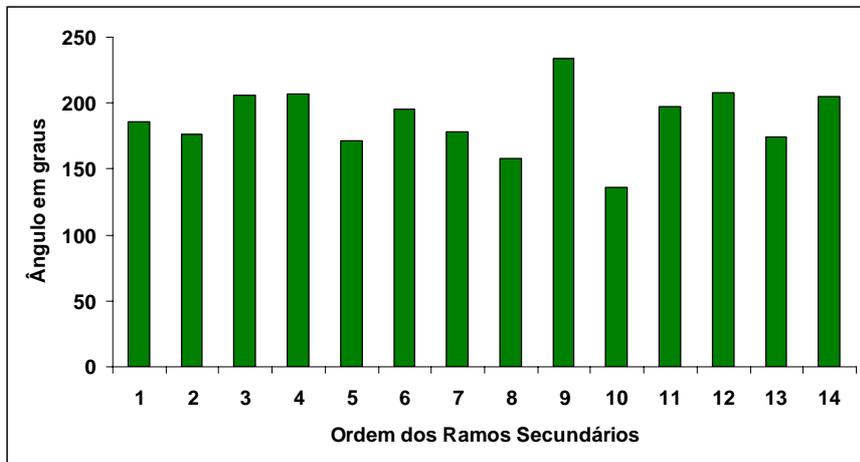


FIGURA 8 Ângulo horizontal (α) dos ramos secundários.

Observa-se que não existe um padrão entre o ângulo “ α ” e a ordem dos ramos na planta, podendo-se constatar que o ângulo médio entre os ramos secundários é de $13,9^\circ$ e que a cada 360° poderiam surgir, em média, 25 ramos terciários em cada ramo secundário.

No gráfico da Figura 9 observa-se o ângulo “ β ” formado entre o ramo secundário e o ramo primário.

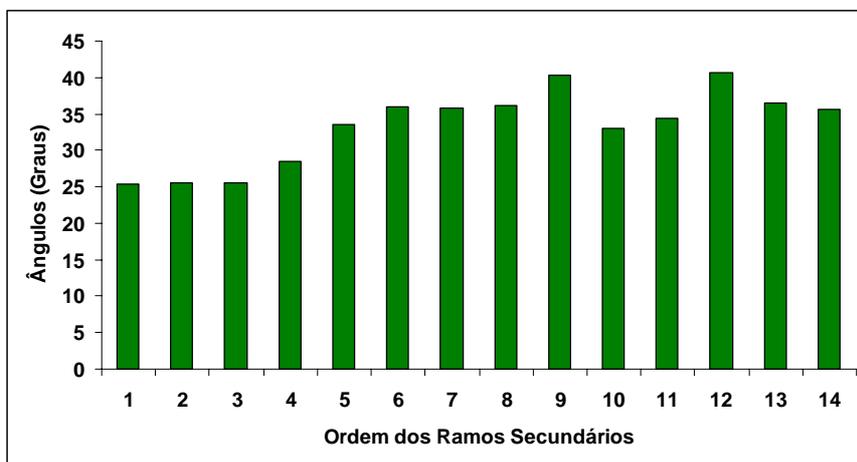


FIGURA 9 Ângulo (β) formado entre os ramos secundários e os ramos primários.

Nota-se que os ângulos do baixeiro da planta são mais fechados e os ângulos dos ramos do ponteiro são mais abertos. Observa-se que estes ângulos variam de 25,3°, no 1° ramo secundário, a 40,6°, no 12° ramo secundário. O 1° ramo secundário possui o ângulo mais fechado e o 14° ramo secundário, um ângulo de 35,7°.

No gráfico da Figura 10, observa-se a altura média em que cada um dos ramos secundários surge na planta.

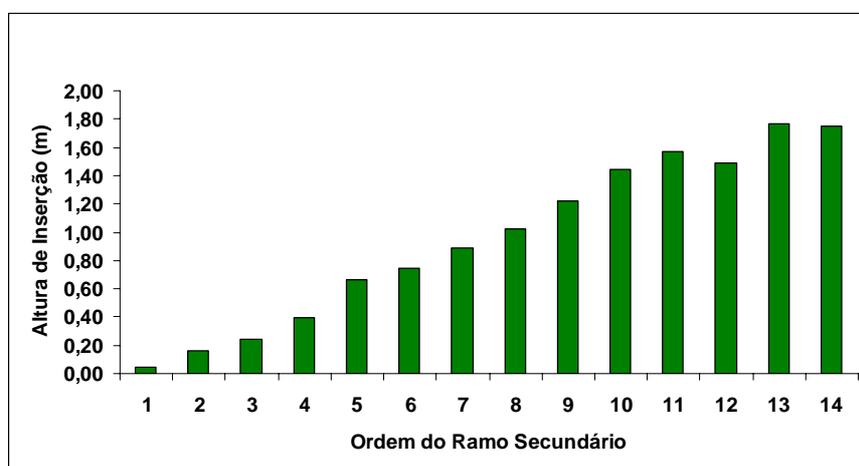


FIGURA 10 Altura de inserção do ramo secundário no ramo primário.

Observa-se que quanto maior a ordem do ramo maior é a altura “z”. No gráfico, pode-se observar que a planta tem 50% de seus ramos secundários abaixo de 1 m, ou seja, uma grande ramificação no baixeiro da planta. Este dado é muito importante, já que, em programas de melhoramento, se desejam plantas com o maior número de ramificações possível no baixeiro da planta (Saturnino et al., 2005).

Analisando-se os gráficos de número de ramos terciários, diâmetro basal e terminal e comprimento dos ramos, constata-se que os maiores valores são dos ramos iniciais ou do baixeiro da planta, isto porque estes ramos são mais velhos e, por isso, mais desenvolvidos. Avelar et al. (2008), em trabalho realizado com o mesmo banco de germoplasma, constataram que o pinhão-manso obteve uma taxa de crescimento superior no 2º ano de cultivo e os ramos do baixeiro surgiram na planta no primeiro e, principalmente, no segundo ano.

Cada ramo terciário surge no ramo secundário em um determinado ponto; este ponto possui uma série de informações que caracterizam cada ramo

terciário. Estas informações são as seguintes: número de ramos terciários originários do ramo secundário, diâmetro basal e terminal do ramo terciário, comprimento do ramo terciário, ângulo horizontal “ α ” formado entre o ramo e o norte, ângulo “ β ”, formado entre o ramo terciário e o ramo secundário e a altura “ Z ”, que é a distância entre o ramo terciário em questão até o início do ramo secundário.

No gráfico da Figura 11 observa-se o número de ramos quaternários por ramo terciário.

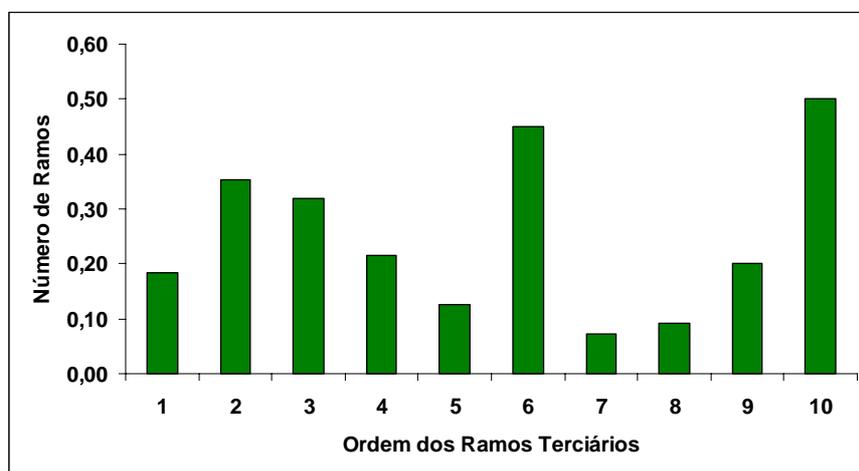


FIGURA 11 Número de ramos quaternários por ramo terciários.

Observa-se que não há uma distribuição uniforme pela ordem do ramo terciário. O número médio de ramos quaternários variou de 0,07, no 7º ramo terciário a 0,5, no 10º ramo terciário. Esta irregularidade na distribuição pode estar ligada a áreas claras no interior da planta ou a sombreamento por plantas vizinhas ou, até mesmo, por partes da mesma planta. O 10º ramo terciário obteve a maior ramificação, possivelmente por estar em um local mais alto, sem

nenhum tipo de impedimento de luz para que os ramos quaternários surgissem em maior número.

No gráfico da Figura 12 observam-se os diâmetros basal e terminal dos ramos terciários.

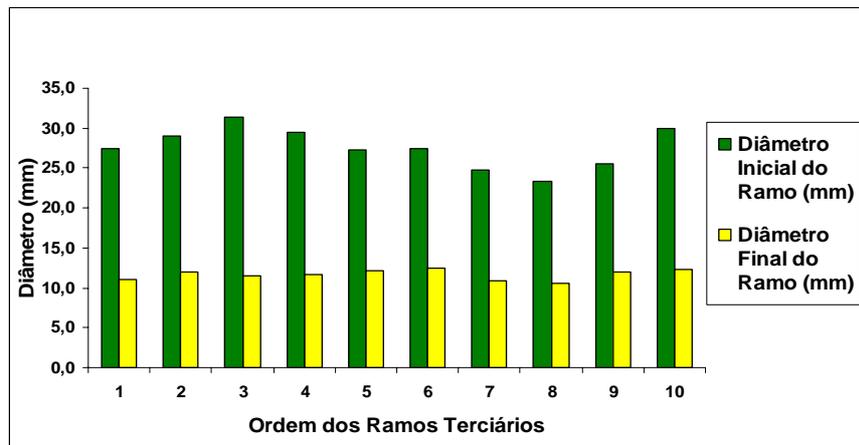


FIGURA 12 Diâmetro inicial dos ramos terciários.

Observa-se que os diâmetros basal e terminal dos ramos terciários demonstram uniformidade, independente da ordem do ramo. O diâmetro basal dos ramos terciários varia de 23,26 mm, no 8º ramo terciário a 31,44 mm, no 3º ramo terciário e o diâmetro terminal, de 10,60 mm, no 1º ramo terciário a 12,47 mm, no 6º ramo secundário. Esta uniformidade aparente no diâmetro basal e terminal dos ramos terciários pode ser explicada pela idade dos ramos, pois eles, provavelmente, têm a mesma idade.

O comprimento total dos ramos terciários pode ser observado no gráfico da Figura 13.

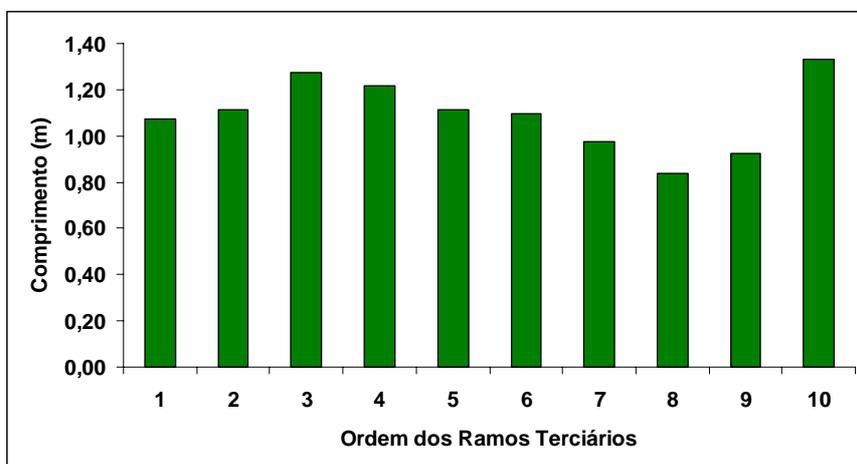


FIGURA 13 Comprimento dos ramos terciários.

Observa-se que os ramos terciários apresentam determinada regularidade, independentemente da ordem de surgimento do ramo. Os comprimentos dos ramos variam de 0,84 m, no 8º ramo terciário a 1,33 m, no 10º ramo terciário. Esta regularidade também pode ser explicada pela idade dos ramos que pode ser a mesma.

No gráfico da Figura 14 observa-se a média dos ângulos “ α ” dos ramos terciários com o norte.

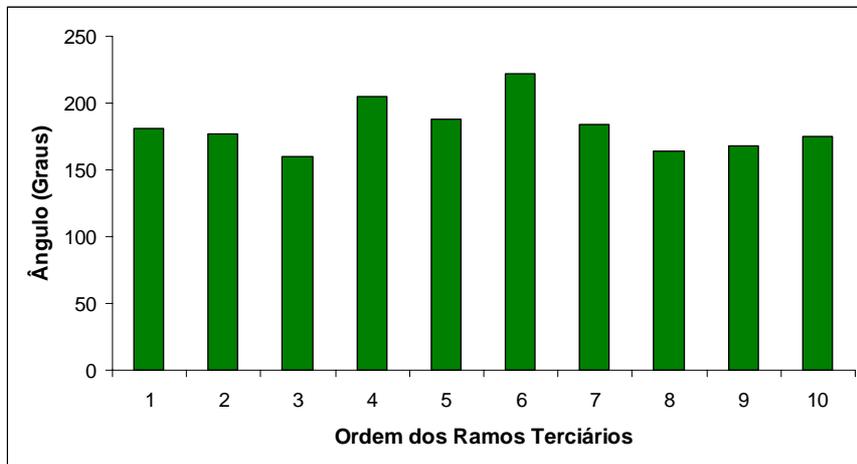


FIGURA 14 Ângulo horizontal (α) formado entre o norte verdadeiro e o ramo terciário.

Observa-se que não ocorreu uma diferença aparente na distribuição destes ângulos. O ângulo “ α ” médio variou de 160°, no 3° ramo terciário a 222°, no 6° ramo terciário e o ângulo médio entre os ramos terciários é de 6,53°. Estes ângulos também podem ter sido influenciados pela disponibilidade de luz nas plantas.

O gráfico da Figura 15 apresenta o ângulo médio β formado pelo ramo terciário e o secundário.

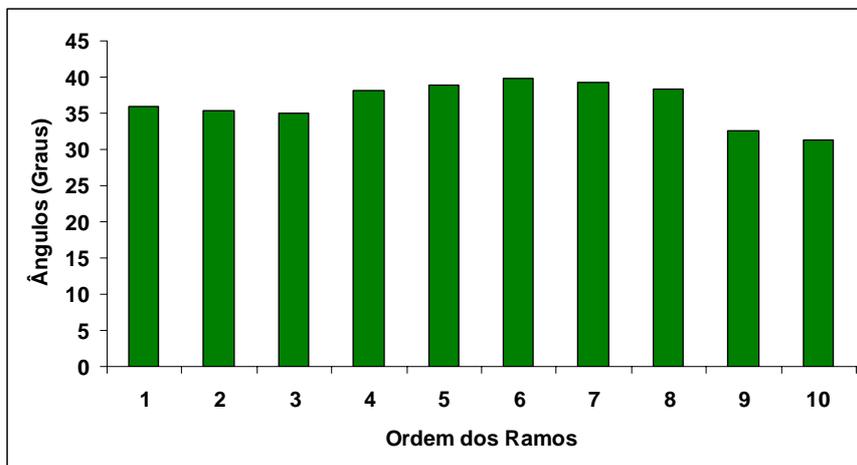


FIGURA 15 Ângulo horizontal (β) formado entre o ramo terciário e o ramo secundário.

Observa-se que ocorreu uma distribuição regular dos ângulos, independente da ordem dos ramos e estes ângulos que variaram de $31,25^\circ$, no 10º ramo terciário a $39,90^\circ$, no 6º ramo terciário.

No gráfico da Figura 16 observa-se a altura de inserção “Z” do ramo terciário no ramo secundário.

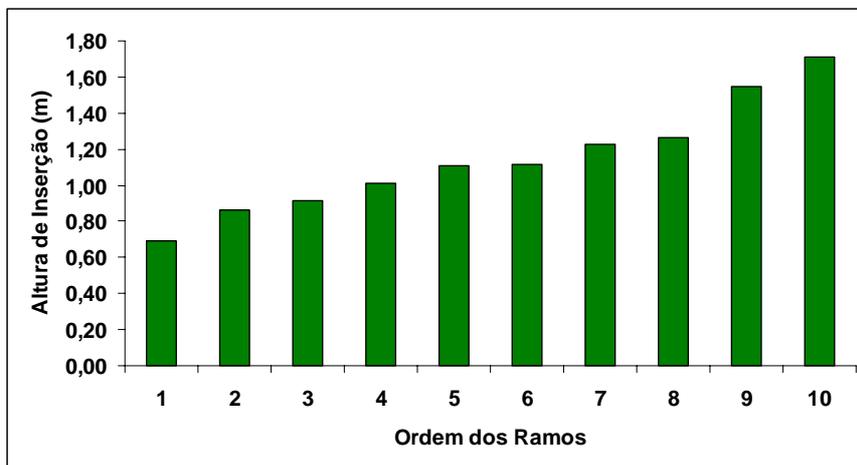


FIGURA 16 Altura de inserção do ramo terciário no ramo secundário.

Observa-se que esta altura “Z” está em conformidade com a ordem dos ramos terciários e essa altura varia, em ordem crescente, de 0,70 m, no 1º ramo terciário a 1,71, no 10º ramo terciário.

Cada ramo quaternário surge no ramo terciário em um determinado ponto. Este ponto possui uma série de informações que caracterizam cada ramo quaternário. Essas informações são as seguintes: número de ramos quaternários originários do ramo quaternário, diâmetro basal e terminal do ramo quaternário, comprimento do ramo quaternário, ângulo horizontal “ α ” formado entre o ramo quaternário e o norte, ângulo “ β ”, formado entre o ramo quaternário e o ramo terciário e a altura “z” que é a distância entre o ramo quaternário em questão até o início do ramo terciário.

No ensaio não foi observado o surgimento de ramos quaternários a partir dos ramos quaternários. Esse fato pode ser explicado pela idade das plantas já que aquelas do banco de germoplasma da UFLA têm 4 anos de idade.

No gráfico da Figura 17 observa-se a média dos diâmetros basal e terminal dos ramos quaternários.

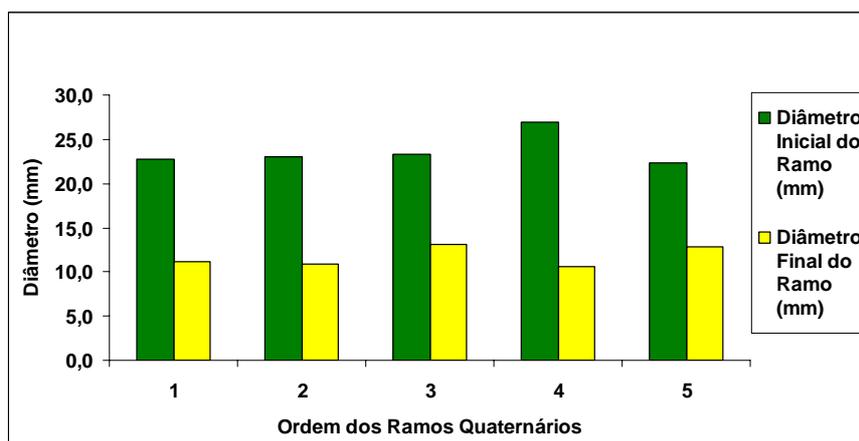


FIGURA 17 Diâmetros basal e terminal dos ramos quaternários.

Observa-se que ocorreu uma uniformidade, tanto no diâmetro basal quanto no terminal. A variação apresentada foi de 22,34 mm a 26,93 mm; o 1º ramo quaternário obteve um diâmetro de 22,68 mm e o 5º quaternário, um diâmetro de 22,34 mm.

O comprimento médio dos ramos quaternários pode ser observado no gráfico da Figura 18.

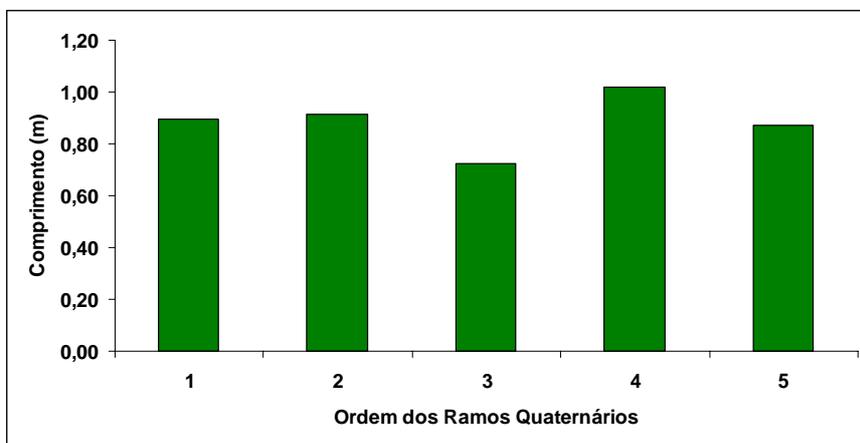


FIGURA 18 Comprimento dos ramos quaternários.

Observa-se que não ocorreu grande diferença no comprimento dos ramos; a variação do comprimento é de 0,72 m a 1,02 m. O 1º ramo quaternário obteve um comprimento de 0,90 m e o 5º quaternário, comprimento de 0,87 m. Essa uniformidade pode ser pela provável idade dos ramos, já que as plantas estão no 4º ano de cultivo.

No gráfico da Figura 19 observa-se o ângulo horizontal α entre o ramo quaternário e o norte.

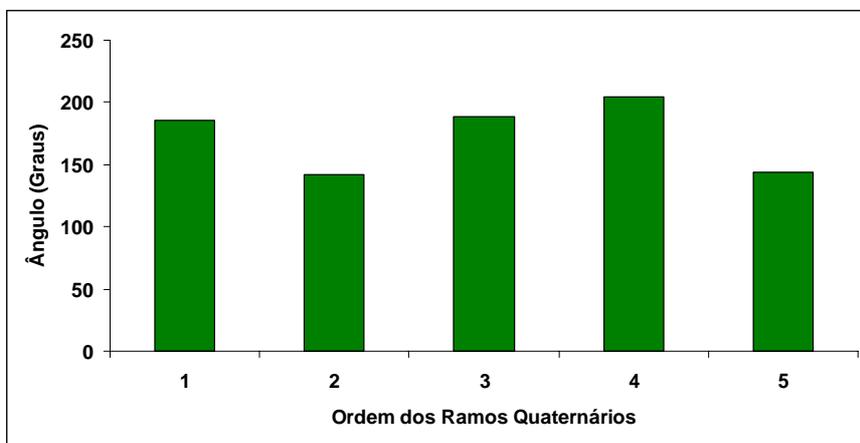


FIGURA 19 Ângulo horizontal α formado entre os ramos quaternários e o norte.

Observa-se que os ângulos não apresentam uma uniformidade segundo a ordem dos mesmos; o ângulo formado entre os ramos é, em média, de 16° . Os ângulos variam, em média, de 142° , no 2º ramo quaternário a 204° , no 4º ramo quaternário em relação ao norte. Esta desuniformidade dos ângulos pode ser pela própria taxia dos ramos ou pela competição por luz.

No gráfico da Figura 20 observam-se os ângulos formados entre o ramo quaternário e o ramo terciário.

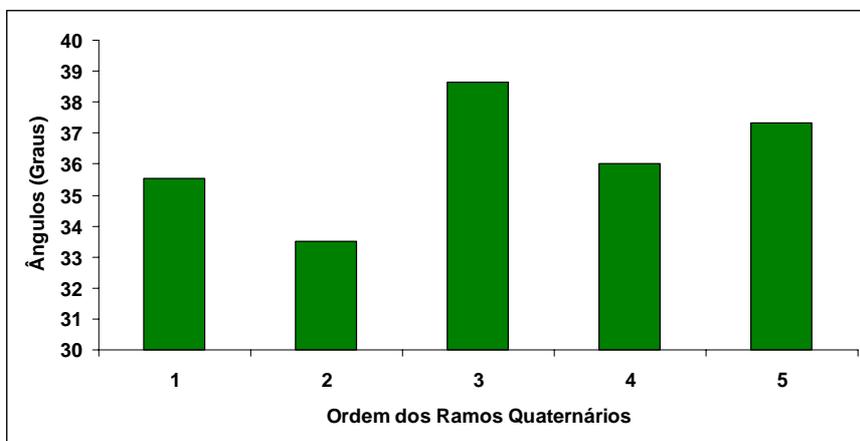


FIGURA 20 Ângulo β formado entre o ramo quaternário e o ramo terciário.

Observa-se que os ângulos não apresentam uma uniformidade de acordo com a ordem do ramo, variando de 34° , no 2º ramo quaternário a 39° , no 3º ramo quaternário. Esta variação pode ser pela própria taxia dos ramos ou pela competição com luz.

O gráfico da Figura 21 permite observar a altura “Z” de inserção do ramo quaternário no ramo terciário.

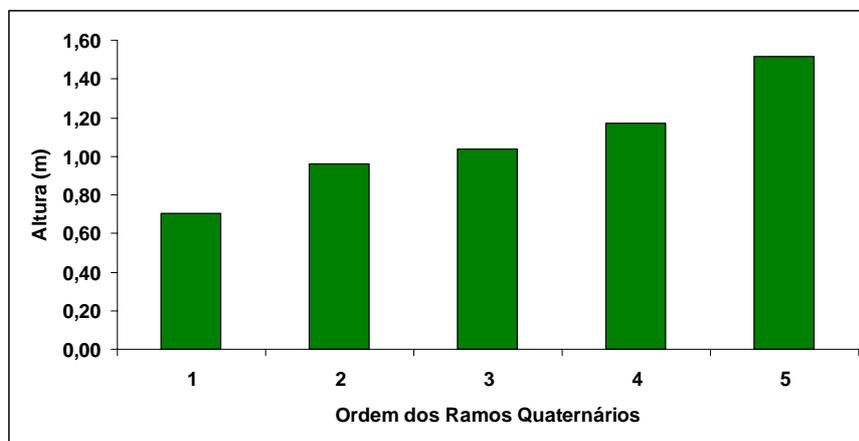


FIGURA 21 Altura “Z” de inserção do ramo quaternário no ramo terciário.

Observa-se que essas alturas variam de forma crescente, de acordo com a ordem dos ramos, entre 0,71 m, para o 1º ramo quaternário a 1,52 m, para o 5º ramo quaternário.

Os ramos que surgem na base da planta e o excesso de ramos no interior da planta podem dificultar a operação de colheita mecanizada dos frutos do pinhão-manso.

4.2 Biometria de frutos

Os resultados apresentados nas tabelas a seguir se referem a estudos de biometria dos frutos de pinhão-manso nos estádios de maturação verde, maduro e passa, dos 19 acessos do banco de germoplasma da UFLA.

O teste de médias para comprimento, largura e a relação entre largura e comprimento dos frutos maduros do pinhão-manso encontra-se na Tabela 5.

TABELA 5 Comprimento, largura e relação largura/comprimento (mm) dos frutos maduros de pinhão-mansão.

Acessos	Comprimento	Largura	Largura/comprimento
UFLA-1	31,0 b	25,3 b	0,81 a
UFLA-2	29,1 a	25,0 b	0,86 a
UFLA-3	30,6 b	24,6 b	0,80 a
UFLA-4	28,5 a	24,1 a	0,84 a
UFLA-5	32,6 b	26,8 b	0,82 a
UFLA-6	29,1 a	23,6 a	0,81 a
UFLA-7	29,2 a	21,7 a	0,75 a
UFLA-8	32,3 b	27,9 b	0,86 a
UFLA-9	28,8 a	23,5 a	0,81 a
UFLA-10	28,4 a	23,1 a	0,81 a
UFLA-11	29,6 a	23,5 a	0,80 a
UFLA-12	31,0 b	25,0 b	0,80 a
UFLA-13	27,5 a	21,9 a	0,80 a
UFLA-14	30,7 b	25,0 b	0,81 a
UFLA-15	28,7 a	23,2 a	0,80 a
UFLA-16	31,7 b	26,6 b	0,84 a
UFLA-17	34,6 b	28,0 b	0,81 a
UFLA-18	27,5 a	21,8 a	0,79 a
UFLA-19	29,7 a	25,6 b	0,86 a
C.V. (%)=	9,3	9,3	9,0

Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não se diferenciam estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5%.

Observa-se que há diferença significativa no comprimento dos frutos maduros que se dividem em dois grupos distintos um com maior comprimento, que varia de 30,6 mm a 34,6 mm, e o outro com menor comprimento, que varia de 28,4 mm a 29,7 mm. Observa-se também que há diferença significativa entre a largura dos frutos maduros, que se dividem em dois grupos distintos: um com maior largura, que varia de 25,0 mm a 28,0 mm e outro com menor largura, que varia de 21,7 mm a 24,1 mm. De acordo com Nunes et al. (2009), o comprimento dos frutos de pinhão-mansão é, em média, de 30,8 mm e varia de 28 mm a 34 mm. Os autores também relatam que a largura dos frutos de pinhão-mansão tem, em média, 27,9 mm e varia de 23,0 mm a 33,0 mm.

A relação largura/comprimento explica o quanto estes frutos no estágio maduro são redondos. Observa-se que não houve diferença significativa entre os acessos, indicando que todos os acessos têm a mesma forma de frutos.

Os dados da Tabela 6 demonstram que houve diferença também entre os estádios de maturação verde, maduro e passa.

TABELA 6 Comprimento, largura e relação largura/comprimento (mm) dos frutos nos diferentes estádios de maturação.

Est. de Maturação	Comprimento	Largura	Largura/comprimento
Fruto Passa	27,7 a	21,1 a	0,76 a
Fruto Maduro	30,0 b	24,5 b	0,81 b
Fruto Verde	33,5 c	27,7 b	0,82 b

As médias seguidas da mesma letra não diferenciam estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5%.

Observa-se que o comprimento e a largura dos frutos diminuem à medida que este fruto envelhece. Os frutos verdes têm o maior comprimento, com 33,56 mm e a maior largura, com 27,7 mm, e os frutos passa têm os menores valores de comprimento, com 27,7 mm e a menor largura, com 21,1 mm.

A relação largura comprimento não apresentou diferença significativa entre os estádios de maturação verde e maduro; os frutos verdes e maduros são mais redondos e o fruto passa é bastante ovoide. De acordo com Marcos Filho (2005), o teor de água nas sementes e nos frutos decresce durante o processo de maturação. Isso pode ser explicado, pois, quando as sementes do fruto atingem a maturidade fisiológica, este fruto começa a perder água e, por sua vez, diminui em tamanho.

O teste de médias para o peso médio dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA é apresentado na Tabela 7.

TABELA 7 Peso médio (g) dos frutos maduros de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.

Acessos	Médias	
UFLA-7	6,7	a
UFLA-12	7,1	a
UFLA-15	7,2	a
UFLA-4	7,6	a
UFLA-18	7,8	a
UFLA-13	8,4	a
UFLA-10	8,4	a
UFLA-6	8,7	a
UFLA-9	8,7	a
UFLA-11	8,8	a
UFLA-14	8,9	a
UFLA-2	8,9	a
UFLA-3	8,9	a
UFLA-5	9,5	b
UFLA-8	9,7	b
UFLA-1	10,3	b
UFLA-19	10,3	b
UFLA-16	10,9	b
UFLA-17	11,5	b
C.V.(%)=	26,3	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Observa-se que o peso dos frutos de pinhão-manso varia de 6,7 g a 11,5 g entre os acessos do banco. Yung & Fridley (1974) estudaram o sistema talo fruto do café, considerando-o como uma viga em balanço, com uma massa concentrada na extremidade com um grau de liberdade. Este estudo da massa e forma do fruto é válido para determinar a quantidade de vibração para desprender este fruto.

Os pesos médios dos frutos de pinhão-manso em diferentes estádios de maturação são mostrados na Tabela 8.

TABELA 8 Peso médio dos frutos de pinhão-mansô do banco de germoplasma da UFLA em todos os estádios de maturação.

Estádios de maturação	Médias	
Fruto passa	4,4	a
Fruto maduro	9,4	b
Fruto verde	12,8	c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Observa-se, assim como acontece com o diâmetro e a largura do fruto, que o fruto perde massa à medida que envelhece. Também se pode associar este fato à perda de água que ocorre com os frutos e as sementes após a maturação fisiológica.

O número de sementes por fruto de pinhão-mansô para os diferentes acessos do banco de germoplasma da UFLA pode ser visto na Tabela 9.

TABELA 9 Número de sementes por fruto maduro de pinhão-mansô nos diferentes acessos do banco de germoplasma da UFLA.

Acessos	Médias	
UFLA-7	1,6	a
UFLA-12	2,0	a
UFLA-15	2,1	a
UFLA-14	2,2	a
UFLA-4	2,2	a
UFLA-5	2,3	a
UFLA-13	2,3	a
UFLA-8	2,4	b
UFLA-6	2,5	b
UFLA-2	2,5	b
UFLA-16	2,5	b
UFLA-10	2,5	b

Continua...

TABELA 9 Continuação.

Acessos	Médias	
UFLA-9	2,5	b
UFLA-17	2,5	b

UFLA-18	2,5	b
UFLA-11	2,5	b
UFLA-3	2,6	b
UFLA-1	2,8	b
UFLA-19	2,9	b
<hr/>		
C.V.(%)=	27,4	
<hr/>		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott.

Observa-se que nenhum acesso apresentou três sementes em todos os frutos. Alguns acessos também foram iguais estatisticamente, obtendo um maior número de sementes por fruto, estes variaram de 2,4 a 2,9 sementes por fruto. De acordo com Nunes (2007), o fruto do pinhão é do tipo cápsula trilocular com uma semente por loco. Segundo Tominaga et al. (2007), os frutos do pinhão-manso contêm três sementes por fruto, porém, algumas plantas podem produzir até quatro sementes por fruto.

Os dados da Tabela 10 demonstram que não houve diferença significativa entre os estádios de maturação do número de sementes por fruto.

TABELA 10 Peso médio dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA, em todos os estádios de maturação.

Estádios de maturação	Médias	
Fruto verde	2,32	a
Fruto passa	2,47	a
Fruto maduro	2,47	a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott.

Observa-se que o número de sementes por fruto independe do estágio de maturação, pois não se perde uma semente no processo de maturação dos frutos. O que pode ocorrer é a não formação de uma semente por fatores externos à planta, como pragas, doenças, deficiências nutricionais, etc.

5 CONCLUSÕES

As plantas de pinhão-mansô do banco de germoplasma da UFLA possuem um tronco principal ou ramo primário. Este ramo apresenta fototropismo positivo, cresce em direção à luz, sem nenhuma mudança de direção.

Os ramos secundários surgem a partir do ramo primário, desde a base em várias direções, possuem uma inclinação perante o ramo primário de 23,3° a 40,6°, conforme sua posição na planta e também apresentam crescimento fototrópico positivo.

Os ramos terciários surgem a partir do ramo secundário em várias direções, possuem inclinação perante o ramo secundário de 31,25° a 39,9°, independente da sua posição e também apresentam crescimento fototrópico positivo.

Os ramos quaternários surgem a partir do ramo terciários em várias direções, possuem uma inclinação perante o ramo terciário de 34,0° a 39,0° e também apresentam crescimento fototrópico positivo.

O pinhão-mansô possui frutos ovoides e o estágio de maturação influencia na forma do fruto. Os frutos no estágio de maturação passa são os mais ovoides com uma relação largura comprimento de 0,76. Os frutos de pinhão-mansô perdem medidas (comprimento, largura e peso) à medida que amadurecem.

Os valores de sementes por fruto variam de 2,4 a 2,9 sementes por fruto, respectivamente, para os acessos UFLA-8, UFLA-6, UFLA-2, UFLA-16, UFLA-10, UFLA-9, UFLA-17, UFLA-18, UFLA-11, UFLA-3, UFLA-1 e UFLA-19.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, H. A.; GUERRA, G. M.; MESQUITA, D. N.; PEREIRA, V. C.; ASSIS, R. L.; SILVA, O. A. Crescimento aéreo e radicular do pinho manso sob diferentes níveis de compactação de solo. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília, DF. **Artigos Técnicos Científicos...** Brasília: MCT, 2006. v. 1 p. 144-149.

AKER, C. L. Growth and reproduction of *Jatropha curcas*. In: GÜBITZ, G. M. **Biofuels and industrial products from *Jatropha curcas***. Graz Austria: University of Technology, 1997. Disponível em: <<http://www.jatropha.de/conferences/abstracts-Jatropha97.htm>>. Acesso em: 05 maio 2009.

ARAÚJO, E. C. E.; RIBEIRO, A. M. B. Avaliação fenológica do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) no município de Teresina – PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_05/>. Acesso em: 12 maio 2009.

AVELAR, R. C.; SILVA, F. M.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. Avaliação do desenvolvimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) do banco de germoplasma da UFLA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_05/>. Acesso em: 12 maio 2009.

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; VASCONSELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 36-61.

CARVALHO, D. A. **Sistemática vegetal**: pteridófitas, gimnospermas, angiospermas. Lavras: UFLA, 2001. 173 p.

DIAS, L. A. dos S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O. L.; DIAS, D. C. F. S.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S. dos; SOUZA, L. C. A. de; OLIVEIRA, T. S. de; PRETTI, L. A. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para a produção de óleo combustível. Viçosa, MG: UFV, 2007. 40 p.

DRUMMOND, O. A.; PURCINO, A. A. C.; CUNHA, L. H. de S.; VELOSO, J. de M. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1984. (Epamig. Pesquisando, 131).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema Brasileiro de classificação de solo**. Brasília: Embrapa Produção de Informações, 1999. 412 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 2000. Software estatístico.

FILGUEIRAS, W. H. **Modelagem da planta de café por elementos finitos para estudos de colheita por vibração**. 2001. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

NUNES, C. F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2007. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NUNES, C. F.; SANTOS, D. N. dos; 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.

PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 282 p.

RODRIGUES, V. E. G. **Morfologia externa, organografia e organogenia vegetal**. Lavras: UFLA, 2001. 127 p.

SANTOS, M. J.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, jun. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042005000200015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 12 maio 2009.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

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

YUNG, C.; FRIDLEY, R. B. **Computer analysis of fruit detachment during tree shaking.** St. Joseph: ASAE, 1974. (Paper n. 74-3009).

CAPÍTULO 3: Avaliação da força de desprendimento dos frutos de pinhão manso em diferentes estádios de maturação

RESUMO

A cultura do pinhão-manso vem se tornando estratégica para o Brasil e o para o programa brasileiro de produção e uso do biodiesel. Para que o cultivo do pinhão-manso se expanda, é necessário aumentar sua produtividade e produção. Este aumento de produção pode ser conseguido com melhoramento genético, manejo de tratos culturais e colheita mecanizada da cultura. Um possível parâmetro para que se consiga colher com eficiência o pinhão-manso é a força de desprendimento dos frutos. Os ensaios foram realizados com quatro repetições por tratamento (acesso), utilizando-se o delineamento inteiramente casualizados (DIC). A determinação desta força de desprendimento foi realizada por meio de um dinamômetro portátil, especificamente construído para este fim. Sua construção e calibração foram realizadas no Laboratório de Protótipos, no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. Houve diferença significativa da força de desprendimento dos frutos de pinhão-manso em diferentes estádios de maturação. Para os acessos nos estádios de maturação verde e passa não houve diferença significativa entre os acessos. Para o acesso no estágio de maturação maduro houve diferença significativa. O acesso UFLA-19 apresentou a maior exigência de força, com 17,85 N e os acessos UFLA-4, UFLA-6, UFLA-10, UFLA-13 e UFLA-15 apresentaram a menor exigência de força com 0,11 N, mostrando-se mais aptos à colheita mecanizada.

ABSTRACT

The culture of physic nut has become strategic for Brazil and for the Brazilian production program and use of biodiesel. For expanding the physic nut, it is necessary to increase its productivity and production. This increase of production can be achieved with genetic improvement, management of cultural practices and the mechanization of the culture. A possible parameter to be able to collect the physic nut efficiently is the fruit drop power. The trials were realized with four repetitions per treatment (access), using the entirely randomized design (DIC). The determination of this drop power was realized through a portable dynamometer, specifically constructed for this purpose. Its construction and calibration were realized in the Laboratory of Prototypes, in the Department of Engineering at Federal University of Lavras (UFLA), in Lavras, MG. There was a significant difference of the fruit drop power of physic nut in different stages of maturation. For the accesses in the stage of green and raisin maturation there was no significant difference among the accesses. For the access in the stage of maturation/mature there was a significant difference. UFLA-19 access presented the biggest power demand with 17,85 N and UFLA-4, UFLA-6, UFLA-10, UFLA-13 E UFLA-15 accesses present the lowest power with 0,11 N, showing to be more capable of the mechanized harvest.

1 INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola é uma das grandes ferramentas para o homem do campo, pois esta impulsiona o aumento da produção agrícola mundial de alimentos, fibras e energia. Esta prática traz para o agricultor vários benefícios como redução nos custos de produção e rapidez na realização de operações de campo. A colheita mecanizada, além de minimizar os custos de produção, permite a retirada dos frutos com maior rapidez, proporcionando menor exposição a agentes causadores de injúrias que poderiam deteriorar este material, fazendo com que o mesmo perca em qualidade.

O processo de colheita do pinhão-manso pode ser comparado ao processo de colheita do café. As duas culturas são culturas perenes, possuem estrutura ou formato da planta “complicado”, desuniformidade de maturação e seus frutos têm umidade elevada, o que dificulta a mecanização das operações.

Atualmente, o plantio do pinhão-manso vem aumentando exponencialmente, devido à grande procura de matérias-primas para a produção de biodiesel. O grande problema da cultura do pinhão-manso é a alta exigência de mão-de-obra, principalmente na colheita, pois esta cultura não é totalmente mecanizada. Isso faz com que sua área de produção fique limitada, seu custo de produção elevado e eficiência produtiva baixa.

Ainda não existe no mercado um equipamento capaz de colher o pinhão-manso com eficiência. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as forças de desprendimento dos frutos de pinhão-manso em diferentes estádios de maturação, visando à colheita mecanizada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A colheita do pinhão-manso é feita de forma manual, chacoalhando a planta para que caiam seus frutos. Parchomchuk & Cooke (1971) relataram que o desprendimento do fruto ocorre quando as forças inerciais, devido ao movimento do fruto, tornam-se maiores do que a estática (força de tração necessária para causar a remoção). A fim de criar grandes forças inerciais, os galhos devem ser sacudidos, em suas frequências naturais, para dar intenso movimento ao fruto.

A colheita por vibração utilizando máquinas vem sendo empregada em várias culturas, como café, laranja e oliveira, entre outras. Essas máquinas vêm sendo estudadas desde o final da década de 1960 e início da década de 1970, surgindo comercialmente na década de 1980.

Um dos objetivos da colheita por vibração é que ela proporcione seletividade de colheita entre frutos maduros e frutos verdes. Filgueiras (2001) estudou o sistema talo-fruto do café, considerando-o como uma viga em balanço, com uma massa concentrada na extremidade com um único grau de liberdade. Ele propôs o uso da frequência natural dos sistemas talo-cereja, vermelho e verde, como um critério para a seleção da frequência do dispositivo de vibração da máquina, a fim de tirar vantagem do fenômeno da ressonância e permitir a colheita seletiva.

De acordo com Filgueiras (2001), a força e a potência necessárias para vibrar árvores frutíferas variam com a frequência, a amplitude, o projeto do dispositivo de vibração, a posição da braçadeira na árvore, o diâmetro do tronco, as espécies de árvores, a produção da árvore e a força de desprendimento do fruto.

Wang & Shellenberger (1967) conduziram um trabalho para prever e avaliar a reação do sistema fruto-pedúnculo do café a impulsos mecânicos,

visando o projeto de dispositivos de vibração para colheita do café. Tentativas experimentais mostraram que ocorreram muitas combinações de frequência e amplitude ótima, principalmente porque era desejável a colheita seletiva dos frutos. A relação F/P (em que F é igual à força estática necessária para derrubar o fruto e o P é o peso do fruto), necessária para a remoção dos frutos, foi utilizada por muitos investigadores para indicar a facilidade de derrubada dos frutos. Quando a resultante da vibração aplicada estava abaixo da relação F/P adequada para a remoção dos frutos, mas acima de um determinado nível mínimo, os frutos suportam um nível finito de ciclos antes de serem derrubados das ramas. Este fenômeno é análogo ao da fadiga nos metais.

Para que uma planta tenha condições de ser colhida pelo sistema de vibração, esta planta precisa apresentar boa transmissibilidade desta vibração até o local de interesse, o pedúnculo do fruto. Yung & Fridley (1974) demonstraram que a proposta de se usar a frequência natural do subsistema talo-fruto como frequência de trabalho do vibrador pode ser válida para algumas espécies, mas não para todas. Para árvores que têm boa transmissibilidade de vibração e para frutos que são apoiados em um pedúnculo rígido, a frequência ressonante dos frutos é a frequência que deve ser aplicada. No entanto, em árvores com estrutura fraca e com os ramos curvos e flexíveis, estes atuam como um amortecedor mecânico e a frequência natural do subsistema talo-fruto não é necessariamente bom para a vibração forçada.

2.1 Mecanização da colheita

Um importante fator a ser levado em conta a favor da mecanização agrícola é a disponibilidade de mão-de-obra, que está se tornando escassa no campo, fazendo com que população urbana aumente desordenadamente. Outro problema que o aumento da população urbana traz é o aumento da demanda por alimentos, fibras e energia.

O aumento na demanda por esses bens de necessidade determina que o trabalho manual seja substituído por mecanismos que dispõem de fontes de potência superiores à humana, inicialmente por meio de tração animal e, atualmente, com a motomecanização.

Conforme Silva et al. (2001), um homem pode gerar, em média, uma potência de 0,1 cv, o que corresponde a um décimo da potência de um animal de tração. Isso significa que um animal pode realizar o trabalho de 10 homens no mesmo intervalo de tempo. Comparando-se com a motomecanização e prevalecendo a mesma relação nominal de potência, pode-se sugerir que um implemento acionado por um trator de 50 cv de potência poderia realizar o trabalho equivalente de 500 homens. Na prática, essa relação não se verifica, visto que a potência do motor não é totalmente transmitida para o implemento e o implemento não é capaz de transformar em trabalho útil toda a potência que recebe. Os autores também afirmam que, mesmo que o sistema não transmita toda a potência do trator para o implemento, a eficiência do sistema chega a 40%, o que é possível, equivalendo ao trabalho de 200 homens.

A mecanização agrícola aumentou a capacidade produtiva da mão-de-obra rural, em que um homem operando uma máquina agrícola pode realizar trabalho equivalente a 50, 100 e até 200 homens. Silva et al. (2001) relatam, na colheita do café, uma colhedora chega a fazer em um dia de serviço, o equivalente a 250 homens. Silva et al. (2001) fazem um relato histórico da década de 1970, com as datas importantes para o desenvolvimento da mecanização da colheita do café no Brasil. Um dos fatos marcantes foi o programa de desenvolvimento de uma colhedora mecânica, na Divisão de Engenharia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas, que resultou, em 1975, no protótipo da colhedora K-1, construída pela Jacto S/A, projeto que evoluiu, em 1979, para as colhedoras K-3. Essas foram as primeiras colhedoras de café construídas no país.

A colheita de uma determinada lavoura como o café, a laranja, a mamona e o próprio pinhão-manso segue uma classificação de acordo com o grau de mecanização envolvido no processo. Esses mecanismos são classificados em manual, semimecanizado e mecanizado, sendo importante ressaltar que a operação totalmente mecanizada ainda precisa de mão-de-obra.

Atualmente, existem vários tipos de máquinas colhedoras, desde colhedoras costais, tracionadas por trator e autopropelidas, variando o sistema de colheita em sistemas derriçadores com vibração até métodos destrutivos com sistemas de trilha (colhedoras de soja, milho, arroz, etc.).

As derriçadoras são colhedoras que usam a vibração como modo de separação dos frutos. As derriçadores podem ser classificadas em derriçadoras portáteis ou costais, derriçadoras pneumáticas, derriçadoras motorizadas, derriçadoras e recolhedoras tratorizadas e as colhedoras autopropelidas.

As derriçadoras portáteis são máquinas constituídas de hastes manejadas manualmente, possuindo “dedos vibratórios” que fazem a derriça do café, podendo ser acionados penumaticamente ou motorizadas.

As derriçadoras pneumáticas são máquinas constituídas de um compressor de ar, um cilindro armazenador e hastes vibratórias. O compressor pode ser acionado pelo trator por meio da TDP ou por motor próprio de 7 a 25 cv. O ar comprimido, conduzido por mangueiras flexíveis, faz vibrar as hastes que derriçam os frutos. As hastes vibratórias são constituídas de um cabo com comprimento variando de 1 a 2 m e um motor pneumático que gera a vibração. Estas hastes são de manejo manual. Um mesmo compressor pode acionar até quatro conjuntos de hastes.

As derriçadoras portáteis acionadas diretamente por motores de combustão interna têm princípio de funcionamento semelhante ao das derriçadoras pneumáticas. A diferença está no fato de que cada haste vibratória é dotada de um motor de combustão interna de dois tempos, a gasolina, com uma

potência nominal em torno de 1,0 cv. O sistema é dotado de um tanque de combustível com capacidade aproximada de 0,5 litros. As hastes, geralmente, têm comprimento na faixa de 1,00 a 2,00 m.

Dentre as derriçadoras recolhedoras tratorizadas encontra-se a derriçadora Koplex, que tem dois cilindros derriçadores laterais com hastes vibratórias, operando a cavaleiro em torno das linhas das plantas, derriçando os dois lados da planta. Dessa forma, os grãos se soltam e caem no chão ou no pano. Esta máquina é acoplada e tracionada por um trator tipo cafeeiro, utilizando-se os três pontos do sistema hidráulico e a TDP, sendo necessários dois operadores, um para o trator e outro para a derriçadora. O operador comanda toda a ação da derriçadora, regulando a altura de colheita, alinhando e nivelando o equipamento nos cafeeiros e controlando a rotação do conjunto vibratório, visando à maior eficiência de derriça. As hastes vibratórias são de fibra de vidro, o que tem resultado em baixo nível de reposição. A derriçadora opera em terrenos com declividade de até 10%, em velocidades que variam de 600 a 2.000 m/h e apresenta capacidade operacional, que pode chegar a 0,7 ha/h, necessitando de trator com potência mínima de 40 cv. Esta derriçadora não está mais sendo fabricada e seu projeto foi remodelado, incluindo-se os recolhedores, dando origem à colhedora tracionada modelo KTR (Silva et al., 2001).

A derriçadora modelo Kokinha é do tipo lateral, sendo composta por um cilindro derriçador de hastes vibratórias e pesa 1.920 kgf. Ela promove a derriça dos frutos, passando lateralmente ao pé de café. Possui mecanismo para se ajustar à inclinação lateral, conseguindo obter maior eficiência, mesmo em terrenos inclinados. Por possuir apenas um cilindro, seu preço é inferior aos outros modelos tratorizados, o que possibilita sua utilização em propriedades menores. Apresenta capacidade operacional de até 0,40 ha/h e requer um trator cafeeiro para a sua tração e acionamento. Essa máquina vem tendo boa aceitação

no sul de Minas, existindo um sistema de recolhimento que pode ser adaptado à mesma (Silva et al., 2001).

A colhedora modelo KTR é tracionada pelo trator do modelo cafeeiro com potência em torno de 70 cv, sendo acoplada pelo sistema hidráulico de três pontos e acionada pela TDP. Possui dois cilindros derriçadores laterais com hastes vibratórias e sistema de recolhimento, abanação e ensacamento dos grãos. Trabalha com velocidade de 500 a 2.000 m/h a cavaleiro nas linhas das plantas, podendo operar em terrenos com declividade de até 10%, com desempenho operacional que pode alcançar 0,7 ha/h. Esta colhedora é fabricada com duas opções, uma com sistema de ensaque do café colhido e outra em que a colhedora pode trabalhar tanto com ensaque como a granel (Silva et al., 2001).

A colhedora de café K-3 opera a cavaleiro nas linhas das plantas, com as hastes vibratórias atuando em torno de cada planta. Assim, os grãos se soltam e são coletados por um conjunto de lâminas retráteis que fecham o espaço sob a saia do cafeeiro. Os frutos colhidos são levados até o sistema de limpeza por transportadores internos nos sentidos horizontais e verticais, onde as impurezas são separadas por um processo de ventilação. Depois de limpos, os grãos são ensacados e retirados por operadores auxiliares. A eficiência de colheita da K-3 vai de 85% a 97%, com velocidade de trabalho variando de 500 a 1.500 metros/hora, chegando a colher até 200 sacas por hora, alcançando declividade de até 10%. A colhedora K-3 é comercializada em duas versões: a versão com sistema de ensaque e a versão com sistema duplo de ensaque e a granel (Silva et al., 2001).

Originária dos Estados Unidos, a colhedora Korvan foi desenvolvida para a colheita de café no Havaí. É de fácil operação, pois tem controles elétricos e hidráulicos. É acionada por um motor de 70 cv. Os nivelamentos são automáticos e permitem um alinhamento constante durante toda a operação. Por possuir três rodas, pode realizar curvas fechadas e manobras fáceis em

carreadores de pouca largura e em locais onde a declividade do terreno dificulta a operação. A derriça é feita por cilindros compostos por hastes vibratórias que podem ser ajustadas, permitindo uma boa colheita. O café derriçado, após passar pelo processo de abanação e limpeza, é conduzido, através de esteiras, até uma caixa de armazenamento ou depósito, que realiza o processo de descarga diretamente na carreta. Segundo o fabricante, a colhedora Korvan opera em velocidades de até 5.000 m/h, proporcionando desempenho operacional estimado de 0,7 ha/h (Silva et al., 2001).

A colhedora Brastoft é originária da Austrália, sendo amplamente utilizada no Havai. Apresenta sistema de três rodas, facilitando o processo de manobra. Nesse sistema, o café também é derriçado por cilindros compostos de hastes vibratórias, sendo transportado por esteiras até o sistema de separação onde ocorre a retirada das impurezas. Após separados, os frutos são transportados até um depósito, para o ensacamento e os sacos são deixados ao longo das ruas. Pode-se optar pela descarga na carreta que se desloca na rua paralela a da colhedora; assim, o café é transportado do sistema de abanação diretamente para a carreta. Por meio desse sistema, tem-se conseguido aumentar a eficiência da máquina e reduzir os custos, uma vez que não ocorre parada para descarga e nem são necessários homens para ensacar e recolher os sacos ao longo da rua. Operando em velocidade de 1.500 m/h, a colhedora apresenta desempenho operacional de, aproximadamente, 0,7 ha.h⁻¹ (Silva et al., 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no banco de germoplasmas *in vivo* de pinhão-manso instalado no campo experimental do setor de grandes culturas do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. A área está situada a 21°14' de latitude Sul, 45°00' de longitude Oeste e altitude de 920 m, em solo originalmente sob vegetação de cerrado, classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 1999). A região apresenta clima Cwa, de acordo com a classificação de Köppen.

Os acessos utilizados para a determinação das forças de desprendimento foram os dezenove acessos presentes no banco de germoplasma da UFLA. Os acessos avaliados foram: UFLA-1; UFLA-2; UFLA-3; UFLA-4; UFLA-5; UFLA-6; UFLA-7; UFLA-8; UFLA-9; UFLA-10; UFLA-11; UFLA-12; UFLA-13; UFLA-14; UFLA-15; UFLA-16; UFLA-17; UFLA-18; UFLA-19.

Foi avaliada a força de desprendimento dos frutos de pinhão-manso na planta, de acordo com o estágio de maturação do fruto, sendo classificados, para a determinação da força, os frutos verdes, maduros e passas.

Os ensaios foram realizados com quatro repetições por tratamento (acessos e estágio de maturação), utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC). A determinação desta força de desprendimento foi realizada por meio de um dinamômetro portátil, especificamente construído para este fim. Sua construção e calibração foram realizadas no Laboratório de Protótipos, no Departamento de Engenharia da UFLA. Seu princípio de funcionamento baseia-se na Lei de Hooke, que correlaciona a deformação de corpos, dentro do regime elástico, com a força exercida sobre o corpo, tal que a força é proporcional ao deslocamento a partir do seu ponto de equilíbrio.

A aferição do dinamômetro foi realizada por meio da deformação elástica da mola, solicitada por corpos com massas conhecidas, pesadas em balança de precisão. A partir desse procedimento, determinou-se o valor da constante elástica da mola, obtendo-se $0,11 \text{ N.m}^{-1}$, possibilitando medidas de 0,00 a 20,00N.

A determinação da força de desprendimento dos frutos para cada estágio de maturação demarcado foi obtida por quatro repetições ao acaso, entre as onze plantas de cada acesso de pinhão-manso. Os valores coletados em campo foram transferidos para planilhas eletrônicas, visando determinar a força de desprendimento média, em Newton (N), de todas as repetições dentro de cada acesso, bem como dentro de cada estágio de maturação dos frutos. Por meio das planilhas eletrônicas, foi possível também realizar uma modelagem dessa força média de desprendimento dos frutos nos acessos analisados.



FIGURA 22 Dinamometro portatil em operação no campo.

Os dados foram coletados na metade do período produtivo do pinhão-manso, na segunda semana de janeiro, para as condições de Lavras, MG. Para que não houvesse interferência com relação ao horário de coleta na força de desprendimento, as coletas foram feitas sempre no mesmo período do dia, das 13 às 17 horas.

Para que fosse possível realizar a análise de regressão linear com os dados de força de desprendimento e os estádios de maturação, estipulou-se escala de notas para cada estágio de maturação dos frutos, ou seja, a menor nota foi estipulada para o estágio de maturação verde e a maior, para o estágio de maturação seco. Uma vez que não foram encontrados, na literatura, parâmetros mais objetivos com relação ao estágio de maturação, havendo somente com relação à coloração e em relação aos dias após o florescimento, foram estipulados e adotados os seguintes valores para a escala de notas: 1,0, para o estágio de maturação verde; 2,0, para o estágio de maturação cereja e 4,0, para o estágio de maturação passa. Esses valores foram os que melhor se adequaram ao modelo de regressão linear, visto que, para a melhor precisão do modelo, os valores observados devem estar mais próximos dos valores estimados, ou seja, o R^2 deve estar o mais próximo possível de 1,0. Para a obtenção do grau de maturação total, foi realizada a média ponderada de cada estágio de maturação, representada pela sua nota e a porcentagem de frutos nos respectivos estádios de maturação. Para a elaboração dos modelos, foram utilizados os dados de força de desprendimento dos frutos de cada cultivar, em cada período de avaliação, obtendo-se também o modelo de força de desprendimento média.

Por meio da utilização da média ponderada, foi possível encontrar o parâmetro grau de maturação (GM), relacionando-se a força de desprendimento e a porcentagem dos frutos em seus diferentes estádios de maturação (Silva, 2008).

Com base nas análises, observou-se que o grau de maturação pode ser determinado do seguinte modo:

$$GM = \frac{4.(\% \text{ passa}) + 2.(\% \text{ maduros}) + 1.(\text{verdes})}{(\% \text{ passa} + \% \text{ maduro} + \% \text{ verdes})}$$

em que GM é o grau de maturação dos frutos de pinhão-manso; % é a porcentagem de frutos em cada estágio de maturação, expressa em decimal.

Os dados levantados foram analisados utilizando-se o programa Microsoft Office Excel® e, para avaliação estatística, o programa Sisvar® (Ferreira, 2000). As variáveis significativas na análise de variância ($p < 0,05$) foram submetidas ao teste Scott-Knott ($p = 0,05$). Para a modelagem das forças, foi utilizada uma regressão linear.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados que seguem, bem como as tabelas de análise estatística e os gráficos de regressão linear, se referem à força de desprendimento dos frutos de pinhão-manso nos estádios de maturação verde, maduro e passa, dos acessos do banco de germoplasma da UFLA.

As médias das forças de desprendimento, em Newton, dos frutos de pinhão-manso nos diferentes estádios de maturação, encontram-se na Tabela 11.

TABELA 11 Força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso nos diferentes estádios de maturação.

Acessos	Frutos verdes		Frutos maduros		Frutos passa	
UFLA-1	22,09	a1	11,32	b2	1,61	c3
UFLA-2	18,12	a1	0,21	a2	3,73	c2
UFLA-3	17,43	a1	8,62	b2	3,52	c2
UFLA-4	21,95	a1	0,11	a2	4,81	c2
UFLA-5	15,34	a1	3,91	a2	3,07	c2
UFLA-6	19,07	a1	0,11	a2	0,21	c2
UFLA-7	19,84	a1	1,53	a2	2,06	c2
UFLA-8	19,57	a1	8,89	b2	0,21	c3
UFLA-9	20,37	a1	3,36	a2	3,09	c2
UFLA-10	20,24	a1	0,11	a2	1,00	c2
UFLA-11	19,57	a1	3,25	a2	4,52	c2
UFLA-12	21,16	a1	10,76	b1	0,11	c3
UFLA-13	15,87	a1	0,11	a2	0,34	c2
UFLA-14	23,28	a1	10,05	b2	0,45	c3
UFLA-15	17,98	a1	0,11	a2	0,11	c2
UFLA-16	21,29	a1	13,78	b2	2,19	c3
UFLA-17	18,52	a1	11,40	b2	3,78	c3
UFLA-18	17,35	a1	1,80	a2	4,05	c2
UFLA-19	23,28	a1	17,85	b1	1,77	c2
C.V.(%)=	52,7					

As medias seguidas da mesma letra (coluna) não se diferenciam estatisticamente entre si e as médias seguidas dos mesmos números (linha) não se diferenciam estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Observa-se que as médias das forças de desprendimento não foram significativas para os acessos nos estádios de maturação fruto verde e fruto passa, porém, para o estádio de maturação fruto maduro, houve diferença significativa entre as médias. Os acessos no estádio de maturação fruto maduro ficaram divididos em dois grupos: um grupo que possui maior exigência de força e um grupo que tem menor exigência de força.

A força de desprendimento do estádio de maturação frutos verdes apresentou os maiores valores, exigindo uma força de 19,5 N para serem colhidos; os estádios de maturação fruto maduro e fruto passa apresentaram exigência de força, para serem colhidos, de 5,6 N e 2,1 N, respectivamente. Esta exigência é bem menor, comparada com a exigência de força dos frutos verdes. Este é um fato muito importante, no que se refere à seletividade de colheita, podendo-se conseguir colher somente os frutos maduros e passa, que já apresentam maturidade fisiológica. No estádio de maturação de frutos verdes, as forças variaram de 23,28 N a 15,34 N.

Rosa et al. (2009), em estudos realizados na Índia e no Brasil, visando à colheita mecanizada do pinhão-manso, verificaram a força de desprendimento para o estádio de maturação frutos verdes que varia, no Brasil, de 8 N a 30 N e, na Índia, de 11N a 27 N. Avelar et al. (2008b) avaliaram a força de desprendimento para o estádio de maturação fruto verde e encontraram força média de 26,1 N. Silva (2008), em experimentos de força de desprendimento para a cultura do café, também observou que os frutos verdes exigiam uma força maior para serem desprendidos da planta, chegando a 8,13 N para os frutos verdes.

No estádio de maturação fruto maduro, os acessos se dividiram em dois grupos distintos, em que os acessos UFLA-1, UFLA-3, UFLA-8, UFLA-12, UFLA-14, UFLA-16, UFLA-17 e UFLA-19 apresentaram as maiores exigências de força, variando de 8,62 N a 17,85 N. Os acessos UFLA-2, UFLA-4, UFLA-5,

UFLA-6, UFLA-9, UFLA-10, UFLA-11, UFLA-13, UFLA-15 e UFLA-18 apresentaram a menor exigência de força, variando de 0,11 N a 3,96 N. Rosa et al. (2009), no mesmo trabalho realizado na Índia e no Brasil, encontraram força de desprendimento para os frutos maduros que variavam, no Brasil, de 1 N a 22 N e, na Índia, de 7 N a 25 N. Avelar et al. (2008b), em estudos realizados no Brasil, encontraram uma força de desprendimento média de 5,7 N. Avelar et al. (2008a), em experimento realizado com pinhão-mansão com diferentes doses de potássio, encontraram força média para os frutos maduros de pinhão-mansão de 6,8 N, para os frutos no estágio de maturação fruto maduro. Silva (2008), em experimentos com café, encontrou, para os estádios de maturação de fruto cerejeira (maduro), forças de 6,1 N.

Para o estágio de maturação frutos passa, as forças variaram de 0,11 N a 4,81 N. Rosa et al. (2009) encontraram força média, para o estágio de maturação que, no Brasil, varia de 1 N a 19 N e, na Índia, de 1 N a 23 N. Avelar et al. (2008a) encontraram força média de 2,9 N. Silva (2008), em experimentos com café, encontrou, para os estádios de maturação de fruto passa, 0,99 N.

Pode ser observado que a força de desprendimento necessária para se destacar um fruto de pinhão-mansão nos três diferentes estádios de maturação é 2,5 vezes maior em comparação com a cultura do café. Outro problema observado nos ensaios é o estágio de maturação dos frutos, que foi determinado pelo aspecto visual (cor). Isso pode ter elevado o coeficiente de variação do ensaio, já que não se conseguia esta exatidão no estágio de maturação do fruto. Em ensaios para a colheita do café, Silva (2008) obteve coeficientes de variação próximos de 4%. Isso se deve ao fato de as forças exigidas nos diferentes estádios serem muito próximas, o que não ocorre no pinhão-mansão.

Observa-se também que houve diferença entre os diferentes estádios de maturação fruto verde, fruto maduro e fruto passa. O estágio de maturação verde

é superior a todos os outros estádios e com uma diferença de força muito grande, o que possibilitará uma colheita seletiva.

Como o pinhão-manso não tem ainda uma cultivar agronômica e está se iniciando um programa de melhoramento para esta espécie, esses dados se tornam importantes em um programa de melhoramento já que, tendo em vista a mecanização da colheita, são necessárias plantas com uma exigência baixa de força para desprender seus frutos.

4.1 Modelagem da força de desprendimento com base no grau de maturação

As equações e seus respectivos valores de R^2 , para cada acesso, encontram-se na Tabela 12. Percebe-se que os valores de R^2 estão muito próximos a 1,00 (um), ou seja, os valores estimados estão muito próximos dos valores observados. Estas equações foram obtidas por regressão linear entre os estádios de maturação e a força de desprendimento dos mesmos para cada acesso. Nos modelos lineares, a função $f(x) = y$ depende da variável (x), a qual representa o grau de maturação no presente acesso. A resposta do modelo (y) representa a força de desprendimento média, em Newtons (N), dos frutos de pinhão-manso, nos respectivos acessos do banco de germoplasma da UFLA.

TABELA 12 Modelos lineares da força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.

ACESSO	EQUAÇÃO	R^2
UFLA-1	$Y = -6,825X + 28,738$	$R^2 = 0,9991$
UFLA-2	$Y = -6,5392X + 21,307$	$R^2 = 0,9516$
UFLA-3	$Y = -6,9878X + 24,302$	$R^2 = 0,9986$
UFLA-4	$Y = -7,5816X + 25,641$	$R^2 = 0,9434$
UFLA-5	$Y = -4,1019X + 18,929$	$R^2 = 0,9921$
UFLA-6	$Y = -6,689X + 22,058$	$R^2 = 0,9743$
UFLA-7	$Y = -6,411X + 22,559$	$R^2 = 0,9543$

Continua...

TABELA 12 Continuação.

ACESSO	EQUAÇÃO	R ²
UFLA-8	Y = -6,4542X + 25,697	R ² = 0,9964
UFLA-9	Y = -6,6616X + 23,599	R ² = 0,9923
UFLA-10	Y = -7,6081X + 23,857	R ² = 0,9802
UFLA-11	Y = -6,1293X + 22,603	R ² = 0,9892
UFLA-12	Y = -7,0175X + 28,224	R ² = 0,9999
UFLA-13	Y = -6,2219X + 18,924	R ² = 0,9932
UFLA-14	Y = -7,5886X + 30,992	R ² = 0,9994
UFLA-15	Y = -7,1168X + 21,489	R ² = 0,9952
UFLA-16	Y = -6,3365X + 27,422	R ² = 0,9991
UFLA-17	Y = -4,9117X + 23,515	R ² = 0,9996
UFLA-18	Y = -5,8529X + 20,221	R ² = 0,9716
UFLA-19	Y = -7,1245X + 30,216	R ² = 0,9996
MÉDIA	Y = -5,9829X + 25,084	R ² = 0,9799

A seguir, são mostrados os modelos dos acessos avaliados no banco de germoplasma da UFLA.

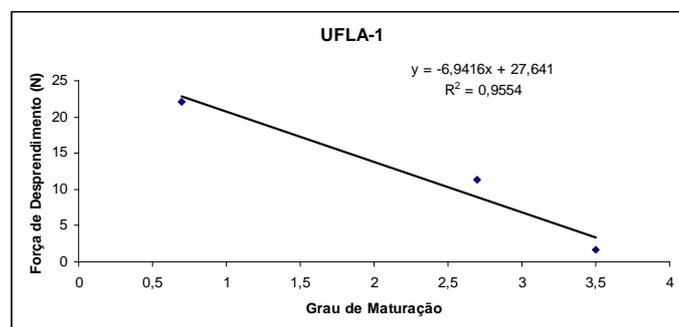


GRÁFICO 1 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 1 do banco de germoplasma da UFLA.

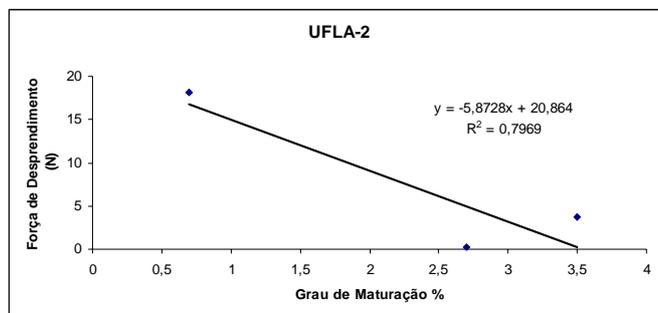


GRÁFICO 2 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 2 do banco de germoplasma da UFLA.

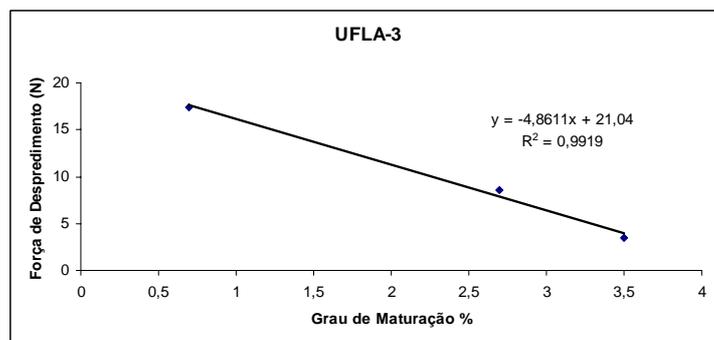


GRÁFICO 3 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 3 do banco de germoplasma da UFLA.

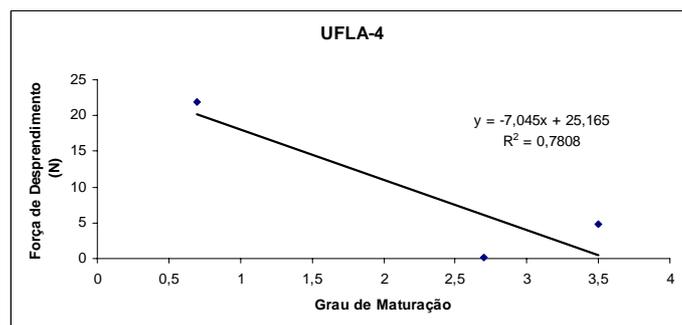


GRÁFICO 4 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 4 do banco de germoplasma da UFLA.

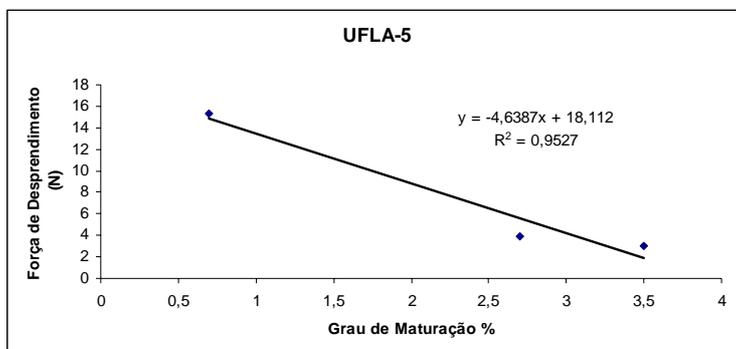


GRÁFICO 5 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 5 do banco de germoplasma da UFLA.

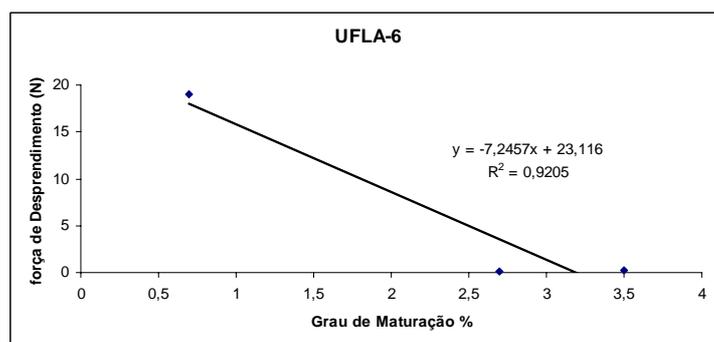


GRÁFICO 6 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 6 do banco de germoplasma da UFLA.

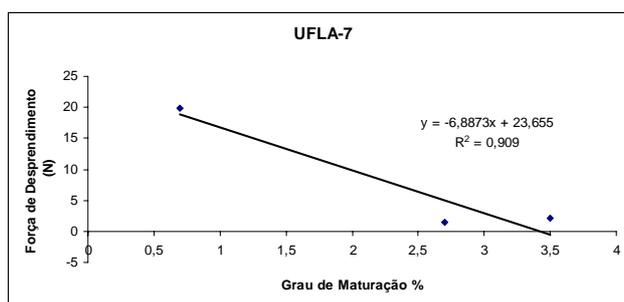


GRÁFICO 7 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 7 do banco de germoplasma da UFLA.

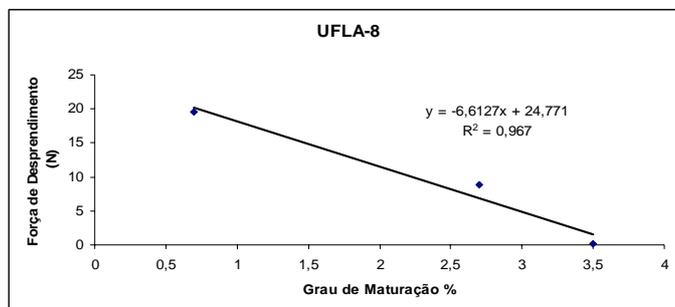


GRÁFICO 8 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 8 do banco de germoplasma da UFLA.

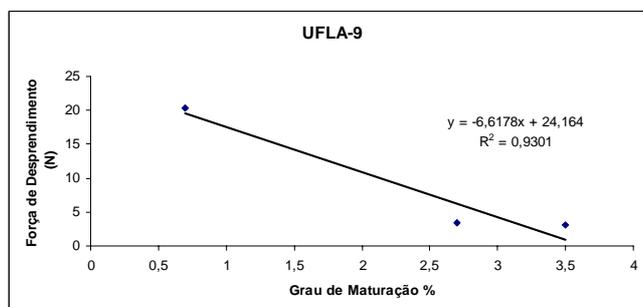


GRÁFICO 9 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 9 do banco de germoplasma da UFLA.

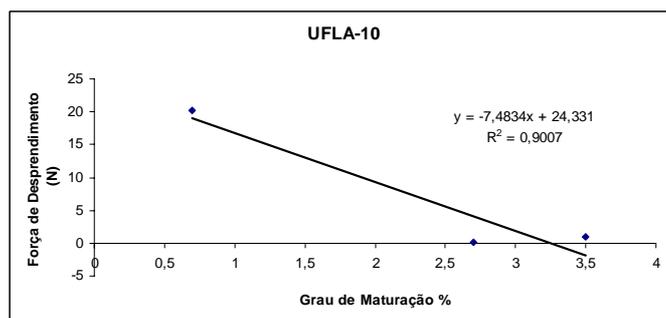


GRÁFICO 10 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 10 do banco de germoplasma da UFLA.

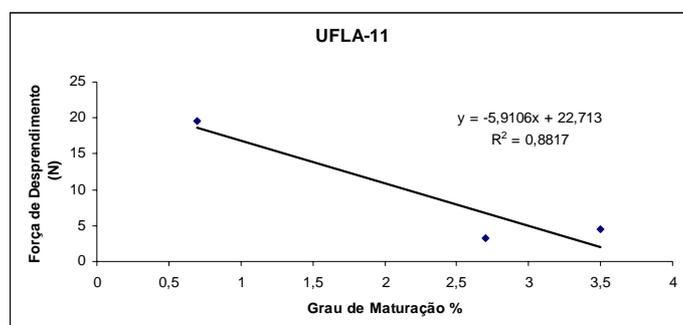


GRÁFICO 11 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 11 do banco de germoplasma da UFLA.

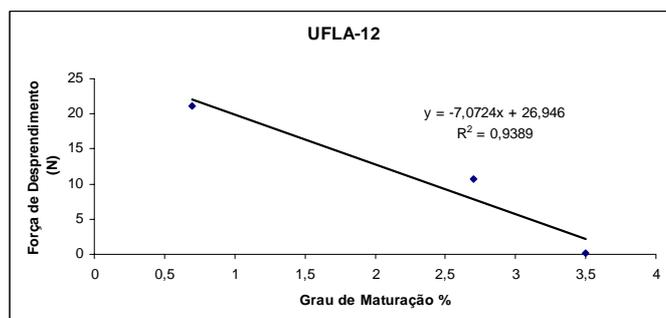


GRÁFICO 12 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 12 do banco de germoplasma da UFLA.

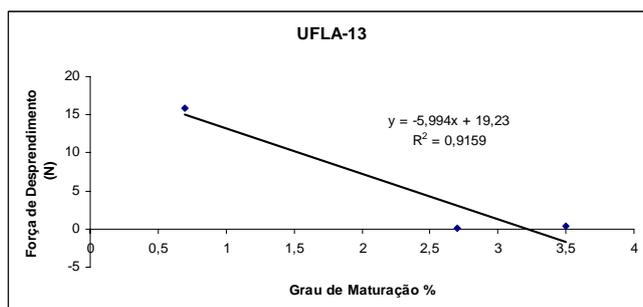


GRÁFICO 13 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 13 do banco de germoplasma da UFLA.

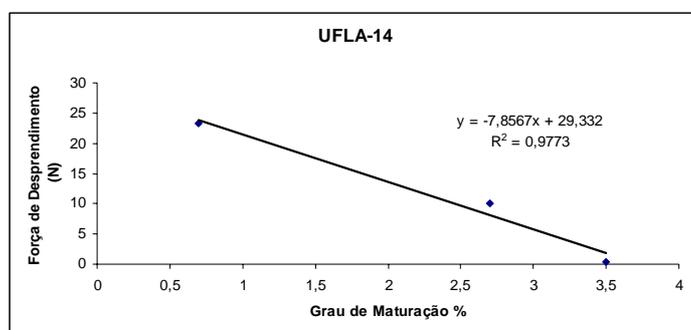


GRÁFICO 14 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 14 do banco de germoplasma da UFLA.

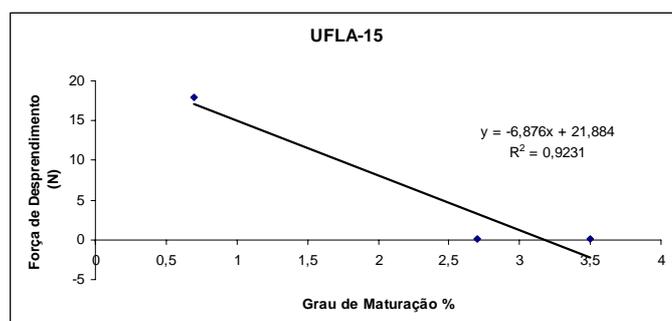


GRÁFICO 15 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 15 do banco de germoplasma da UFLA.

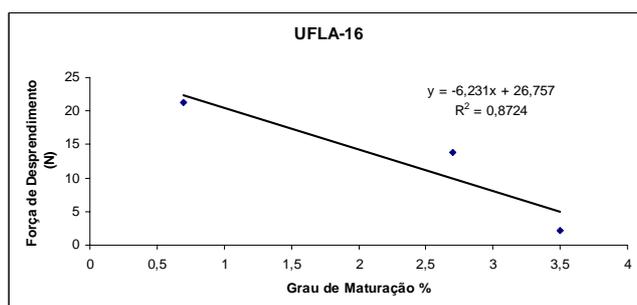


GRÁFICO 16 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-mansão, para o acesso 16 do banco de germoplasma da UFLA.

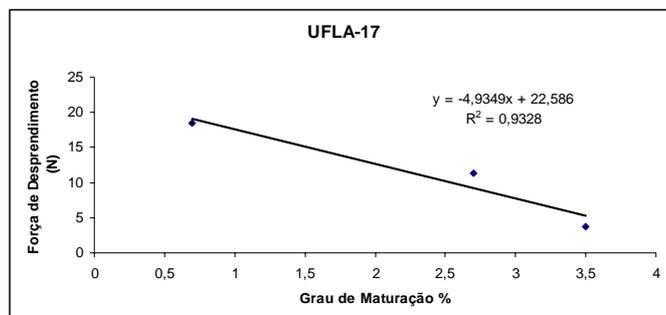


GRÁFICO 17 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 17 do banco de germoplasma da UFLA.

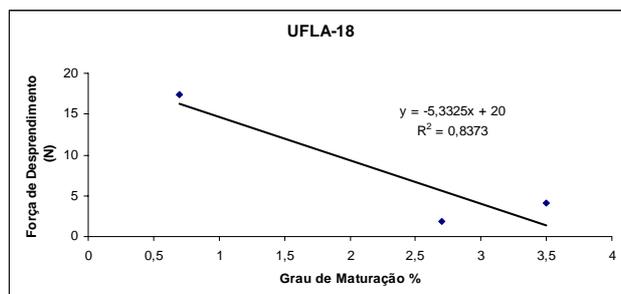


GRÁFICO 18 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 18 do banco de germoplasma da UFLA.

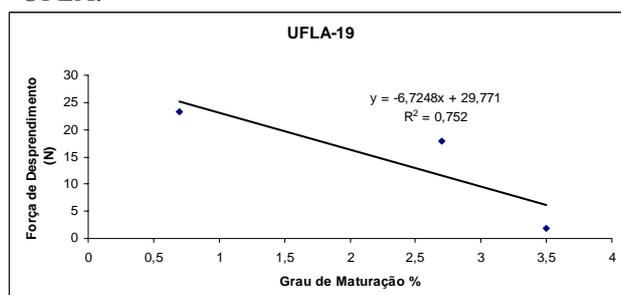


GRÁFICO 19 Modelo linear de força de desprendimento média (N) dos frutos de pinhão-manso, para o acesso 19 do banco de germoplasma da UFLA.

5 CONCLUSÕES

Houve diferença significativa da força de desprendimento dos frutos de pinhão-mansão entre diferentes estádios de maturação. Para os estádios de maturação verde e passa, não houve diferença significativa entre os acessos.

Para a força de desprendimento no estádio de maturação maduro houve diferença significativa entre os acessos, dividindo-se em dois grupos distintos, em que os acessos UFLA-1, UFLA-3, UFLA-8, UFLA-12, UFLA-14, UFLA-16, UFLA-17 e UFLA-19 apresentaram as maiores exigências de força, variando de 8,62 N a 17,85 N. Os acessos UFLA-2, UFLA-4, UFLA-5, UFLA-6, UFLA-9, UFLA-10, UFLA-11, UFLA-13, UFLA-15 e UFLA-18 apresentaram a menor exigência de força, variando de 0,11 N a 3,96 N, demonstrando estarem mais aptos à operação de colheita mecanizada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVELAR, R. C.; OLIVEIRA, E. L. de; SILVA, F. M.; FARIA, M. A.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. Avaliação da biometria e da força de desprendimento dos frutos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) com diferentes doses de potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008a. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_05/>. Acessado em: 12 maio 2009.

AVELAR, R. C.; SILVA, F. M.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. Força de desprendimento dos frutos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e biometria dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008b. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_05/>. Acesso em: 12 maio 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Brasília: Embrapa Produção de Informações, 1999. 412 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 2000. Software estatístico.

FILGUEIRAS, W. H. **Modelagem da planta de café por elementos finitos para estudos de colheita por vibração**. 2001. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PARCHOMCHUK, P.; COOKE, J. R. **Vibratory fruit harvesting**: an experimental analysis of fruit-stem dynamics. St. Joseph: ASAE, 1971. (Paper n. 71-650).

ROSA, U. A.; UPADHYAYA, S. K.; HONG, M. Y.; GOYAL, S.; SHAFII, M.; WILLIAMS, R.; JENKINS, B.; PARFITT, J.; DAVISON, A. A study on mechanical harvesting *Jatropha* for biodiesel production. In: ASABE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2009, Reno, Nevada. **Presentation...** Reno: [s.n.], 2009.

SILVA, F. C. **Efeito da força de desprendimento e da maturação dos frutos dos cafeeiros na colheita mecanizada**. 2008. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

WANG, J. K.; SHELLENBERGER, F. A. Effects of cumulative damage due to stress cycles on selective harvesting of coffee. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 66, n. 152, p. 252-255, 1967.

YUNG, C.; FRIDLEY, R. B. **Computer analysis of fruit detachment during tree shaking**. St. Joseph: ASAE, 1974. (Paper n. 74-3009).

ANEXOS

ANEXO A

Análise estatística descritiva da caracterização geométrica do pinhão-mansô

TABELA 1A Análise estatística descritiva do 1º ramo secundário.

ANEXO 1 – ESTUDO DO 1º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	4,25	71,59	16,66	2,19	186	25	0,04
Máximo	11,00	154,40	49,29	3,21	350	45	0,22
Mínimo	0,00	41,40	8,87	0,85	0	12	0,01
Desvio Padrão	2,78	22,55	11,55	0,63	122	9	0,04
Intervalo de Confiança	1,03	8,35	4,28	0,23	45	3	0,02
Coeficiente de Variação	65,50	31,50	69,35	28,57	65	34	99,39

TABELA 2A Análise estatística descritiva do 2º ramo secundário.

ANEXO 2 – ESTUDO DO 2º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	3,45	63,52	13,24	2,21	176	25	0,16
Máximo	9,00	104,30	51,69	3,37	350	47	1,10
Mínimo	0,00	33,89	8,28	0,95	5	16	0,02
Desvio Padrão	3,00	20,27	8,16	0,69	115	8	0,25
Intervalo de Confiança	1,09	7,38	2,97	0,25	42	3	0,09
Coeficiente de Variação	86,86	31,92	61,65	30,98	65	33	155,19

TABELA 3A Análise estatística descritiva do 3º ramo secundário.

ANEXO 3 – ESTUDO DO 3º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	2,79	58,27	13,30	2,42	206	26	0,24
Máximo	10,00	92,25	47,81	3,30	345	45	0,77
Mínimo	0,00	35,82	8,14	1,50	40	16	0,02
Desvio Padrão	2,24	13,61	9,22	0,58	98	7	0,21
Intervalo de Confiança	0,82	4,95	3,35	0,21	36	3	0,08
Coefficiente de Variação	80,27	23,35	69,30	24,07	48	29	87,74

TABELA 4A Análise estatística descritiva do 4º ramo secundário.

ANEXO 4 – ESTUDO DO 4º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	1,61	47,82	10,89	2,35	207	28	0,40
Máximo	7,00	88,52	16,20	7,48	354	53	1,47
Mínimo	0,00	29,37	7,90	1,09	15	14	0,04
Desvio Padrão	1,97	14,06	1,96	1,18	102	10	0,35
Intervalo de Confiança	0,73	5,21	0,73	0,44	38	4	0,13
Coefficiente de Variação	122,52	29,39	17,99	50,16	49	34	87,71

TABELA 5A Análise estatística descritiva do 5º ramo secundário.

ANEXO 5 – ESTUDO DO 5º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	1,68	46,52	12,98	1,99	171	34	0,66
Máximo	1,00	46,40	10,69	2,54	170	50	1,28
Mínimo	5,00	65,73	43,48	1,03	150	30	0,58
Desvio Padrão	1,70	16,28	7,38	0,73	120	12	0,51
Intervalo de Confiança	0,63	6,03	2,73	0,27	45	5	0,19
Coeficiente de Variação	101,33	34,99	56,88	36,58	70	37	77,01

TABELA 6A Análise estatística descritiva do 6º ramo secundário.

ANEXO 6 – ESTUDO DO 6º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,89	41,96	11,12	1,88	195	36	0,74
Máximo	4,00	65,39	28,21	3,08	358	59	2,00
Mínimo	0,00	18,16	8,47	0,48	14	18	0,17
Desvio Padrão	1,05	12,23	3,91	0,71	92	12	0,43
Intervalo de Confiança	0,40	4,61	1,48	0,27	35	5	0,16
Coeficiente de Variação	118,13	29,15	35,20	37,81	47	33	58,02

TABELA 7A Análise estatística descritiva do 7º ramo secundário.

ANEXO 7 – ESTUDO DO 7º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,79	39,19	12,59	1,69	178	36	0,89
Máximo	2,00	61,43	40,83	2,62	343	60	2,15
Mínimo	0,00	21,26	7,98	0,56	25	21	0,35
Desvio Padrão	0,78	9,50	6,46	0,56	96	10	0,49
Intervalo de Confiança	0,31	3,80	2,59	0,23	38	4	0,19
Coeficiente de Variação	98,40	24,24	51,34	33,40	54	28	54,70

TABELA 8A Análise estatística descritiva do 8º ramo secundário

ANEXO 8 – ESTUDO DO 8º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,74	36,42	12,60	1,51	158	36	1,02
Máximo	2,00	55,59	43,90	2,50	336	61	2,15
Mínimo	0,00	19,41	8,35	0,53	0	23	0,38
Desvio Padrão	0,75	9,23	7,48	0,63	112	10	0,48
Intervalo de Confiança	0,31	3,77	3,06	0,26	46	4	0,20
Coefficiente de Variação	101,72	25,34	59,33	42,02	71	29	46,82

TABELA 9A Análise estatística descritiva do 9º ramo secundário

ANEXO 9 – ESTUDO DO 9º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,74	33,41	12,11	1,34	234	40	1,22
Máximo	2,00	52,21	26,13	2,18	344	61	2,15
Mínimo	0,00	22,15	6,48	0,48	9	29	0,33
Desvio Padrão	0,73	8,16	4,25	0,57	106	10	0,53
Intervalo de Confiança	0,33	3,67	1,91	0,26	48	4	0,24
Coefficiente de Variação	99,55	24,42	35,07	42,48	45	24	43,59

TABELA 10A Análise estatística descritiva do 10º ramo secundário.

ANEXO 10 – ESTUDO DO 10º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,53	30,48	13,05	1,07	136	33	1,44
Máximo	2,00	47,89	25,96	2,02	318	52	2,41
Mínimo	0,00	19,25	7,07	0,31	0	0	0,79
Desvio Padrão	0,72	9,10	5,25	0,57	110	14	0,51
Intervalo de Confiança	0,34	4,33	2,50	0,27	52	7	0,24
Coefficiente de Variação	135,51	29,85	40,24	53,32	81	42	35,58

TABELA 11A Análise estatística descritiva do 11º ramo secundário

ANEXO 11 – ESTUDO DO 11º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,44	29,96	10,53	1,26	198	34	1,57
Máximo	2,00	46,05	13,90	2,19	355	51	2,55
Mínimo	0,00	18,57	8,66	0,44	48	27	0,82
Desvio Padrão	0,73	9,85	1,65	0,66	126	9	0,59
Intervalo de Confiança	0,47	6,43	1,08	0,43	82	6	0,39
Coefficiente de Variação	163,46	32,87	15,64	52,70	64	25	37,69

TABELA 12A Análise estatística descritiva do 12º ramo secundário

ANEXO 12 – ESTUDO DO 12º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,40	28,40	10,82	1,02	208	41	1,49
Máximo	1,00	36,83	14,33	1,45	310	54	1,93
Mínimo	0,00	20,81	5,78	0,68	51	27	0,81
Desvio Padrão	0,55	7,38	3,20	0,37	95	13	0,44
Intervalo de Confiança	0,48	6,47	2,80	0,32	83	11	0,38
Coeficiente de Variação	136,93	26,00	29,54	35,98	46	32	29,42

TABELA 13A Análise estatística descritiva do 13º ramo secundário

ANEXO 13 – ESTUDO DO 13º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,00	24,08	9,42	0,99	174	37	1,77
Máximo	0,00	32,50	10,89	1,47	341	48	2,36
Mínimo	0,00	17,80	8,24	0,53	48	27	0,82
Desvio Padrão	0,00	6,38	1,21	0,42	134	10	0,66
Intervalo de Confiança	-	6,26	1,18	0,41	131	10	0,65
Coefficiente de Variação	-	26,52	12,82	42,38	77	27	37,42

TABELA 14A Análise estatística descritiva do 14º ramo secundário.

ANEXO 14 – ESTUDO DO 14º RAMO SECUNDÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,00	26,63	9,31	1,16	205	36	1,75
Máximo	0,00	38,99	10,08	1,99	244	47	2,46
Mínimo	0,00	20,07	8,07	0,60	155	20	0,82
Desvio Padrão	0,00	10,71	1,09	0,73	45	14	0,84
Intervalo de Confiança	-	12,12	1,23	0,83	51	16	0,95
Coefficiente de Variação	-	40,22	11,67	62,88	22	39	48,11

TABELA 15A Análise estatística descritiva do 1º ramo terciário.

ANEXO 15 – ESTUDO DO 1º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,18	27,51	10,97	1,07	181	36	0,70
Máximo	6,00	94,56	24,43	2,74	355	80	2,32
Mínimo	0,00	13,06	3,81	0,19	0	10	0,02
Desvio Padrão	0,65	10,06	2,98	0,55	110	11	0,43
Intervalo de Confiança	0,09	1,47	0,43	0,08	16	2	0,06
Coefficiente de Variação	352,95	36,55	27,14	51,50	61	31	62,39

TABELA 16A Análise estatística descritiva do 2º ramo terciário.

ANEXO 16 – ESTUDO DO 2º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,35	29,05	12,06	1,11	177	35	0,87
Máximo	5,00	71,07	41,43	3,15	357	76	2,07
Mínimo	0,00	12,83	6,84	0,21	0	10	0,05
Desvio Padrão	0,87	12,03	4,52	0,69	111	12	0,49
Intervalo de Confiança	0,17	2,30	0,86	0,13	21	2	0,09
Coefficiente de Variação	245,70	41,40	37,45	62,17	63	33	56,05

TABELA 17A Análise estatística descritiva do 3º ramo terciário.

ANEXO 17 – ESTUDO DO 3º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,32	31,44	11,46	1,28	160	35	0,91
Máximo	4,00	75,07	28,19	3,24	333	76	2,20
Mínimo	0,00	14,73	7,09	0,19	0	16	0,08
Desvio Padrão	0,81	12,07	3,02	0,70	103	12	0,55
Intervalo de Confiança	0,19	2,91	0,73	0,17	25	3	0,13
Coefficiente de Variação	253,59	38,38	26,39	54,73	64	33	59,89

TABELA 18A Análise estatística descritiva do 4º ramo terciário.

ANEXO 18 – ESTUDO DO 4º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,21	29,48	11,73	1,22	205	38	1,01
Máximo	4,00	50,82	27,75	2,84	338	65	2,20
Mínimo	0,00	14,44	6,85	0,40	10	21	0,22
Desvio Padrão	0,72	8,37	3,65	0,52	88	11	0,53
Intervalo de Confiança	0,22	2,53	1,10	0,16	27	3	0,16
Coefficiente de Variação	334,55	28,39	31,09	42,69	43	29	52,28

TABELA 19A Análise estatística descritiva do 5º ramo terciário.

ANEXO 19 – ESTUDO DO 5º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos quaternaries	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,13	27,31	12,13	1,11	189	39	1,11
Máximo	2,00	51,88	20,18	2,84	345	66	2,39
Mínimo	0,00	15,71	6,66	0,39	28	25	0,32
Desvio Padrão	0,42	8,23	3,06	0,55	107	10	0,48
Intervalo de Confiança	0,15	2,85	1,06	0,19	37	3	0,17
Coeficiente de Variação	336,97	30,13	25,25	49,44	57	26	43,16

TABELA 20A Análise estatística descritiva do 6º ramo terciário.

ANEXO 20 – ESTUDO DO 6º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos quaternaries	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,45	27,47	12,47	1,10	222	40	1,11
Máximo	2,00	44,94	27,38	2,50	358	66	1,71
Mínimo	0,00	15,58	7,61	0,23	46	24	0,55
Desvio Padrão	0,76	7,85	4,44	0,58	98	10	0,41
Intervalo de Confiança	0,33	3,44	1,95	0,26	43	5	0,18
Coefficiente de Variação	168,70	28,56	35,63	53,37	44	26	37,27

TABELA 21A Análise estatística descritiva do 7º ramo terciário.

ANEXO 21 – ESTUDO DO 7º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos quaternaries	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,07	24,76	10,85	0,98	184	39	1,27
Máximo	1,00	34,45	14,63	1,53	336	52	2,16
Mínimo	0,00	10,82	7,48	0,36	46	27	0,56
Desvio Padrão	0,27	6,38	2,03	0,33	99	8	0,47
Intervalo de Confiança	0,14	3,34	1,06	0,17	52	4	0,24
Coefficiente de Variação	374,17	25,77	18,67	34,03	54	21	36,88

TABELA 22A Análise estatística descritiva do 8º ramo terciário.

ANEXO 22 – ESTUDO DO 8º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos quaternaries	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,09	23,26	10,60	0,84	164	38	1,55
Máximo	1,00	35,70	17,37	1,56	349	51	2,16
Mínimo	0,00	14,69	6,16	0,49	31	27	0,69
Desvio Padrão	0,30	5,77	3,40	0,34	125	7	0,49
Intervalo de Confiança	0,18	3,41	2,01	0,20	74	4	0,29
Coefficiente de Variação	331,66	24,80	32,07	39,94	76	19	31,50

TABELA 23A Análise estatística descritiva do 9º ramo terciário.

ANEXO 23 – ESTUDO DO 9º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos quaternaries	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,20	25,49	12,06	0,92	168	33	1,71
Máximo	1,00	29,07	11,91	1,41	180	29	1,69
Mínimo	0,00	25,09	10,52	1,16	40	34	0,84
Desvio Padrão	0,45	3,23	2,83	0,48	105	6	0,55
Intervalo de Confiança	0,39	2,83	2,48	0,42	92	5	0,48
Coefficiente de Variação	223,61	12,67	23,51	52,48	62	18	32,11

TABELA 24A Análise estatística descritiva do 10º ramo terciário.

ANEXO 24 – ESTUDO DO 10º RAMO TERCIÁRIO							
Medidas	Número de ramos quaternaries	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,50	29,93	12,27	1,33	176	31	1,23
Máximo	1,00	35,33	15,35	1,74	250	36	2,28
Mínimo	0,00	21,91	9,63	0,67	86	20	0,08
Desvio Padrão	0,58	6,19	2,37	0,46	69	8	0,96
Intervalo de Confiança	0,57	6,07	2,32	0,45	67	7	0,94
Coefficiente de Variação	115,47	20,70	19,31	34,60	39	24	78,60

TABELA 25A Análise estatística descritiva do 1º ramo quaternário.

ANEXO 25 – ESTUDO DO 1º RAMO QUARTENÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,00	22,68	11,13	0,90	185	36	0,71
Máximo	0,00	63,18	19,05	2,83	355	64	1,46
Mínimo	0,00	2,14	6,15	0,29	0	12	0,01
Desvio Padrão	0,00	7,88	2,97	0,48	109	12	0,35
Intervalo de Confiança	#NÚM!	1,77	0,67	0,11	24	3	0,08
Coefficiente de Variação	#DIV/0!	34,75	26,72	53,69	59	33	49,10

TABELA 26A Análise estatística descritiva do 2º ramo quaternário.

ANEXO 26 – ESTUDO DO 2º RAMO QUARTENÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,00	23,05	10,89	0,92	142	34	0,96
Máximo	0,00	57,55	16,10	3,30	355	62	2,20
Mínimo	0,00	14,09	6,66	0,23	2	13	0,01
Desvio Padrão	0,00	8,29	2,35	0,58	109	12	0,55
Intervalo de Confiança	#NÚM!	3,02	0,86	0,21	40	4	0,20
Coefficiente de Variação	#DIV/0!	35,98	21,59	62,87	77	34	56,87

TABELA 27A Análise estatística descritiva do 3º ramo quaternário.

ANEXO 27 – ESTUDO DO 2º RAMO QUARTENÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,00	23,25	13,05	0,72	189	39	1,04
Máximo	0,00	48,98	17,70	1,70	355	55	2,00
Mínimo	0,00	15,54	7,60	0,30	50	5	0,11
Desvio Padrão	0,00	9,27	3,25	0,48	90	12	0,64
Intervalo de Confiança	#NÚM!	5,48	1,92	0,29	53	7	0,38
Coefficiente de Variação	#DIV/0!	39,86	24,92	66,86	47	32	61,85

TABELA 28A Análise estatística descritiva do 4º ramo quaternário.

ANEXO 28 – ESTUDO DO 4º RAMO QUARTENÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,00	26,93	10,61	1,02	204	36	1,17
Máximo	0,00	48,98	16,36	1,70	320	55	1,86
Mínimo	0,00	18,17	6,55	0,49	30	25	0,70
Desvio Padrão	0,00	11,27	3,63	0,51	101	11	0,41
Intervalo de Confiança	-	9,02	2,91	0,41	80	9	0,33
Coefficiente de Variação	-	41,84	34,24	49,98	49	30	34,94

TABELA 29A Análise estatística descritiva do 5º ramo quaternário.

ANEXO 29 – ESTUDO DO 5º RAMO QUARTENÁRIO							
Medidas	Número de ramos terciários	Diâmetro inicial do ramo (mm)	Diâmetro final do ramo (mm)	Comprimento do ramo (m)	Ângulo α (graus)	Ângulo β (graus)	Altura de inserção do ramo (m)
Média	0,00	22,34	12,87	0,87	144	37	1,52
Máximo	0,00	24,35	15,46	1,22	309	40	2,20
Mínimo	0,00	18,58	9,55	0,66	22	35	0,86
Desvio Padrão	0,00	3,26	3,02	0,31	148	3	0,67
Intervalo de Confiança	-	3,69	3,42	0,35	168	3	0,76
Coefficiente de Variação	-	14,60	23,48	35,07	103	7	44,09

ANEXO B

Análise de variância da biometria dos frutos de pinhão-mansão do banco de germoplasma da UFLA

TABELA 1B ANAVA do comprimento (mm) dos frutos de pinhão-mansão do banco de germoplasma da UFLA.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA – ESTUDOS DE BIOMETRIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ACESSOS	18	310,311556	17,239531	2,149	0,0061 *
EST.,MAT.	2	1312,146832	656,073416	81,793	0,0000 *
AC*EST.MAT.	36	313,968652	8,721351	1,087	0,3516 NS
ERRO	171	1371,615425	8,021143		
Total corrigido	227	3308,042464			
CV(%) =	9,30				
Média geral:		30,4546053	Número de observações:	228	

TABELA 2B ANAVA da largura (mm) dos frutos de pinhão-mansão do banco de germoplasma da UFLA.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA – LARGURA DO FRUTO					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ACESSO	18	257,581531	14,310085	2,740	0,0004 *
EST. MAT.	2	1624,801359	812,400679	155,538	0,0000 *
AC*EST.MAT	36	267,415875	7,428219	1,422	0,0719 NS
ERRO	171	893,161650	5,223168		
Total corrigido	227	3042,960414			
CV (%) =	9,33				
Média geral:		24,5022807	Número de observações:	228	

TABELA 3B ANAVA da relação largura/comprimento dos frutos de pinhão-mansão do banco de germoplasma da UFLA.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ACESSO	18	0,156204	0,008678	1,624	0,0587 NS
MAT.	2	0,161227	0,080614	15,089	0,0000 *
AC*EST.MAT	36	0,144273	0,004008	0,750	0,8448NS
ERRO	171	0,913575	0,005343		
Total corrigido	227	1,375279			
CV (%) =	9,08				
Média geral:		0,8053070	Número de observações:	228	

TABELA 4B ANAVA do peso dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ACESSO	18	354,679487	19,704416	3,581	0,0000 *
MAT	2	2706,871787	1353,435893	245,943	0,0000 *
AC*EST.MAT	36	358,461813	9,957273	1,809	0,0066 *
ERRO	171	941,020550	5,503044		
Total corrigido	227	4361,033637			
CV (%) =	26,37				
Média geral:	8,8955263	Número de observações:	228		

TABELA 5B ANAVA do número de sementes por fruto dos frutos de pinhão-manso do banco de germoplasma da UFLA.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ACESSO	18	16,649123	0,924951	2,088	0,0081 *
EST. MAT.	2	1,061404	0,530702	1,198	0,3043NS
AC.*MAT.	36	10,271930	0,285331	0,644	0,9399 NS
ERRO	171	75,750000	0,442982		
Total corrigido	227	103,732456			
CV (%) =	27,44				
Média geral:	2,4254386	Número de observações:	228		

TABELA 6B ANAVA da força de desprendimento dos frutos do banco de germoplasma da UFLA em diferentes estádios de maturação.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ACESSO	18	1200,573818	66,698545	2,874	0,0002
IDADE FISIOLÓGICA	2	12960,126624	6480,063312	279,247	0,0000
AC*IDADE FISIOLÓGICA	36	1663,990593	46,221961	1,992	0,0019
ERRO	171	3968,144550	23,205524		
Total corrigido	227	19792,835584			
CV (%) =	52,76				
Média geral:	9,1302632	Número de observações:	228		