



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CARLOS AUGUSTO DEL DUCCA

**MATURAÇÃO FISIOLÓGICA E ACÚMULO DE ÓLEO EM  
SEMENTES DE *Jatropha curcas* L.**

---

Londrina  
2012

CARLOS AUGUSTO DEL DUCCA

**MATURAÇÃO FISIOLÓGICA E ACÚMULO DE ÓLEO EM  
SEMENTES DE *Jatropha curcas* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Bioenergia, Área de Concentração em Biocombustíveis.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Egidio Cavenaghi Prete.

Londrina  
2012

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina

### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

D345m Del Ducca, Carlos Augusto.  
Maturação fisiológica e acúmulo de óleo em sementes de  
*Jatropha curcas L.* / Carlos Augusto Del Ducca. – Londrina,  
2012. 46 f. : il.

Orientador: Cássio Egídio Cavenaghi Prete.  
Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de  
Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação  
em Biotecnologia, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Óleo de pinhão manso – Teses. 2. Bioenergia – Teses. 3. Pinhão  
manso – Colheita – Teses. 4. Biocombustíveis – Teses. 5. Óleos e  
gorduras – Teses. 6. *Jatropha curcas L.* – Teses I. Prete, Cássio  
Egídio Cavenaghi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de  
Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Título.

CDU 665.3

CARLOS AUGUSTO DEL DUCCA

**MATURAÇÃO FISIOLÓGICA E ACÚMULO DE ÓLEO EM SEMENTES  
DE *Jatropha curcas* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Bioenergia como parte das exigências para a obtenção de título de Mestre em Bioenergia, Área de Concentração em Biocombustíveis.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.Dr. Cássio Egídio Cavenaghi Prete  
UEL – Londrina – PR

---

Dr. Mateus Carvalho Basílio de Azevedo  
IAPAR – Paranaíba – PR

---

Dr. Paulo Henrique Caramori  
IAPAR – Londrina – PR

Londrina, 25 de junho de 2012

Dedico este estudo à Raquel, minha esposa, e aos meus filhos Sofia e Samuel razão de minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Pedro Del Ducca (“in memoriam”), e Maria Jardim Del Ducca, a Dona Ziza, pelo dom da vida, e por sempre terem sido modelos de casal e pais.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi Prete, não só pela constante orientação neste trabalho, mas, sobretudo pela sua amizade.

Ao Dr. Paulo Henrique Caramori, agrometeorologista do Iapar de Londrina, incentivador deste estudo desde seus primórdios.

Aos colegas de mestrado, de modo especial ao André Franco, por sua amizade e dedicação. Aos amigos, José Leonardo Bruno, pela ajuda na preparação dos exames laboratoriais, sempre com muita dedicação, e Vitor Camargo do Nascimento Junior, pela ajuda nos exames de determinação de umidade e pela ajuda nas análises estatísticas.

Agradeço também ao Instituto Emater, por permitir a liberação do ponto de serviço, sem o qual este estudo seria impraticável. Aos amigos da Emater, Marcelo de Paranacity pelo incentivo e motivação quando tudo não passava de um sonho, ao Tadeu de Diamante do Norte, Maurina, da Unidade Central, e ao Edson Siquerolo, pela compreensão e assistência sempre que precisei. Aos funcionários do Iapar de Paranavaí, através do Alípio onde sempre fui bem acolhido. Enfim, ao amigo Jurandir Alves Contro, pelo incentivo moral e material nos momentos difíceis. Mas, sobretudo agradeço a Aparecida Cristina Cardoso que foi meu braço direito no pré-projeto deste mestrado e a Maria Luiza Ferreira Rezende, minha cunhada Misa, pela dedicação e colaboração no abstract e na revisão ortográfica.

Por fim, agradeço a Deus, pois todas essas pessoas que contribuíram comigo para que tudo isso fosse possível, são frutos de seu amor e providência na minha vida. A Ele, o louvor, a adoração e ação de graças por toda minha vida.

A todos, o meu muito obrigado!

“Porque qualquer homem, mesmo perfeito, entre os homens não será nada, se lhe falta a Sabedoria que vem de vós.” Sabedoria 9, 6.

DEL DUCCA, Carlos Augusto. **Maturação fisiológica e acúmulo de óleo em sementes de *Jatropha curcas* L.** 2012. 46f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

## RESUMO

O presente estudo avaliou a maturação fisiológica e acúmulo de óleo em sementes de frutos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Determinou-se o ponto de maturação fisiológica de sementes de pinhão manso em dias após o aparecimento das flores (DAF). Os resultados obtidos e sua interpretação visam diminuir o número de colheitas e reduzir os custos de produção, uma vez que a colheita é a operação que mais onera o cultivo do pinhão manso. O estudo realizado ocorreu em plantas localizadas na cidade de Paranavaí-PR durante duas safras, 2010 / 2011 e 2011 / 2012. A coleta dos frutos deu-se nesses dois períodos em cinco diferentes estágios de desenvolvimento, começando com 30 dias após o aparecimento das inflorescências (DAF), com intervalo de 15 dias entre as coletas até os 90 dias. Após o aparecimento das primeiras inflorescências que ocorreram no primeiro ano, em 25 de outubro de 2010, e no segundo ano, em 24 de outubro de 2011, houve a marcação das estruturas florais, e após 30 dias, iniciaram as coletas com intervalo de 15 dias entre elas (30, 45, 60, 75, 90 dias), sendo que a última coleta (90 DAF) aconteceu quando os frutos já estavam secos na planta. Em cada estágio de desenvolvimento dos frutos, avaliou-se o teor de umidade (%), massa de matéria seca da semente ( $\text{g semente}^{-1}$ ), teor de lipídios (%), emergência (%) e vigor (velocidade de emergência). O teor de lipídios foi determinado utilizando-se o método de Soxhlet com hidrólise ácida prévia. O teor de umidade foi determinado em estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$  por 24 h, e a massa de matéria seca determinada em gramas  $\text{semente}^{-1}$ . O índice de velocidade de emergência (IVE) em primeira e segunda contagem, aos 7 e 14 dias foi o instrumento para se obter a determinação do vigor. O quarto estágio de desenvolvimento dos frutos, aos 75 dias após o aparecimento das flores, foi o que apresentou as melhores características fisiológicas de maturação das sementes. Nesta fase, onde a cor do epicarpo dos frutos é de amarelo com manchas marrons a totalmente marrons com as sementes pretas, encontraram-se os maiores teores de lipídios com 34,29%, emergência de plântulas com 90,75% e alto vigor. A colheita de frutos nessa fase proporcionará maior rendimento de óleo e reduzirá o número de colheitas a serem realizadas, refletindo em menor custo de produção.

**Palavras-chave:** Pinhão manso. Bioenergia. Época de colheita.

DEL DUCCA, Carlos Augusto. **Physiological maturation and oil accumulation in seeds of *Jatropha curcas* L.** 2012. 46f. Dissertation (Master in Bioenergy) - State University of Londrina, Londrina, 2012.

## ABSTRACT

This study evaluated the best time to harvest the fruits of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.). We tried to determine the point of the physiological maturing of seeds of *Jatropha* in days after the spring up of the flowers (DAF). The reached results as well as its interpretation aim to reduce the number of harvests and also to reduce the production costs, since the harvesting operation is the most onerous of the cultivation of *Jatropha*. The study occurred in plants located in the city of Paranavaí-PR during two growing seasons, 2010 / 2011 and 2011 / 2012. The fruit picking took place in these two periods in five different stages of development, starting with 30 days after the spring up of the inflorescences (DAF), with intervals of 15 days between the picking until 90 days. After the spring up of the first inflorescences that occurred in the first year, on October 25 2010, and in the second year, on October 24 2011, there was the marking of the floral structures, and after 30 days, the picking started with intervals of 15 days (30, 45, 60, 75, 90 days), and the last picking (90 DAF) happened when the fruits were already dried on the plant. At each stage of fruit development, assessments were made of the moisture content, mass of dry matter in seed  $\text{g}^{-1}$ , lipids content, rate of emergence and vigor. The lipids content was determined using the method for determining the Content of Lipids with Acid Hydrolysis Prior by Soxhlet - Method B, for a period of 2,5 hours with petroleum ether as solvent. The determination of moisture was in the oven at  $105^{\circ} \text{C} \pm 3$  for 24 h, and the mass of dry matter was determined in grams seed  $^{-1}$ . The index of emergency speed IVE at first and second score and at 7 and 14 days was used to determinate the vigor. According to the data of this research, the 4th stage of the fruits development, at 75 days after the spring up of the flowers (DAF), presented the best physiological characteristics of the seeds maturing. At this stage, we found the highest values of lipids with 34,29 %, seedling emergence with 90,75 %, and high vigor. The harvest of fruits at this stage will provide greater oil productivity and will reduce the number of harvests to be performed, reducing their costs.

Keywords: Physic nut. Bio energy. Harvest.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Análise química do solo, na profundidade de 0 – 20 cm, da Unidade de Observação de Pinhão Manso. Paranaíba-PR .....	24
<b>Tabela 2</b> – Análise granulométrica do solo da Unidade de Observação de Pinhão Manso. Paranaíba-PR.....	24
<b>Tabela 3</b> – Dados climáticos das safras 2010/2011 e 2011/2012.....	25
<b>Tabela 4</b> – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre o teor de água nas sementes em base úmida em duas safras. Paranaíba-PR .....	29
<b>Tabela 5</b> – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre a massa de matéria seca (g sementes <sup>-1</sup> ) em duas safras. Paranaíba-PR .....	30
<b>Tabela 6</b> – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre o teor de lipídios (%) em duas safras. Paranaíba-PR .....	30
<b>Tabela 7</b> – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre a emergência de plântulas (%) em duas safras. Paranaíba-PR .....	31
<b>Tabela 8</b> – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre o vigor das sementes em duas safras. Paranaíba-PR .....	31

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Estrutura das inflorescências de <i>Jatropha</i> com 6 e 10 cimes compostos .....	19
<b>Figura 2</b> – Resultados da primeira safra (2010/2011) em percentagem. Paranaíba – PR.....	32
<b>Figura 3</b> – Resultados da segunda safra (2011/2012) em percentagem. Paranaíba – PR.....	33
<b>Figura 4</b> – Resultados das duas safras (2010/2011 e 2011/2012) em percentagem. Paranaíba-PR .....	34
<b>Figura 5</b> – Frutos verdes e sementes brancas 30 DAF .....	42
<b>Figura 6</b> – Frutos verdes e sementes acinzentadas a marrons 45 DAF .....	42
<b>Figura 7</b> – Frutos verdes amarelados e sementes pretas brilhantes 60 DAF .....	43
<b>Figura 8</b> – Frutos amarelos e manchados de marrons e sementes pretas 75 DAF .....	43
<b>Figura 9</b> – Frutos marrons secos e sementes pretas opacas 90 DAF.....	44
<b>Figura 10</b> – Localização U.O Pinhão Manso e estação meteorológica do IAPAR .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ANP</b>	Agência Nacional do Petróleo
<b>DAF</b>	Dias Após o Florescimento
<b>DIC</b>	Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>IVE</b>	Índice de Velocidade de Emergência
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PC</b>	Primeira Contagem
<b>PNPB</b>	Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel
<b>PROBIODIESEL</b>	Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel
<b>SC</b>	Segunda Contagem
<b>SASM-Agri</b>	Sistema de Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas
<b>U.O</b>	Unidade de Observação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
3.1 A PLANTA .....	16
3.2 FLORESCIMENTO .....	18
3.3 DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DAS SEMENTES .....	20
3.4 ACÚMULO DE LIPÍDIOS .....	22
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
4.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA E MASSA DE MATÉRIA SECA NAS SEMENTES ....	26
4.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDIOS NAS SEMENTES .....	26
4.3 TESTES DE EMERGÊNCIA E VIGOR .....	27
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
5.1 TEOR DE ÁGUA NAS SEMENTES .....	29
5.2 MASSA DE MATÉRIA SECA DAS SEMENTES .....	29
5.3 TEOR DE LIPÍDIOS .....	30
5.4 EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS .....	30
5.5 VIGOR DAS SEMENTES .....	31
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	36
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	37
<b>APÊNDICES</b> .....	41
APÊNDICE A – Fotos dos estágios de desenvolvimento de frutos e sementes....	42

<b>ANEXOS</b> .....	45
ANEXO A – Localização da U.O de pinhão manso e estação meteorológica .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

O aquecimento global vem provocando mudanças climáticas em todo planeta, causado pelo aumento das emissões de gases causadores do efeito estufa. O desenvolvimento da agricultura de modo convencional liberou carbono armazenado há milhões de anos para a atmosfera.

O setor de transportes e serviços também responde em grande parte por essas emissões provenientes da queima dos combustíveis fósseis tais como carvão mineral, óleo diesel, gasolina, entre outros. O Brasil também contribui para o aumento das emissões, pois tem sua frota de transportes baseada em caminhões movidos a óleo Diesel.

Dos 750 milhões de m<sup>3</sup> de óleo Diesel que o mundo consome anualmente, o Brasil consumiu 49 milhões m<sup>3</sup> no ano de 2010 de acordo com a Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2012).

Em 2002, o Ministério da Ciência e Tecnologia lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel (PROBIODIESEL). São três as principais diretrizes que embasam o programa de Biodiesel: 1ª) implantar um programa sustentável, promovendo a inclusão social; 2ª) garantir preços competitivos, qualidade e escala de suprimento; 3ª) produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas em regiões diversas.

Atualmente, a produção de biodiesel no Brasil tem como matéria prima a cultura da soja que responde com 77,35% do biodiesel produzido, seguido pela gordura bovina 16,11%, óleo de algodão 3,66%, outros materiais graxos 1,88%, óleo de fritura 0,71% e gordura de porco com 0,29% (ANP, 2012). Após a frustrada tentativa de basear o programa do biodiesel na cultura da mamona, outras culturas foram apresentadas como crambe, dendê e o pinhão manso, entre outras. Uma forma de reduzir os custos de produção de biodiesel é utilizar matérias primas de baixo custo e que contenham altos teores de ácidos graxos.

Neste contexto, há um significativo direcionamento para a utilização do pinhão manso *Jatropha curcas* L. como matéria prima para a produção de biodiesel no Brasil e no mundo. Apresentada como uma planta de características desejáveis como: elevado potencial de rendimento de sementes; alto teor de ácidos graxos nas mesmas; oleaginosa perene; espécie não alimentar não apresentando

concorrência com as culturas alimentares. É uma opção interessante para a agricultura familiar, dependente de mão de obra, gerando empregos no campo.

Apesar de ser considerada uma planta rústica, adaptada a condições edafoclimáticas marginais, o pinhão manso é uma planta de hábito de crescimento indeterminado. A maturação dos frutos é desuniforme, sendo necessárias mais de quatro colheitas anuais o que dificulta a realização da mesma além de onerar o custo de produção.

O estudo das diversas fases de desenvolvimento dos frutos determinando fatores, tais como: umidade, teor de lipídios, bem como o vigor das sementes, poderá auxiliar a determinar o ponto de maturação fisiológica dos frutos reduzindo o número de colheitas e conseqüentemente os custos de produção. Recomendação sobre épocas de realização da colheita de frutos de pinhão manso ainda é uma questão difícil. Portanto, compreender as mudanças físicas e químicas por que passam os frutos no seu processo de amadurecimento servirá de base para melhor indicar um período de colheita, minimizando as perdas e maximizando o rendimento de frutos maduros.

Este estudo foi baseado na determinação do melhor período de colheita dos frutos de pinhão manso em dias após o aparecimento das flores (DAF). Os resultados obtidos e sua interpretação visam demonstrar o período de maturação fisiológica dos frutos com o maior acúmulo de óleo nas sementes. A determinação deste período poderá reduzir o número de colheitas, aumentar o rendimento de óleo  $ha^{-1}$  e conseqüentemente reduzir os custos de produção, uma vez que a colheita é a operação que mais onera o cultivo do pinhão manso.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com este trabalho avaliar o ponto de maturação fisiológica e o acúmulo de óleo em sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em dias após o aparecimento das flores (DAF).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar o ponto de maturação fisiológica e o acúmulo de óleo em sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) colhidas aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o aparecimento das flores (DAF), por meio da avaliação de teor de água, massa de matéria seca das sementes, teor de lipídios e vigor das sementes pelo teste de emergência de plântulas.

Realizar as avaliações em dois anos agrícolas (2010/2011 e 2011/2012), na região Noroeste do Estado do Paraná.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Cruz e Arns (2006), a comunidade internacional começou a se preocupar com a degradação ambiental do nosso planeta na década de 60. Este fato levou a Organização das Nações Unidas (ONU) a promover no ano de 1972 uma conferência sobre meio ambiente em Estocolmo, onde apareceram os primeiros princípios da Política Global do Meio Ambiente.

Silva (2006) apud Souza et al. (2006) relata que no Brasil as preocupações ambientais só vieram a ser contempladas pelo governo após a promulgação da Constituição de 1988.

Devido ao aumento das preocupações quanto ao futuro da oferta de petróleo e tendo em vistas as opções de produção de combustíveis, a energia da biomassa se apresenta como uma das melhores alternativas. Este recente interesse na energia da biomassa tem dado ênfase em aplicações que produzam combustíveis líquidos como etanol e o biodiesel para o setor de transporte (GOLDEMBERG, 2009).

O biodiesel passa a fazer parte da matriz energética brasileira com assinatura da lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005 (SOUZA et al., 2006).

A procura de oleaginosas alternativas para a produção de biodiesel encontra como uma das opções o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), planta rústica com alto teor de óleo não comestível, excelente para a produção de biodiesel (GONÇALVES; MENDONÇA; LAVIOLA, 2009).

Segundo Durães e Laviola (2009), o pinhão manso é uma opção como matéria prima dentro do Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB). Apresenta elevado teor de óleo nas sementes (35-38%), é uma planta perene, rústica, com adaptabilidade às diferentes regiões e com precocidade de produção e longevidade apesar de apresentar princípios tóxicos nas sementes.

#### 3.1 A PLANTA

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie perene, monóica da família das Euphorbiaceae. Essa família botânica também inclui a mamoneira (*Ricinus communis* L.), a mandioca (*Manihot esculenta*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*) (DURÃES et al., 2009).

Acredita-se que a *Jatropha* seja originária da América Central, porém vegeta espontaneamente em diversas regiões do Brasil (HELLER, 1996; BELTRÃO et al., 2007).

A espécie é perene e apresenta amplitude de adaptação edafo-climática, rápido crescimento, fácil propagação e rusticidade, cultivada em áreas de baixa e alta precipitação, com baixo custo de sementes e elevado teor de óleo (SUJATHA; REDDY, 2008).

Segundo Peixoto (1973), o pinhão manso é uma arvoreta suculenta que atinge de 3 a 5 metros e até 8 a 12 m de altura com diâmetro de tronco de 20 cm. O caule é liso, macio e esverdeado, cinzento castanho e seu lenho é pouco resistente. O floema encerra canais compridos que se prolongam até as raízes, nos quais circula o látex.

O tronco tem tendência a se ramificar desde a base. Os ramos são espalhados e longos, apresentam cicatrizes deixadas pela queda das folhas.

As folhas são decíduas, alternadas e sobrepostas, filotaxia em espiral e cada folha é inserida 105° da próxima. São cordatadas na base, 5-5 lobadas. As folhas novas apresentam-se com coloração vermelho vinho, cobertas com lanugem branca, e à medida que se expandem, tornam-se verdes, pálidas brilhantes e glabras, com nervuras esbranquiçadas e salientes em sua face inferior.

O pecíolo é longo e esverdeado, do qual partem as nervuras divergentes. Os pecíolos caem em parte ou totalmente, no final da época seca, ou durante a estação fria. A planta permanece em repouso até o começo da primavera, ou da época das chuvas nas regiões secas. A brotação nova na ponta dos galhos desenvolvidos no período anterior de crescimento assinala o fim do repouso vegetativo.

Rosado et al. (2009), avaliando a diversidade genética de 193 acessos de pinhão manso do banco de germoplasma da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), coletados em diferentes regiões do Brasil, descobriu que os mesmos possuem uma ancestralidade comum não existindo portanto diversidade genética por origem.

Ferrari et al. (2009) estudaram a composição química dos constituintes tóxicos em acessos de pinhão manso e descobriram que estes constituintes são a lecitina curcina abundante nas sementes que caracterizam por sua ação antinutricional, mas também encontrou a presença de ésteres de forbol. Os

ésteres de forbol é o elemento tóxico que causa náuseas, diarréias com hemorragia. Foram encontrados níveis diferentes de éster de forbol nos 26 acessos estudados encontrando uma variação de  $1,41 \text{ mg g}^{-1}$  na menos tóxica a  $8,97 \text{ mg g}^{-1}$  nas mais tóxicas.

Silip et al. (2010a), estudando o ciclo de vida de *Jatropha curcas* (L.) na Malásia, concluiu que a variabilidade encontrada do ciclo da planta em dias entre os acessos estudados, ocorreu devido ao hábito de crescimento indeterminado. O alto custo de colheita da cultura pode ser devido a este hábito de crescimento, pois ocorre a heterogeneidade de maturação de seus frutos. Isto faz com que aconteçam freqüentes erros de previsão do período de colheita, ao contrário da maioria das plantas comerciais que apresentam hábito de crescimento determinado e uniforme maturação de frutos.

Por se tratar de uma planta não domesticada as recomendações de adubação e plantio ainda não estão totalmente padronizadas. Carvalho et al. (2009) apresentam informações técnicas para o cultivo de pinhão manso no Estado da Bahia. Indicam plantio em solos preparados de maneira convencional com aragem e gradeação. O plantio por meio de sementes ou estacas. Mudas produzidas em sacos de plástico ou em tubetes. O espaçamento e densidade variando com a fertilidade dos solos. Espaçamentos de 4 m x 2 m a 4 m x 5 m em solos de baixa fertilidade e de 5 m x 2 m a 5 m x 3 m em solos de média fertilidade.

### 3.2 FLORESCIMENTO

A planta de pinhão manso é monóica, ou seja, produz flores masculinas e femininas na mesma planta. Segundo Wu et al. (2011), normalmente as flores maduras são unissexuais, sendo que tanto as flores femininas como as masculinas possuem cinco sépalas, cinco pétalas. As flores masculinas possuem dez estames e as flores femininas três carpelos e um estigma de três lóbulos, rodeado por cinco nectários. Na fase inicial de desenvolvimento as flores femininas possuem os dois tipos de órgãos sexuais femininos e masculinos, mas com o avançar do desenvolvimento, esses órgãos são abortados, podendo ser observados nas flores femininas maduras os traços dos estames. As flores masculinas, por sua vez, são compostas desde o início somente de um tecido sexual. A polinização das flores de *Jatropha curcas* (L.) é cruzada (WIJAYA et al., 2009 apud RAJU;

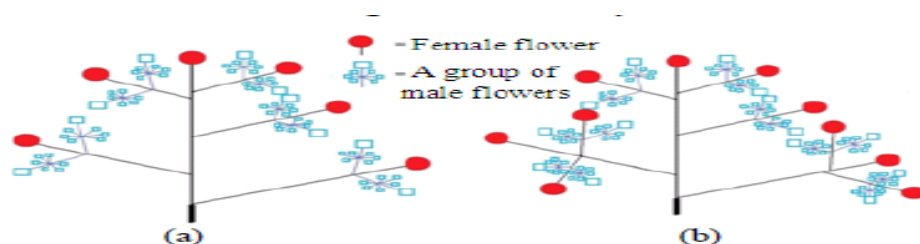
EZRADANAM, 2002). Segundo Alam, Abdullah e Abdullah (2011) isto ocorre de maneira natural, uma vez que as flores masculinas abrem antes das flores femininas. Essa observação contrasta com a de Heller (1996), mas apóia Raju e Ezradanam (2003).

Avelar et al. (2008) relatam em seu estudo que as inflorescências de pinhão manso são multiflorais, compostas do tipo cimosa, múltiparas do tipo dicásio com prefloração valvar reduplicada e centrífuga.

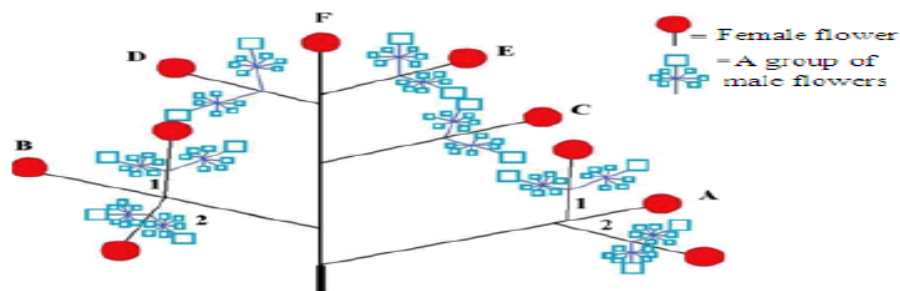
Existem três tipos de inflorescências: inflorescência masculina, inflorescência feminina e inflorescência mista. Em média, as inflorescências femininas possuem 16 flores femininas e 7,2 nas inflorescências mistas (WU et al., 2011).

Alam, Abdullah e Abdullah (2011) esclarecem que a cime dicásio é uma inflorescência composta por poucas cimes simples de 6 a 10 por cacho. Geralmente as flores femininas são produzidas no centro das cimes simples, rodeadas de flores masculinas. Seu estudo demonstrou que existe uma ordem de abertura das flores dentro da inflorescência. Esta ordem explica a existência de frutos mais desenvolvidos e outros menos desenvolvidos dentro do mesmo cacho conforme demonstrado na figura 1 abaixo:

**Figura 1** - Estrutura das inflorescências de *Jatropha* com 6 e 10 cimes compostos



**Fig. 2:** The *Jatropha* inflorescence structure with (a) 6 compound cymes; (b) 10 compound cymes



A figura 1 demonstra a estrutura da inflorescência composta e a seqüência de florescimento das flores femininas. O processo de florescimento inicia-se no canto superior terminal (F) simultaneamente com (A) e seguido por B, D, C, A1 e E no segundo dia de floração. Esta seqüência produz alguns frutos maduros no ápice (A) e na base (F) e frutos verdes no meio da inflorescência.

Wu et al. (2011), demonstrou que nas inflorescências mistas existem locais para as flores masculinas e locais das flores femininas, numa proporção de 20:1. As flores femininas nunca aparecem nos locais das flores masculinas, mas as masculinas podem aparecer nos locais das flores femininas. Cada inflorescência tem em média seis inflorescências secundárias. Nas inflorescências mistas as flores femininas aparecem nas extremidades dos ramos.

Cada inflorescência tem em média 7 flores femininas, mas cada inflorescência contém 18 locais de flores femininas, explicando assim a dominação das flores masculinas sobre as femininas em pinhão manso. Wijaya et al. (2009) encontraram um número médio de 5,2 flores femininas por inflorescência, resultado semelhante ao encontrado por Raju e Ezradanam (2003). Juhász et al. (2009) encontraram um número de flores femininas de 4 a 12 por inflorescência com uma média de 7,2 flores femininas por inflorescência e uma razão de 20:1 flores masculinas por flores femininas. Esta é uma característica muito variável que depende do material genético, da região, do clima e dos tratamentos culturais, entre outros fatores.

### 3.3 DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DAS SEMENTES

Segundo Nunes et al. (2009) o fruto de *Jatropha curcas* (L). é seco, com três cocas globosas, liso, coriáceo, capsular, ligeiramente roliço, com ápice e base agudos e, entre os carpides, observa-se a presença de suaves sulcos. O endocarpo é lenhoso (rijo e duro), com pequenos orifícios nos pontos de união dos carpelos, através dos quais passam cordões fibrosos que contornam os pontos de junção e se distribuem pelas partes dorsal e ventral das cocas. O fruto seco apresenta deiscência, fazendo com que as cocas se fendam longitudinalmente, expondo as sementes. O fruto apresenta superfície lisa e pericarpo com duas zonas distintas: o exocarpo, película mais fina, e o endocarpo que se desprende do fruto, dando-lhe aspecto mais áspero. No interior do fruto encontram-se geralmente três

sementes.

De acordo com Popinigis (1985) o ponto de maturação fisiológica é alcançado quando a semente atinge os valores máximos de matéria seca, poder germinativo e vigor. Neste ponto, as sementes desligam-se da planta mãe, cessa a translocação de fotossintetizados e, a partir daí, ocorrem alterações fisiológicas que levam à secagem das sementes. Segundo Souza e Lima (1985) e Figliolia (1995), a maturidade fisiológica das sementes é acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes. Por isso, a literatura especializada relata que a coloração dos frutos e das sementes também pode ser considerada um importante índice na determinação da maturidade fisiológica (CORVELLO et al., 1999; FOWLER; MARTINS, 2001).

A coloração do fruto de pinhão manso varia de acordo com o grau de maturação de verde-cana (fruto jovem) a amarelo e finalmente, marron-escuro, quando maduro. Para Silip et al. (2010a), existem sete estágios de desenvolvimento dos frutos desde seu aparecimento até a senescência: 1 - fruto jovem imaturo com epicarpo verde; 2 - fruto maduro com epicarpo verde; 3 - fruto maduro com epicarpo meio verde e meio amarelo; 4 - fruto totalmente amarelo; 5 - fruto meio amarelo e meio preto; 6 - fruto preto umido; 7 - fruto preto seco.

Silip et al. (2010b) apontaram em seu estudo que os frutos maduros estavam na posição no meio dos ramos e já os imaturos e as novas flores se desenvolviam no topo das plantas. Alam Abdullah e Abdullah (2011), em estudo realizado na Malásia relata que, do desenvolvimento floral ao fruto maduro, leva-se aproximadamente três meses para completar o ciclo, iniciando a partir das gemas florais até a maturação dos frutos.

Segundo Teixeira (1987), quando os frutos apresentaram os primeiros sinais de maturação, encontrou-se 34 % de óleo nas sementes.

Dantas et al. (2010) estudaram a maturação correlacionando a cor do epicarpo com a cor das sementes, além de avaliar o teor de água e a velocidade de germinação das sementes dentro de cada fase. Os autores trabalharam com seis fases distintas de maturação: 1- Fruto totalmente verde e sementes brancas, 2- Fruto verde com pontos amarelos e sementes escurecidas, 3- Fruto verde com mais de 50% de coloração amarela e sementes pretas, 4- Fruto esverdeado com partes amarelas e marrons e sementes pretas, 5- Fruto amarelo com partes marrons, início de deiscência e sementes pretas e 6- Fruto marrom escuro, secos e deiscência e

sementes pretas. Chegou-se à conclusão de que as fases 4 e 5 foram as que apresentaram maior percentagem de germinação, encontrando valores próximos de 100 %. Nas fases anteriores, as sementes estavam imaturas devido ao excesso de água, e na fase 6, as sementes apresentaram teores de água muito baixos e presença de inibidores de germinação.

Dranski et al. (2010), utilizando análise de refração da cor do epicarpo, chegaram à conclusão de que sementes de *Jatropha curcas* L. coletadas de fruto com a cor do epicarpo totalmente marrom, estavam fisiologicamente maduras, apresentando germinação superior a 60 % e IVE (índice de velocidade de emergência) superior a 15, também apresentando máximo acúmulo de biomassa seca e teor de água abaixo de 38,5 %.

#### 3.4 ACÚMULO DE LIPÍDIOS

Annarao et al. (2008) estudaram o perfil lipídico no desenvolvimento das sementes de *Jatropha curcas* (L.) em sete estágios de desenvolvimento, sete dias após a fecundação até a maturação, com intervalos de cinco dias entre os estágios. Foram estudadas as características fenológicas, umidade e teor de óleo. Seus estudos demonstram que as sementes jovens até o terceiro estágio são formadas por altas concentrações de ácidos graxos. Após o quarto estágio, a percentagem de ácidos graxos (AAF) cai drasticamente e ocorre um aumento de triésteres de glicerol (TAG) que permanecem altos até a maturação. Com o aumento da triésteres de glicerol, melhora a qualidade do óleo na semente. O estágio três é, portanto o momento da transformação no desenvolvimento da semente de *Jatropha curcas* L.

Silip et al. (2011) conseguiram um aumento significativo no rendimento na extração de óleo das sementes quando os frutos foram coletados nos estágios verde maduro, maduro e senescente. Estes foram deixados para amadurecerem por cinco dias fora das plantas, comparados aos que amadureceram diretamente nas plantas. Isto ocorreu devido à conversão do açúcar em lipídios durante o amadurecimento fora da planta. A diminuição dos açúcares era esperada porque o fruto já não estava anexado à planta e a perda de nutrientes já não era mais repostada pela planta.

O teor de óleo nas sementes pode variar de acordo com o processo

de extração. Para extração com solventes em aparelhos tipo Soxhlet, valores acima de 30 % foram encontrados por Pereira, Coelho e Mendes (2011) (37,5 %), Ferrari et al. (2009) (31,51 %) e Teixeira (1987) (34 %).

Ferrari et al. (2009) e Akbar et al. (2009) estudaram o teor dos ácidos graxos presente no óleo de *Jatropha curcas* (L.), encontrando resultados semelhantes. Os principais ácidos graxos encontrados foram: ácido oléico (44,7 - 44,8%), ácido linoléico (32,8 - 33,8%), ácido palmítico (13,2 - 14,2%) e o ácido esteárico (6,6 - 7,0 %).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido no município de Paranavaí, estado do Paraná, na Unidade de Observação (U.O) de Pinhão Manso do Instituto Emater dentro das dependências do Parque de Exposições da Sociedade Rural do Noroeste do Paraná, sob as seguintes coordenadas geográficas: a 23° 04' 22" S e 52° 27' 54" W, a 440 m de altitude. A unidade de observação conta com 136 plantas. As sementes que deram origem as plantas foram obtidas de plantas localizadas na área do Show Tecnológico do Arenito em Umuarama, estado do Paraná. Estas foram semeadas em saquinhos de polietileno com terra de barranco e substrato para hortaliças. As mudas foram levadas a campo 60 dias após a semeadura em outubro de 2008. As plantas encontram-se distribuídas em 9 linhas de plantio, sendo 3 linhas no espaçamento 2 m x 2 m, 3 linhas em espaçamento de 3 m x 2 m e 3 linhas no espaçamento de 6 m x 2 m. Foi utilizado no plantio 100 g de calcário cova<sup>-1</sup> e 500 g de cama de frango cova<sup>-1</sup>, esta adubação foi feita somente no plantio. O solo da unidade de observação é de média fertilidade (Tabela 1), sendo classificado como Latossolo vermelho textura arenosa (Tabela 2), (Embrapa, 2006).

**Tabela1** – Análise química do solo, na profundidade de 0 – 20 cm, da Unidade de Observação de Pinhão Manso. Paranavaí – PR. 2011

pH	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca	Mg	K	P	C	M.O.	CTC	V
(CaCl <sub>2</sub> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>		g dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%
4,80	3,18	0,00	1,82	0,55	0,12	20,00	10,17	15,53	5,67	43,92

**Fonte:** Laboratório LAGRO nº 42710 (2011).

**Tabela 2** – Análise granulométrica da Unidade de Observação de Pinhão manso. Paranavaí – PR. 2011

Areia	Silte	Argila
g kg <sup>-1</sup>		
830,00	34,00	136,00

**Fonte:** Laboratório LAGRO nº 42710 (2011).

Os dados climáticos foram obtidos da Estação meteorológica do IAPAR de Paranavaí distante 2 km da Unidade de Observação local de coleta dos frutos de pinhão manso, localizada nos fundos do Parque de Exposições da Sociedade Rural do Noroeste do Paraná em Paranavaí-PR.

A tabela 3 apresenta os dados climáticos de precipitação (mm) e as médias de temperatura média diária (°C) nos períodos de desenvolvimento dos frutos, desde o aparecimento das inflorescências até a última coleta de frutos de pinhão manso em 2 safras. Paranavaí – PR.

**Tabela 3** – Dados climáticos das safras 2010 / 2011 e 2011 / 2012. Paranavaí-PR

PERÍODOS	DATA	T°C	PRECP.mm	PERÍODOS	DATA	T°C	PRECP.mm
Ap. flor a 1ª coleta	25/10 a 24/11/2010	22,85	142	Ap. flor a 1ª coleta	23/10 a 24/11/2011	23,37	165
30 DAF a 45 DAF	25/11 a 09/12/2010	24,61	127	30 DAF a 45 DAF	24/11 a 09/12/2011	25,10	33,4
45 DAF a 60 DAF	09/12 a 23/12/2010	23,89	107,7	45 DAF a 60 DAF	09/12 a 23/12/2011	25,64	28,6
60 DAF a 75 DAF	23/12 a 08/01/2011	25,07	57,6	60 DAF a 75 DAF	23/12 a 08/01/2012	25,37	35,1
75 DAF a 90 DAF	08/01 a 24/01/2011	24,87	100,05	75 DAF a 90 DAF	08/01 a 24/01/2012	24,27	91,4
		<b>24,25</b>	<b>534,35</b>			<b>24,75</b>	<b>353,5</b>

**Fonte:** IAPAR Estação meteorológica de Paranavaí - PR.

As coletas de frutos de pinhão manso foram realizadas por duas safras, de novembro de 2010 a janeiro de 2011 e de novembro de 2011 a janeiro de 2012. Após o aparecimento das primeiras inflorescências, que ocorreram no primeiro ano, em 25 de outubro de 2010, e no segundo ano, em 24 de outubro de 2011, estas foram marcadas, e 30 dias após iniciaram-se as coletas dos frutos. O intervalo entre as coletas foi de 15 dias (30, 45, 60, 75, 90 dias), sendo que a última coleta (90 DAF) aconteceu quando os frutos já estavam secos na planta. O primeiro estágio aos 30 DAF se caracterizou por frutos totalmente verdes e sementes brancas, o segundo estágio aos 45 DAF por frutos verdes com sementes amarronzadas. O terceiro estágio aos 60 DAF apresentou frutos verdes e amarelos com sementes pretas brilhantes, o quarto estágio aos 75 DAF frutos amarelos com manchas marrons e totalmente marrons úmidos com sementes pretas. Por fim, no quinto estágio aos 90 DAF os frutos marrons a pretos secos com as sementes pretas

opacas.

#### 4.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA E MASSA DE MATÉRIA SECA NAS SEMENTES

O teste de determinação do teor de água e de massa da matéria seca foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual de Londrina – UEL. As análises foram realizadas em triplicata para cada período de coleta e utilizou-se de cinco a seis sementes por amostra. As sementes foram extraídas dos frutos manualmente e colocadas em cadinhos previamente pesados (tara), em balança digital eletrônica, depois levadas para estufa à temperatura de  $105^{\circ} \text{C} \pm 3^{\circ} \text{C}$  pelo período de 24 h (BRASIL, 2009). Após esfriarem em dessecadores, foram pesadas novamente para determinação do teor de água e massa da matéria seca em  $\text{g semente}^{-1}$ .

#### 4.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDIOS NAS SEMENTES

A determinação do teor de lipídios foi realizada no Laboratório do Departamento de Ciências de Alimentos da UEL, e para isso foi utilizado de acordo com ZENEON et al. (2005) o método de determinação do Teor de Lipídios com Hidrólise Ácida Prévia por meio de Soxhlet - Método B. As amostras foram realizadas em triplicata para as cinco fases (30, 45, 60, 75 e 90 DAF) das duas safras de coletas, 2010 / 2011 e 2011 / 2012, totalizando trinta amostras de frutos. Para o teste do teor de lipídios foram coletadas 100 sementes (50 frutos) em cada fase, que imediatamente após a coleta foram acondicionadas em sacos plásticos identificados com a data de coleta e o estdias após o aparecimento das flores (DAF), sendo lacrados e armazenados em freezer para posterior análise nos laboratórios da UEL em Londrina. Os frutos foram descongelados e as sementes retiradas manualmente e colocadas para secar à sombra. Depois de secas, estas amostras foram trituradas em liquidificador. Utilizou-se balões de fundo chato e bico esmerilhado de 200 mL. Foi realizada a padronização (taragem) dos balões em estufa a  $105^{\circ} \text{C}$  por 30 minutos e deixados para esfriar em dessecadores. Depois de frios, os balões foram pesados em balança eletrônica com acurácia de 4 dígitos. Foram pesadas amostras com aproximadamente 5 g e colocadas nos erlenmeyers. Adicionaram-se de 50 mL de água destilada mais 60 mL de HCl (ácido clorídrico) 4

molar. Os erlenmeyers foram colocados para ferver a 300 °C em chapa elétrica por 30 minutos. Depois de frio, o conteúdo dos erlenmeyers foi filtrado em papel filtro com auxílio de funil, retirando todo o conteúdo. Na filtragem foi sendo adicionada água destilada no filtro para lavar o HCl até que a água saísse limpa. O elemento filtrado foi colocado para secar. Depois de seco e frio enrolou-se o filtro em duas folhas de papel filtro de modo a fazer pequenos cartuchos com as amostras. Os cartuchos foram prensados e feitos de modo a caberem no extrator Soxhlet. Foram colocados os balões e as amostras no Soxhlet e adicionou-se éter de petróleo. A extração foi realizada por um período de 2 horas e 30 minutos. O Soxhlet foi completado com éter sempre que necessário. Após o período de 2 h e 30 minutos, foram retirados os cartuchos das amostras do Soxhlet e descartados. Retirou-se o éter por destilação, até não existir mais condensação do mesmo. Os balões foram retirados do Soxhlet e colocados para secar em estufa a 105 °C por 30 minutos e deixados para esfriar em dessecadores, depois pesados novamente na balança de precisão. Para determinação do teor de lipídios utilizou-se seguinte fórmula: Teor de lipídios =  $N * 100 / M$  onde N = número de gramas de lipídios (massa final do balão – massa inicial) e M é a massa em g da amostra.

#### 4.3 TESTE DE EMERGÊNCIA E VIGOR

O teste de emergência de plântulas foi conduzido em condições ambientais não controladas de laboratório. O teste foi realizado com 200 sementes distribuídas em oito tratamentos com 25 sementes por tratamento, para cada período de coleta aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAF. As sementes foram semeadas em oito bandejas plásticas de 25 locos de 3 cm x 3 cm x 3 cm contendo areia umedecida a 60% da capacidade de retenção, semeadas a 2 cm de profundidade. O teor de água foi mantido com leves irrigações diariamente (BRASIL, 2009). A temperatura ambiente foi monitorada através de termômetro nos horários das 9, 15 e 21 h durante todo teste. A emergência foi obtida pelo número de plântulas normais emergidas 14 dias após a semeadura e expressa em percentagem (%).

O teste de vigor foi realizado avaliando a primeira contagem (PC) da emergência de plântulas normais 7 dias após a semeadura e em segunda contagem (SC) aos 14 dias. O índice de velocidade de emergência (IVE) determinado pela fórmula abaixo de acordo com Maguire (1962), onde:

$IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$  onde:

IVE = índice de velocidade de emergência

G1, G2,.....Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem .... e na última contagem.

N1, N2,.....Nn = número de dias da semeadura à primeira, à segunda .....e à última contagem.

#### 4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC). Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que as características significativas em nível de 5% foram submetidas ao Teste de Tukey também em nível 5% de significância. Utilizou-se o programa SASM-Agri Sistema de Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas versão 8.2 (demo) (CANTERI et al., 2001).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 TEOR DE ÁGUA NAS SEMENTES

O resultado do teste de determinação do teor de água nas sementes realizado nas dependências do Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina – UEL é apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4** – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre o teor de água nas sementes em base úmida em duas safras. Paranaíba – PR.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>2010/2011</b>	<b>2011/2012</b>
30 DAF	93,604 a	93,669 a
45 DAF	78,754 b	81,193 b
60 DAF	43,706 c	42,364 c
75 DAF	21,749 d	21,600 d
90 DAF	12,788 e	12,390 e
	CV: 8,9 %	CV: 18,49 %

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 5.2 MASSA DE MATÉRIA SECA DAS SEMENTES

O resultado do teste de determinação da massa de matéria seca das sementes realizado nas dependências do Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina – UEL é apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5** – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre a massa matéria seca (g semente<sup>-1</sup>) em duas safras. Paranaíba-PR.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>2010/ 2011</b>	<b>2011/2012</b>
30 DAF	0,062 d	0,063 c
45 DAF	0,243 c	0,206 b
60 DAF	0,654 a	0,568 a
75 DAF	0,713 a	0,567 a
90 DAF	0,527 b	0,477 a
	CV: 8,09 %	CV: 18,49 %

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 5.3 TEOR DE LIPÍDIOS

Os resultados do teor de lipídios nas sementes nos cinco estágios de coletas de frutos das duas, com amostras em triplicata, realizados no laboratório de Ciências de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina- UEL estão demonstrados na Tabela 6.

**Tabela 6** – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre o teor de lipídios (%) nas duas safras. Paranaíba-PR

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>2010/2011</b>	<b>2011/2012</b>
30 DAF	7,73 d	7,82 d
45 DAF	13,54 c	14,55 c
60 DAF	28,12 b	28,48 b
75 DAF	35,98 a	34,60 a
90 DAF	32,71 a	34,65 a
	CV: 5,3 %	CV: 6 %

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 5.4 EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

O teste de emergência foi realizado logo após a coleta dos frutos nas 5 fases de desenvolvimento dos frutos. A média de emergência dos 8 tratamentos nos dois anos em porcentagem, está apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7** – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre emergência de plântulas (%) em duas safras. Paranavaí-PR

TRATAMENTOS		2010/2011	2011/2012
30	DAF	0,00 c	0,00 c
45	DAF	1,00 c	6,00 c
60	DAF	69,50 b	55,00 b
75	DAF	94,00 a	87,50 a
90	DAF	89,50 a	83,50 a
		CV: 9,15 %	CV: 18,5 %

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 5.5 VIGOR DAS SEMENTES

O vigor das sementes foi realizado conjuntamente com o teste de emergência de plântulas. O teste foi realizado em cada uma das cinco fases de coleta de frutos no mesmo dia da coleta dos frutos. Foi avaliado com base na primeira contagem (PC) de emergência aos 7 dias e na segunda (SC) aos 14 dias após a semeadura. Calculado através do índice de velocidade de emergência (IVE).

**Tabela 8** – Efeito da época de colheita, em dias após o florescimento (DAF), sobre o vigor das sementes em duas safras. Paranavaí-PR

TRATAMENTOS		ANO 2010/2011	ANO 2011/2012
30	DAF	0,00 c	0,00 c
45	DAF	0,035 c	0,21 c
60	DAF	2,48 b	1,96 b
75	DAF	3,35 a	3,12 a
90	DAF	3,17 a	2,98 a
		CV: 9,11 %	CV: 18,49 %

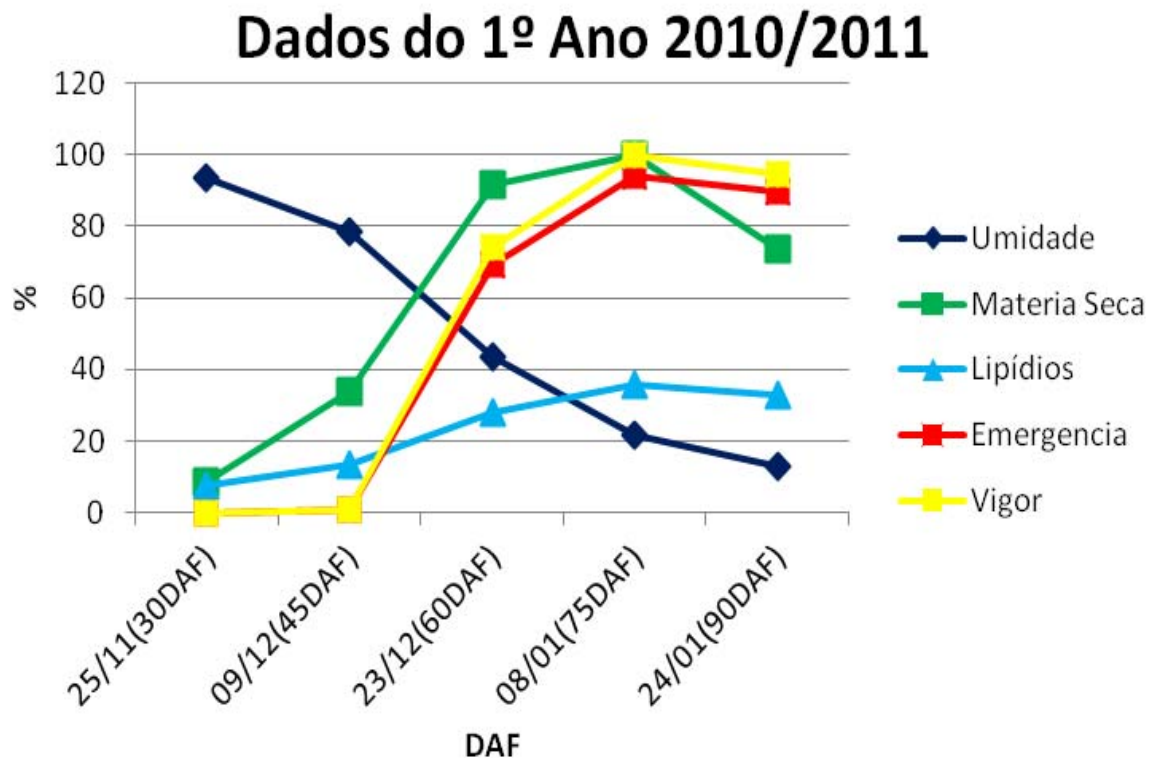
Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Vários autores, em seus estudos, têm procurado determinar o ponto de colheita dos frutos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em diversas fases de desenvolvimento dos frutos, determinando seu ponto de maturação fisiológica. Alguns estudos como de Dranski et al. (2010), basearam-se na cor do epicarpo dos frutos e nas características fisiológicas do teor de água, matéria seca e germinação das sementes. Dantas et al. (2010), estudaram as fases do desenvolvimento dos frutos na cor do epicarpo e na cor das sementes, também determinaram a

emergência e o teor de água das mesmas.

Alam, Abdullah e Abdullah (2011), demonstraram em seu estudo sobre florescimento e frutificação de pinhão manso, que as inflorescências apresentam uma seqüência de abertura das flores e conseqüente frutificação, o que faz com que se encontre frutos maduros e verdes no mesmo cacho. Além disso, mudanças nas condições meteorológicas podem interferir nos picos de floração/frutificação. Isto ocorre devido ao hábito de crescimento da planta ser indeterminado.

**Figura 2** – Resultados da primeira safra (2010/2011) em porcentagem. Paranaíba - PR

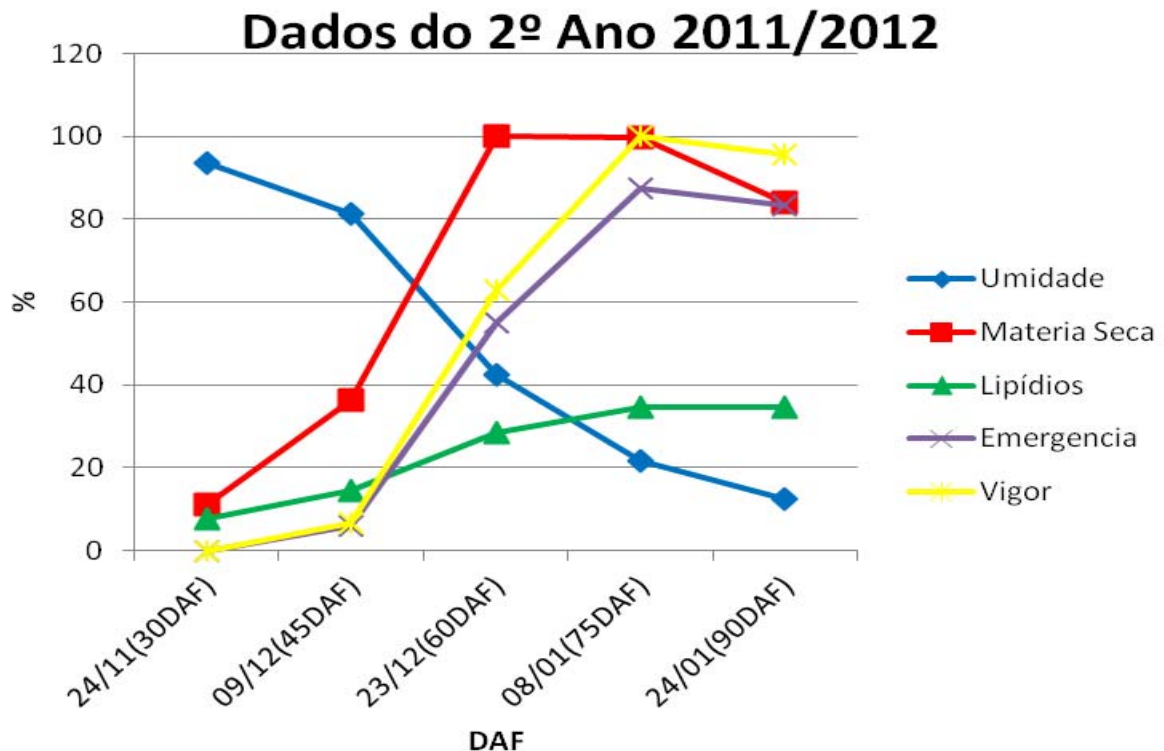


Nos dois primeiros estágios, 30 e 45 DAF, a umidade das sementes é alta, e os demais parâmetros, como massa de matéria seca e o teor de lipídios, estão muito baixos. A taxa de emergência e o vigor são praticamente nulos. Demonstrando que os frutos nestes dois estágios ainda estão verdes. Após os 60 DAF, a umidade das sementes reduz para 43,7 % chegando ao último estágio aos 90 DAF com 12 %. Após os 60 DAF, ocorre aumento significativo no acúmulo de lipídios e matéria seca, bem como a taxa de emergência e vigor das sementes, indicando início do amadurecimento dos frutos. Mas é no quarto estágio, aos 75

DAF, que encontramos os maiores teores de acúmulo de lipídios 35,98 %, matéria seca 0,713 g semente<sup>-1</sup>, a emergência com 94 % e vigor com índice de velocidade de emergência chegando a 3,35, caracterizando o ponto de maturação fisiológica das sementes. Neste estágio a cor do epicarpo dos frutos é de amarelo com manchas marrons a totalmente marrons com as sementes pretas.

No ano agrícola de 2011 / 2012, a primeira fase iniciou em 24/11/2011, com o aparecimento das inflorescências. Os resultados estão apresentados na figura 3.

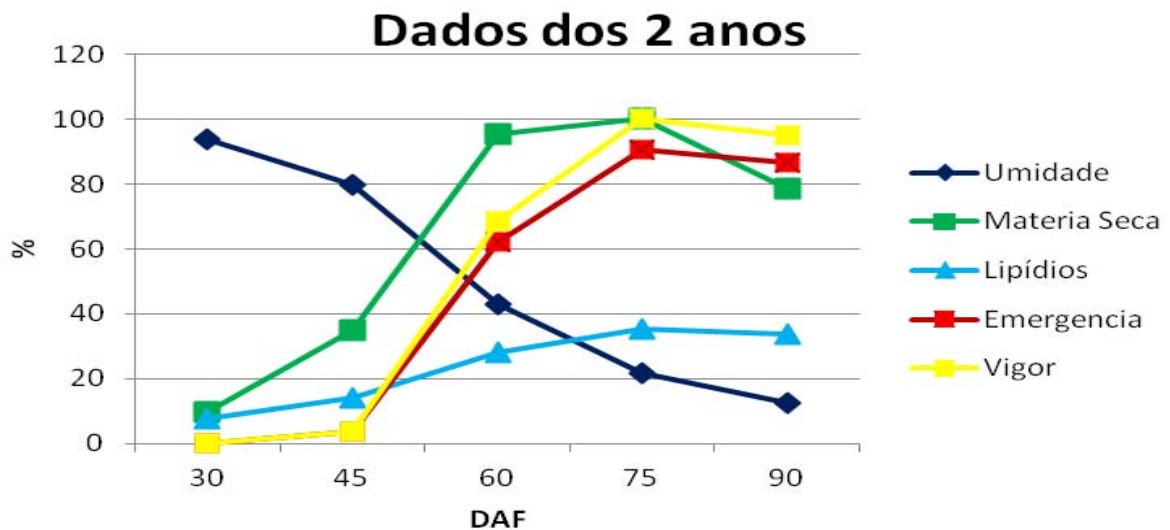
**Figura 3** – Resultados da segunda safra (2011/2012) em porcentagem. Paranaíba - PR



A figura 3 apresenta os dados do segundo ano de coleta de frutos, 2011/2012, e os resultados foram semelhantes aos encontrados no primeiro ano de coleta. Os resultados também demonstram que, 75 DAF é o estágio em que as sementes apresentam maturação fisiológica. Como na pesquisa do ano anterior os frutos também aos 75 DAF apresentavam a cor do epicarpo amarelo com manchas marrons e totalmente marrons com as sementes pretas. Como no ano anterior nos dois primeiros estágios, 30 e 45 DAF, a umidade é alta, e os demais parâmetros,

como massa de matéria seca e o teor de lipídios, estão muito baixos. A taxa de emergência e o vigor são praticamente nulos. Após os 45 DAF, a umidade reduz, chegando aos 60 DAF com 42% e no último estágio aos 90 DAF com 12%. Neste período após os 60 DAF ocorre aumento significativo no acúmulo de lipídios e matéria seca, bem como a taxa de emergência e vigor. Em relação aos resultados da safra anterior 2010/2011 encontramos resultados semelhantes na safra 2011/2012. O 4º período de coleta dos frutos aos 75 DAF, foi também o que apresentou os maiores teores de acúmulo de lipídios 34,60%, massa de matéria seca 0,567g semente<sup>-1</sup>, emergência 87,50% e vigor com índice de velocidade de emergência chegando a 3,12, caracterizando o ponto de maturação fisiológica das sementes. Neste estágio a cor do epicarpo dos frutos é de amarelo com manchas marrons e totalmente marrons com as sementes pretas.

**Figura 4** – Resultados das duas safras (2010/2011 e 2011/2012) em percentagem. Paranavaí-PR



De acordo com os dados apresentados na figura 4, o 4º estágio de coleta dos frutos, aos 75 dias após o aparecimento das flores, foi o que apresentou as melhores características fisiológicas de maturação das sementes. Nesta fase foram encontrados os maiores valores de lipídios 34,29%, emergência de plântulas com 90,75% e vigor alto.

O maior teor de lipídios encontrado no 4º estágio foi de 35,29%, e é semelhante ao encontrado por Pereira (2011) que, utilizando o mesmo método de extração em Soxhlet, usando hexano como solvente e por período semelhante de

tempo, duas horas, encontrou teor de 37,5% de lipídios em sementes de frutos maduros.

A percentagem de germinação em substrato de areia no 4º estágio, aos 75 dias, foi superior a 90%. Dranski et al. (2010), utilizando o mesmo substrato de areia, encontraram percentagem de germinação acima de 60%. Martins, Machado e Cavasini (2008), validaram o substrato de areia para utilização em testes de germinação em pinhão manso e concluíram ainda no mesmo estudo que a melhor faixa de temperatura para o teste de germinação deve ser a temperatura alternada entre 20-30° C. Este mesmo estudo explica o bom desempenho obtido no teste de emergência de plântulas aos 75 e 90 DAF, em que as temperaturas registradas foram acima de 26,6° C. Morais (2008), afirma que a germinação de pinhão manso pode apresentar melhor desempenho em temperaturas mais altas.

Segundo Carvalho (1994), a primeira contagem (PC) realizada juntamente com o teste de germinação pode ser considerada um teste de vigor. Isto ocorre porque um dos fatores que demonstram a deterioração da semente é a queda na velocidade de germinação. Os 4º e 5º estágios foram os que apresentaram as maiores taxas de vigor.

## **6 CONCLUSÕES**

O estudo demonstra que nos dois anos de pesquisa, o 4º estágio de desenvolvimento dos frutos, aos 75 dias após o aparecimento das inflorescências, apresentou sementes com as melhores condições fisiológicas e maiores acúmulos de lipídios. Neste estágio a cor do epicarpo dos frutos é de amarelo com manchas marrons a totalmente marrons com as sementes pretas.

A colheita de frutos nesta fase proporcionará maior rendimento de óleo e reduzirá o número de colheitas, podendo-se realizar colheita única, reduzindo os custos com esta operação.

## REFERÊNCIAS

- AKBAR, E.; YAAKOK, Z.; KAMARUDIN, S.K.; ISMAIL, M.; SALIMON, J.; Characteristic and composition of *Jatropha curcas* oil seed from Malaysia and its potential as biodiesel feedstock. **European Journal of Scientific Research** v. 29, n. 3, p. 396-403, 2009.
- ALAM, N.C.N.; ABDULLAH, T.L.; ABDULLAH, N. A.P.; Flowering and fruit set under Malaysian climate of *Jatropha curcas* L. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 6, n. 1, p. 142-147, 2011.
- ANNARAO, S.; SIDHU, O.P.; ROY, R.; TULI, R.; KHETRAPAL, C.L.; Lipid profiling of developing *Jatropha curcas* L. seeds using H NMR spectroscopy. **Journal Bioresource Technology**, v. 4, n. 23, p. 9032-9035, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO/ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2011**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 06 jun. 2012.
- AVELAR, R.C.; SILVA, F.M.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A.C. Avaliação de desenvolvimento de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) do banco de germoplasma da UFLA. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 5, 2008, Lavras-MG. **Anais...** Lavras-MG, UFLA, 2008. Disponível em: <<http://www.cbmamaona.com.br/pdfs/MEG-44.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2011.
- BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; SUINAGA, F.A.; VELOSO, J.F.; JUNQUEIRA, N.; FIDELIS, M.; GONÇALVES, M.P.; SATURNINO, H.M.; ROCOE, R.; GAZZONI, D.; DUARTE, J.O.; DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B.; **Recomendação técnica de plantio de pinhão manso no Brasil**. Embrapa Agroenergia.2007. Disponível em: <<http://www.cnpae.embrapa.br>>. Acesso em: 19 mai. 2010.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 399p.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agro computação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.
- CARVALHO, B.C.L.; OLIVEIRA, E.A.S.; LEITE, V.M.; DOURADO, V.V. **Informações técnicas para cultivo do pinhão – manso no Estado da Bahia**. Salvador: EBDA, 2009, 79p.
- CARVALHO, N.M. 1994. O conceito de vigor em sementes. In: VIERA RD; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP. P. 1-30.
- CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F. A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T.; Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.23-27, 1999.

CRUZ, J.F.C.; ARNS, S.E.; Biodiesel uma proposta econômica e ambientalmente correta. UEM, Maringá PR, 2006. XLIV CONGRESSO DA SOBER. **Anais**

DANTAS, B.F.; SOUZA, Y.A.; OLIVEIRA, D.A.B.; LIRA, M.A.P.; ARAÚJO.M.N.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S.; REIS, R.C.R.; Maturação de frutos e sementes de pinhão – manso. Maturação de frutos e sementes de pinhão-manso. Embrapa semi-árido, Petrolina, PE. 2010 4p-(**Comunicado Técnico, 145, ISSN 1808-9984**). Disponível em:< <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/884552>> Acesso em: 05 dez. 2011.

DRANSKI, J.A.L.; PINTO JUNIOR, A.S.; STEINER, F.; ZOZ, T.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; GUIMARÃES V.F.; Physiological Maturity of seeds and colorimetry of fruits of *Jatropha curcas* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.158-165, 2010.

DURÃES, O.F.; LAVAIOLA, B.; **Pinhão manso: matéria-prima potencial para produção de biodiesel no Brasil**.2009. Disponível em: <<http://www.cnpae.embrapa.br>>. Acesso em: 25 jun. 2010.

DURÃES, O.F.M.; LAVIOLA, B.G.; SUNDELFD. E.; MENDONÇA, S.; BHERING, L.L. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação em pinhão manso para a produção de biocombustíveis**. Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. 2009 17p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro:EMBRAPA, 2006. 306p.

FERRARI, R.A.; CASARINI. M.B.; MARQUES, D.A.; SIQUEIRA, W.J; Avaliação da composição química e de constituinte tóxico em acessos de pinhão – manso de diferentes origens. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n.4, p. 309-314, 2009.

FIGLIOLIA, M.B. Colheita de sementes. In: SILVA, A.; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995.p.1-12.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. **Coleta de sementes de espécies florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestais, 2001. P.9-13 (Documentos, 58).

GOLDEMBERG, J.; Biomassa e Energia. **Revista Química Nova**, v.32, n.3, p. 582-587, 2009.

GONÇALVES, B.S.; MENDONÇA, S.; LAVIOLA, G.B.. **Substancias tóxicas, alergênicas e antinutricionais presentes no pinhão manso e seus derivados e procedimentos adequados ao manuseio**. Circular Técnica, n.1, Embrapa Agroenergia, Brasília – DF, 5p. 2009.

HELLER, J.; **Promoting the conservation and use of underutilized crops**. Institute of Plant Genetics and crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996.

- JUHÁSZ, A.C. P; PIMENTA, S.; SOARES, B.O.; MORAES, D.L. B; RABELLO, H.O. Biologia floral e polinização artificial de pinhão manso no norte de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.9, p.1073-1077, 2009.
- MAGUIRE, J.D.; Speeds of germination-aid selection emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p.176-177, 1962.
- MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; CAVASINI, R.; Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão – manso. **Revista Ciências Agrotécnicas.**, Lavras, v.32, n.3, p.863-868, 2008.
- MORAIS, E.B.S.D.; **Padronização do teste de germinação e qualidade de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento.** 2008, 103f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes. Montes Claros, 2008.
- NUNES, C.F.; SANTOS, D.N.; PASQUAL, M.; VALENTE, T.C.T. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.207-210, 2009.
- PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas àboreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.
- PEREIRA, C.S.S; COELHO, G.L.V.; MENDES, M.F. Avaliação de diferentes tecnologias na extração do óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista de Ciências da Vida**, Sepropédica.v.31, n.2, p.57-68, 2011.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília-DF:Agriplan, 1985. 289p.
- RAJU, A.J.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Issue**, v.83, n.11, p.1395-1398, 2002.
- ROSADO, B.T.; LAVIOLA, G.B.; PAPPAS, R.C.M.; BHERING, L.L; QUÍRINO, F.B; GRATTAPAGLIA, D. Avaliação da diversidade genética do banco de germoplasma de pinhão manso por marcadores moleculares. **Boletim de Pesquisa e desenvolvimento**. Embrapa Agroenergia. Brasília – DF, 16p. 2009.
- SILIP, J.J.; TAMBUNAN, A.H.; HAMBALI, H.; SURAHMAN, M. and SUTRISNO. Lifecycle duration and maturity heterogeneity of *Jatropha curcas* Linn. **Journal of Sustainable Development**, v.3, n.2, p.291-295, 2010a.
- SILIP, J.J.; TAMBUNAN, A.H.; HAMBALI, H.; SURAHMAN, M. and SUTRISNO. Extracted oil yield and biomass changes during on-tree maturation, ripening and senescence of *Jatropha curcas* Linn fruits. **Euro Journal of Scientific Research**, v.44, n.4, p.602-609, 2010b.
- SILIP, J.J.; TAMBUNAN, A.H.; HAMBALI, H.; SURAHMAN, M. and SUTRISNO. High accumulation of lipids during off-tree ripening and senescence in *Jatropha curcas* Linn Luanti accessions kernels. **American Journal of Scientific and Industrial Research**. V.2, n.2, p.246-250, 2011.

SOUZA, G.S.; PIRES, M. DE MOURA.; ALMEIDA, C.M.; ALVES, J.M.; NETO ALMEIDA, J.A. Viabilidade econômica do biodiesel e impacto do seu uso no preço da tarifa de ônibus na cidade de Itabuna, Bahia. UFSM. Ilhéus, 2006. **In XLV CONGRESSO DA SOBER** “Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento”. (CD-Rom), 2006.

SOUZA, S.M. & LIMA, P.C.F.; Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.). Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília.v.7, n.2, p.9399.1985.

SUJATHA, M.; REDDY, T.P.; M.J. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L.) and *Jatropha curcas* L. **Biotechnology Advances**, v.26, p.424-435, 2008.

TEIXEIRA, F.P.J; Teor e composição do óleo de *Jatropha spp.* **Bragantia**, Campinas, v.46, p.151-157, 1987.

WIJAYA, A.; SUSANTIDIANA,; HARUN, M.U.; HAWALID, H. Flower characteristics and the yield of *Jatropha (Jatropha curcas* L.) accessions. **UAYATI Journal of Biosciences**, v.16, n.4, p.123-126, 2009.

WU, J.; LIU.Y; TANG, L.; ZHANG, F.; CHEN, F. A study on structural features in early flower development of *Jatropha curcas* L. and the classification of its inflorescences. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 2, p. 275-284, 2011.

ZENEON, O.; PASCUET, N.S.; TIGELA, P. **Métodos físicos - químicos para análise de alimentos** . Instituto Adolfo Lutz. São Paulo. 4ª Ed., p.1020, 2005.

## **APÊNDICES**

APÊNDICE A – Fotos dos estágios de desenvolvimento dos frutos e sementes de pinhão manso.

**Figura 5** – Frutos verdes e sementes brancas 30 DAF.



**Figura 6** – Frutos verdes e sementes acinzentadas a marrons 45 DAF.



**Figura 7** – Frutos amarelados e sementes pretas brilhantes 60 DAF.



**Figura 8** – Frutos amarelos com manchas marrons, marrons e sementes pretas 75 DAF.



Figura 9 – Frutos marrons secos e sementes pretas opacas 90 DAF.



**ANEXOS**

