



Acúmulo de matéria seca e óleo nas sementes de pinhão-mansão e qualidade do óleo extraído

Silmara B. dos Santos¹, Marcio A. Martins², Paulo R. M. Aguiar²,
Ana L. Caneschi², Angélica de C. O. Carneiro² & Luiz A. dos S. Dias²

RESUMO

Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito do estágio de maturação dos frutos sobre o rendimento em massa de matéria seca e óleo das sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.), e sobre a qualidade do óleo extraído. Frutos de pinhão-mansão foram classificados em quatro diferentes estágios de maturação, de acordo com sua coloração: verde, amarela, marrom-amarela e marrom. Amostras dos frutos de cada estágio foram retiradas para a determinação do teor de água, dimensões principais, volume e contagem de sementes por fruto. As sementes foram extraídas para determinação do teor de água, dimensões principais, volume, massa seca de mil sementes, percentual em massa de óleo e percentual de ácidos graxos livres do óleo extraído. A colheita de frutos de pinhão-mansão com coloração marrom-amarelo e marrom, proporcionou maior rendimento em massa seca das sementes e em conteúdo de óleo. A colheita dos frutos com coloração marrom-amarelo além de possibilitar bons rendimentos em óleo e em matéria seca, permite a obtenção de óleo com índice de acidez menor, sendo o estágio de maturação mais indicado para a realização da colheita dos frutos e sementes de pinhão-mansão para fins industriais.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., época de colheita, maturidade de massa

Dry matter and oil accumulation in the jatropha seeds and quality of extracted oil

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of ripening stage of the fruits on the increase in dry matter and oil content of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds. The quality of the oil was also investigated and related to the ripening stage. The fruits were classified in four classes of colors: green, yellow, brown-yellow and brown (dry fruits). Samples of fruits were collected for each ripening stage and the analysis of water content, size, volume and numbers of seeds were performed. For the seeds, water content, size, volume, mass of thousand seeds, oil content and acid value were evaluated. The harvest of brown-yellow and brown fruits provided higher yields in dry matter and oil of seeds. The brown-yellow fruits presented higher oil yield and dry matter, lower acid value, so it represent the more suitable ripening stage for harvesting fruits and seeds for industrial uses.

Key words: *Jatropha curcas* L., harvest time, mass maturity

¹ DEM/FAG, Avenida das Torres, 500 - Loteamento FAG, CEP 85806-095, Cascavel, PR. Fone: (45) 3321-3900; Email: syllmara@yahoo.com.br

² UFV, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG; Email: aredes@ufv.br, rafatup@hotmail.com, ana.caneschi@gmail.com, cassiacarneiro1@gmail.com, lasdias@ufv.br

INTRODUÇÃO

O cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) tem-se destacado nas discussões sobre oleaginosas potenciais para fornecer óleo, para a produção de biodiesel (Camargo et al., 2010). A necessidade da utilização de outras matérias-primas que não a soja, pela indústria de biodiesel, favoreceu o interesse e o desenvolvimento de pesquisas para o conhecimento e domesticação desta espécie. O pinhão-manso apresenta frutificação irregular e, conseqüentemente, maturação desuniforme, o que força os produtores a realizarem inúmeras etapas de colheita (Saturnino et al., 2005). A desuniformidade no processo de maturação dos frutos tem sido um gargalo para a produção de pinhão-manso em grande escala. Por um lado, a realização da colheita em uma única etapa pode refletir em excessiva quantidade de sementes imaturas, mal-formadas e chochas, com conseqüente diminuição do rendimento por área, grande descarte no beneficiamento devido a danos mecânicos e baixo vigor das sementes (Maeda et al., 1987). Por outro lado, a realização da colheita em várias etapas pode resultar em maior gasto com mão-de-obra e redução dos lucros para o produtor.

A época adequada para a colheita de determinada espécie, pode ser identificada por parâmetros como a coloração dos frutos, teor de água, massa de matéria seca e tamanho, entre outros (Piña-Rodrigues & Aguiar, 1993; Castro et al., 2008). Para algumas espécies, como *Glycine max* (L.) Merrill, *Torresia acreana* Ducke, *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Tibouchina granulosa* Cogn., o tamanho do fruto pode ser usado para determinação do momento ideal de colheita (Crookston & Hill, 1978; Firmino et al., 1996; Alves et al., 2005; Lopes et al., 2005). No entanto, diversos desses parâmetros contribuem, quando avaliados em conjunto, na obtenção de lotes de sementes com maior qualidade e na identificação do ponto de máximo acúmulo de massa de matéria seca, inclusive de óleo, pelas sementes, chamado também ponto de maturidade de massa (Egli, 1998).

Kole & Gupta (1982) e Maeda et al. (1987) verificaram que o teor de óleo de sementes de girassol está fortemente relacionado com sua maturidade e que pode ser também um parâmetro importante para a escolha do momento da colheita, evitando-se perdas relacionadas com o rendimento em óleo. Dranski et al. (2010) observaram que frutos de pinhão-manso com epicarpo de coloração amarela com manchas marrons, apresentaram máximo acúmulo de matéria seca, teor de água inferior a 38,5% e sementes no ponto de maturidade fisiológica. No entanto, os autores não quantificaram o rendimento em óleo das sementes.

Para a indústria de biodiesel, os fatores de maior importância no momento da compra de grãos são o teor de óleo e a qualidade do óleo determinada pelo percentual de ácidos graxos livres. Uma vez extraído dos grãos, o óleo bruto deve passar por um processo de pré-tratamento que visa à neutralização de ácidos graxos livres e de fosfatídeos (Kumar & Sharma, 2008). Quanto maior for o índice de ácidos graxos livres do óleo bruto maior também será o custo para a industrialização e conversão em biodiesel devido ao maior consumo de reagentes, à maior quantidade de energia gasta, maior custo com mão-de-obra, redução na capacidade de produção e a perda em massa de óleo, devido à neutralização (Lacerda Filho et al., 2008).

Quantificar o acúmulo de matéria seca e de óleo e identificar a qualidade do óleo extraído nos diferentes estádios de maturação dos frutos de pinhão-manso permite um planejamento melhor de colheita e secagem, visando à maior rentabilidade para o produtor e para a indústria. Com base no exposto objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito do estádio de maturação dos frutos sobre o rendimento em massa de matéria seca e de óleo das sementes de pinhão-manso, e sobre, também, a qualidade do óleo extraído.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de pinhão-manso em diferentes estádios de maturação foram colhidos manualmente, em uma única etapa, em uma área de plantio comercial de quatro hectares, localizada no município de Viçosa, MG. Levados ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, os frutos foram classificados em quatro estádios de maturação, de acordo com sua coloração (Figura 1): E1 (coloração completamente verde), E2 (coloração amarela), E3 (coloração marrom-amarelo) e E4 (secos de coloração completamente marrom). Após a classificação, amostras dos frutos de cada estádio, com massa igual a 2 kg, foram retiradas para com vista à determinação do seu teor de água (% b.u.), dimensões principais (mm), volume (cm^3) e contagem de sementes por fruto.



Figura 1. Frutos de pinhão-manso classificados de acordo com a coloração utilizados no estudo

O restante dos frutos de cada estádio de maturação foi descascado e as sementes extraídas. Para as sementes de cada estádio foram determinados o teor de água (% b.u.), dimensões principais (mm), volume (cm^3), massa de matéria seca de mil sementes (g), percentual em massa de óleo e percentual de ácidos graxos livres do óleo extraído.

O teor de água dos frutos e sementes foi determinado empregando-se o método da estufa a 103 ± 2 °C, até massa constante (Brasil, 2009). As dimensões principais (Figura 2) foram medidas em três repetições de 30 frutos e 30 sementes de

cada estágio de maturação, por meio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

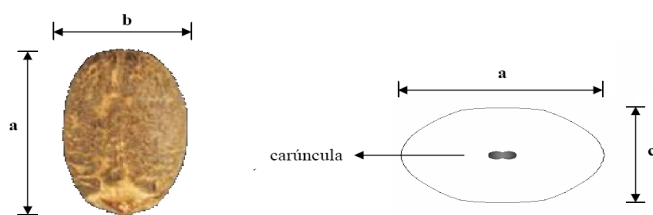


Figura 2. Desenho esquemático da semente de pinhão-mansó, considerada esférica tri-axial, com suas dimensões características (a: comprimento ou maior eixo; b: largura ou eixo médio; e c: espessura ou menor eixo)

O volume (V) dos grãos foi determinado como proposto por Mohsenin (1986), de acordo com a Eq. 1 e expresso em cm^3 .

$$V = \pi \frac{abc}{6} \quad (1)$$

sendo:

- a - comprimento, mm
- b - largura, mm
- c - espessura, mm

Para a determinação do número médio de sementes por fruto de pinhão-mansó procedeu-se à contagem em três repetições do número de sementes contidas em 20 frutos de cada estágio. A massa seca de mil sementes (Ms) foi determinada de acordo com a Eq. 2 e expressa em g.

$$Ms = \left(1 - \frac{U}{100}\right) Mm \quad (2)$$

sendo:

- Mm - Massa de mil sementes, g
- U - Teor de água das sementes, % b.u

Para determinação da massa de mil sementes foram contadas oito amostras ou repetições de cem sementes, as quais foram pesadas calculando-se a variância, o desvio-padrão e o coeficiente de variação desses valores, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Tabela 1. Valores médios \pm desvio-padrão do teor de água e dimensões principais de frutos de pinhão-mansó em diferentes estágios de maturação

Parâmetros avaliados	Coloração dos frutos			
	Verde (E1)	Amarela (E2)	Marrom-amarela (E3)	Marrom (E4)
Teor de Água (% b.u.)	85,66 \pm 0,36 A	83,46 \pm 0,83 A	82,13 \pm 0,44 A	32,20 \pm 3,69 B
Dimensões (mm)				
a	32,77 \pm 2,76 A	32,47 \pm 1,80 A	32,63 \pm 1,37 A	28,16 \pm 1,96 B
b	25,69 \pm 2,20 B	27,60 \pm 1,20 A	27,10 \pm 1,11 A	20,84 \pm 0,87 C
c	24,25 \pm 1,95 B	26,48 \pm 1,44 A	25,55 \pm 1,60 A	19,96 \pm 1,18 C
Volume (cm^3)	10,85 \pm 2,42 B	12,47 \pm 1,51 A	11,87 \pm 1,40 AB	6,17 \pm 0,90 C
Nº médio de sementes/fruto	2,55 \pm 0,05 A	2,67 \pm 0,25 A	2,77 \pm 0,06 A	2,87 \pm 0,07 A

Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O teor de óleo das sementes de pinhão-mansó de cada estágio de maturação foi determinado em três repetições, conforme metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), utilizando-se hexano como solvente, em extração por meio de sistema Soxhlet em refluxo, durante 8 h. A extração do óleo a ser utilizado para a determinação do teor de ácidos graxos livres foi realizada como já descrito, porém sem realizar a secagem das amostras e mantido em refluxo durante 4 h. A determinação do teor de ácidos graxos livres foi realizada em triplicata, de acordo com metodologia descrita pela AOCS (1998).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (E1, E2, E3, E4) e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), e as médias comparadas por meio de teste de Tukey com 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor médio de água dos frutos de pinhão-mansó no estágio E4 foi menor quando comparado com os teores médios dos demais estágios, indicando que durante os estágios 1, 2 e 3, não ocorre perda de água significativa pelos frutos (Tabela 1).

As sementes obtidas de frutos verdes apresentaram elevado teor de água (72,58 %), enquanto as obtidas de frutos secos apresentaram teor de água médio de 23,55%.

Diferente do que foi verificado para os frutos, foi notória a diferença significativa entre as médias de teor de água de todos os estágios avaliados (Tabela 2). Desta forma, o teor de água das sementes de pinhão-mansó no estágio E4 foi menor que no estágio E3 o qual, por sua vez, foi menor que no estágio E2, haja vista ter sido menor do que o estágio E1. Apesar da diferença encontrada entre as médias tanto os frutos como as sementes se mantiveram com elevados teores de água em todos os estágios avaliados.

De acordo com Corvello et al. (1999) a manutenção do alto teor de água nas sementes no início do processo de maturação torna-se necessária para que os produtos fotossintetizados nas folhas das plantas-mães sejam depositados na semente em desenvolvimento sendo utilizados como fonte de formação e, posteriormente, como reserva. Este alto grau de umidade se mantém presente até a semente alcançar o máximo de matéria seca iniciando-se, a partir daí, um período de suas elevadas taxas de desidratação. No caso do pinhão-mansó e uma vez

Tabela 2. Valores médios \pm desvio-padrão do teor de água e dimensões principais de sementes de pinhão-manso em diferentes estádios de maturação

Parâmetros Avaliados	Coloração dos frutos			
	Verde (E1)	Amarela (E2)	Marrom-amarela (E3)	Marrom (E4)
Teor de água (% b.u.)	72,58 \pm 1,88 A	55,46 \pm 2,85 B	50,15 \pm 0,55 C	23,55 \pm 0,60 D
Dimensões (mm)				
a	16,79 \pm 0,95 AB	16,90 \pm 0,60 A	16,81 \pm 0,66 AB	16,37 \pm 0,63 B
b	10,83 \pm 0,70 A	10,89 \pm 0,54 A	10,94 \pm 0,50 A	11,02 \pm 1,65 A
c	8,30 \pm 0,57 A	8,38 \pm 0,41 A	8,44 \pm 0,36 A	8,19 \pm 0,72 A
Volume (cm ³)	0,80 \pm 0,131 A	0,81 \pm 0,08 A	0,81 \pm 0,09 A	0,78 \pm 0,15 A

Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

que durante todo o processo de maturação as sementes permanecem protegidas por frutos carnosos, a redução do seu teor de água não é tão acentuada. Sementes contidas em frutos carnosos não passam, em geral, pela fase de rápida desidratação nem sofrem grandes oscilações no seu teor de água, em função da umidade relativa do ar.

Variações nas dimensões, diâmetro geométrico médio e no volume dos frutos e sementes de pinhão-manso, foram verificadas nos diferentes estádios; no entanto, as diferenças foram significativas apenas para os frutos entre os estádios E3 e E4. Os frutos dos estádios E2 e E3 apresentaram maiores valores médios de largura e espessura, quando comparados com os dos estádios E1 e E4, sendo as menores médias aquelas encontradas para os frutos secos (E4). Para as sementes não foi observada diferença entre as médias de comprimento, largura e espessura dos estádios de maturação avaliados.

Nos estádios iniciais do processo de maturação o aumento das dimensões características dos frutos e sementes é comum, em razão do acúmulo de matéria seca e a menor perda de água (Mendes et al., 2006; Carvalho et al., 2008). Como não houve diferença significativa entre o teor de água dos frutos dos estádios E1, E2 e E3 é provável que tenha prevalecido, nesses estádios, o efeito do desenvolvimento com o aumento do tamanho dos frutos sobre o efeito de contração volumétrica, causado pela perda de água, diferentemente do que foi observado para as sementes que apresentaram médias decrescentes de teor de água. Por um lado e sempre que os frutos passaram do estágio de coloração verde para seco, ocorreu o acúmulo de reservas com consequente aumento das dimensões principais das sementes. Por outro lado, a perda de água resultou em contração volumétrica e, em contrapartida, redução dessas mesmas dimensões.

Segundo Crookston & Hill (1978), o tamanho da semente, o conteúdo de matéria seca e o teor de água são três parâmetros significativos utilizados como indicadores da maturação de sementes. Avila et al. (2009) observaram que a maturação fisiológica de sementes de *Eugenia uniflora* L. (Pitanga) foi alcançada quando a altura, o diâmetro e o peso de frutos e sementes atingiram seus valores máximos. Alves et al. (2005), verificaram, estudando o processo de maturação fisiológica de frutos e sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), decréscimo de suas dimensões após os frutos e sementes atingirem tamanho máximo. Esses autores ainda consideraram que o tamanho dos frutos não foi um índice visual eficaz para auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes, visto terem atingido tamanho máximo antes do ponto de maturidade fisiológica. Por outro lado, o tamanho máximo das

sementes correspondeu ao máximo acúmulo de matéria seca e ao ponto considerado de maturidade de massa. Ante os resultados obtidos no presente trabalho não foi possível estabelecer a mesma relação, uma vez que não houve diferença entre os estádios de maturação no que se refere às dimensões principais médias (comprimento, largura e espessura) das sementes.

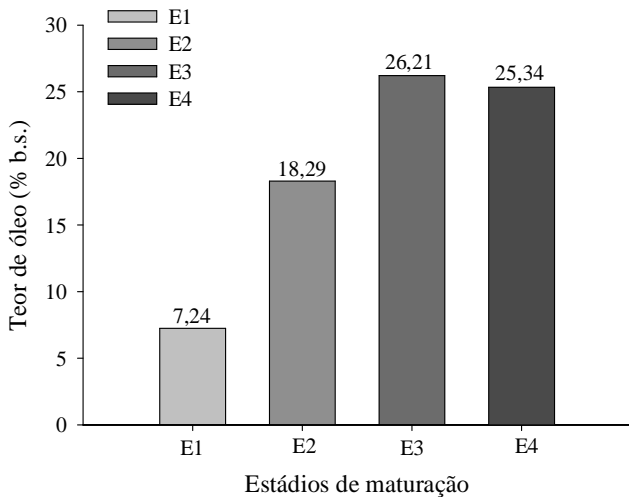
Em trabalhos de maturação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.), Carvalho et al. (1980) não encontraram variação significativa para o tamanho das sementes concluindo que apenas as variáveis biométricas não podem ser utilizadas para definir o ponto de maturidade fisiológica dessas sementes. Assim como outros autores para sementes de outras espécies (Figliolia & Piña-Rodrigues, 1995), também se verifica que, para pinhão-manso, o tamanho das sementes não deve ser utilizado como um indicador isolado de maturação, mas deve ser avaliado conjuntamente com outros indicadores. Com relação ao rendimento em números de sementes por fruto, não houve diferença significativa a nível de 5% de significância entre as médias obtidas, independentemente do estágio de maturação (Tabela 1). Lopes et al. (2005), estudando a maturação fisiológica de sementes de quaresmeira também não observaram diferença no número de sementes por fruto durante a fase de maturação e consideraram que o número de sementes formadas no fruto esteja mais relacionado com a taxa de polinização e fertilização do que com a idade do fruto.

O teor de óleo das sementes extraídas de frutos verdes (E1) foi 2,5 vezes inferior ao das sementes extraídas de frutos amarelos (E2), e 3,6 vezes inferior ao das sementes extraídas de frutos marrom-amarelo (E3) e marrom (E4) (Tabela 3 e Figura 3). Entre os estádios E3 e E4 não ocorreu diferença significativa pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade, indicando que a partir da coloração marrom-amarelo o teor de óleo nas sementes pode ser considerado máximo. Teixeira (1987) verificou que sementes de pinhão-manso continham teor de óleo máximo quando os frutos passaram a apresentar sinais de maturação pela coloração amarela, mas observaram que tanto o acúmulo como a composição do óleo dependem também de fatores genéticos e condições de campo durante a maturação. Berti et al. (2007) observaram que durante a maturação de sementes de cuphea (*Cuphea viscosissima* Jacq. \times *C. lanceolata* f. *silenooides* W.T. Aiton, line PSR23) ocorre um incremento no teor de óleo, tendendo a permanecer constante a partir de 23 dias após a antese, período que coincidiu com o período de máximo acúmulo de matéria seca nas sementes. O mesmo comportamento foi observado por Gangal et al. (2009), para sementes de *Putranjiva roxburghii*.

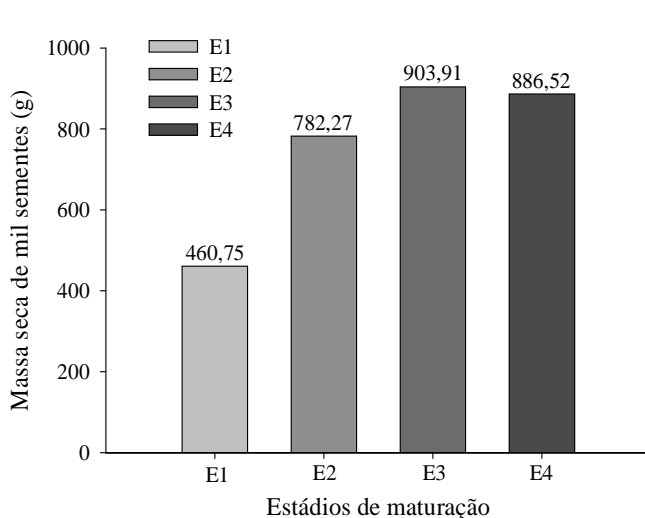
Tabela 3. Valores médios \pm desvio-padrão do teor de óleo, massa de matéria seca de mil sementes de pinhão-mansó e índice de acidez do óleo para os diferentes estádios de maturação

Parâmetros avaliados	Coloração dos Frutos			
	Verde (E1)	Amarela (E2)	Marrom-Amarela (E3)	Marrom (E4)
Teor de óleo (%)	7,24 \pm 0,39 C	18,29 \pm 1,46 B	26,21 \pm 1,93 A	25,34 \pm 0,14 A
Matéria seca de 1000 sementes (g)	460,75 \pm 14,46 C	782,27 \pm 11,08 B	903,91 \pm 5,48 A	886,52 \pm 14,85 A
Índice de Acidez (% em ácido oléico)	0,64 \pm 0,01 C	0,90 \pm 0,01 B	1,00 \pm 0,01 B	1,68 \pm 0,05 A

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

**Figura 3.** Valores médios de teor de óleo das sementes de pinhão-mansó em diferentes estádios de maturação

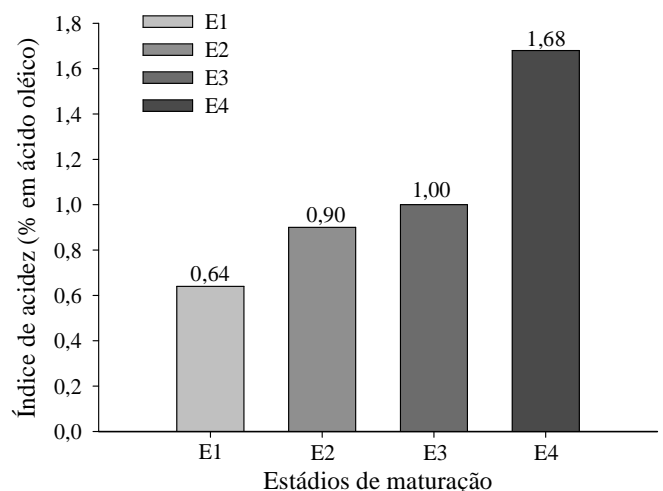
Maeda et al. (1987) verificaram, avaliando aspectos de qualidade e composição em óleo em sementes de girassol, que o teor de óleo médio de sementes de girassol aumentou de 2,47% (colhidas 10 dias após o florescimento) para 44,6% (colhidas 30 dias após o florescimento). No caso de pinhão-mansó os estádios em que as sementes apresentaram máximos valores médios de teor de óleo foram os mesmos nos quais apresentaram máximos valores médios de massa de matéria seca, ou seja, E3 e E4 (Tabela 3 e Figura 4). De acordo com Dias (2001) a semente, por ser dreno, recebe os produtos da fotossíntese, o que resulta em aumento no conteúdo de matéria seca, representada por proteínas, açúcares, lipídios e outras

**Figura 4.** Valores médios de massa seca de mil sementes de pinhão-mansó em diferentes estádios de maturação

substâncias, até atingir valor máximo, quando cessa a translocação planta-semente.

Os valores médios de massa seca de mil sementes para as sementes colhidas nos estádios E3 e E4, não diferiram entre si, porém foram significativamente maiores quando comparados com os das médias obtidas para sementes colhidas em E1 e E2, indicando que a colheita de frutos de cor marrom-amarelo pode ser realizada sem prejuízos para o teor de óleo e massa seca das sementes. Verifica-se ainda que a cor dos frutos é um parâmetro que pode ser utilizado como indicativo de maturidade de massa das sementes de pinhão-mansó, afirmação também foi constatada por Aguiar et al. (1988), ao relatarem que, do ponto de vista morfológico, a maturidade das sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden é facilmente acompanhada por mudanças visíveis no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes.

De acordo com Barros (1986), a partir da maturidade as sementes se desligam da planta-mãe e passam a consumir seu material de reserva durante o processo respiratório. A permanência de sementes oleaginosas como as do pinhão-mansó, com elevado conteúdo de água, no campo após o ponto de máximo acúmulo de matéria seca pode resultar em perda de matéria seca e aumento da acidez do óleo, em virtude dos processos metabólicos, como respiração e hidrólise, favorecidos por adversidades do ambiente no campo (Carvalho & Nakagawa, 2000). Em pinhão-mansó o índice de acidez para o óleo extraído de sementes no estádio E4 foi significativamente maior a nível de 5% pelo teste de Tukey, quando comparado com o do óleo obtido das sementes nos demais estádios (Tabela 3 e Figura 5).

**Figura 5.** Valores médios de índice de acidez do óleo extraído de sementes de pinhão-mansó em diferentes estádios de maturação

Também houve diferença significativa entre os estádios E1 e E2; no entanto, esta diferença foi menos expressiva do que entre os estádios finais de maturação (E3 e E4), o que reforça a hipótese de que a deterioração do óleo, assim como perdas em matéria seca, ocorre após o desligamento da semente de sua planta-mãe.

Quanto maior o índice de acidez do óleo contido nas sementes maiores serão as perdas da indústria processadora.

Desta forma, a colheita dos frutos com coloração marrom-amarelo, além de possibilitar bons rendimentos em óleo e em matéria seca permite a obtenção de óleo com índice de acidez consideravelmente menor, ou seja, com melhor qualidade para fins industriais.

A coloração dos frutos foi recomendada por Silva et al. (2009) como um indicador do ponto de maturidade e de qualidade fisiológica das sementes de *Ricinus communis*; por Aquino et al. (2006) para sementes de sementes de *Peltophorum dubium*; por Aguiar et al. (2007) para *Caesalpinia echinata*; e por Dranski et al. (2010), para sementes de pinhão-manso.

CONCLUSÕES

1. As médias de teor de água das sementes de pinhão-manso diferiram entre si, indicando a ocorrência de perda de água com a mudança da coloração verde para marrom.

2. O tamanho e o volume das sementes de pinhão-manso não devem ser utilizados isoladamente como parâmetros para a conclusão sobre o ponto de máximo acúmulo de matéria seca.

3. A colheita de frutos de pinhão-manso com coloração marrom-amarelo e marrom, proporcionou maior rendimento em massa seca das sementes e em conteúdo de óleo.

4. A colheita dos frutos com coloração marrom-amarelo, além de possibilitar bons rendimentos em óleo e em matéria seca ainda permite a obtenção de óleo com índice de acidez consideravelmente menor, ou seja, com melhor qualidade para fins industriais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, ao CNPq, à CAPES e à UFV pela concessão de recursos do projeto de pesquisa, bolsa de estudo, logística e infraestrutura.

LITERATURA CITADA

Aguiar, F. F. A.; Pinto, M. M.; Tavares, A. R.; Kanashiro, S. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam. Pau-Brasil. *Revista Árvore*, v.31, p.1-6, 2007.

Aguiar, I. B.; Perecin, D.; Kageyama, P. Y. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *IPEF*, v.38, p.41-49, 1988.

Alves, E. U.; Sader, R.; Bruno, R. L. de A.; Alves, A.U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. *Revista Brasileira de Sementes*, v.27, p.1-8, 2005.

Aquino, N. F.; Bortolini, M.; Campagnolo, M. A.; Ignácio, V. L.; Kopper, A. C.; Malavasi, M. M. Dormência de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel.) Taubert colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.5, p.31-37, 2006.

AOCS - American Oil Chemist's Society., Champaign: Illinois, 5th ed., 1998. 1200p.

Avila, L. A.; Argenta, S. M.; Muniz, B. F. M.; Poletto, I.; Blume, E. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (Pitanga), Santa Maria, RS. *Revista Ciência Florestal*, v.19, p.61-68, 2009.

Barros, A. S. R. Maturação e colheita de sementes. In: Cícero, S. M.; Marcos Filho, J.; Silva, W.R. (Coord.). *Atualização em produção de sementes*. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.34-107.

Berti, M. T.; Johnson, B. L.; Manthey, L. K. Seed physiological maturity in cuphea. *Industrial Crops and Products*, v.25, p.190-201, 2007.

Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

Camargo R.; Maldonado, A. C. D.; Silva, P. A.; Costa, T. R. Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.1304-1310, 2010.

Carvalho, M. L. M.; Nery, M. C.; de Oliveira, L. M.; Hilhorst, H. W. M.; Guimarães, R. M. Morphophysiological development of *Tabeluia serratifolia*. *Vahl Nich. Scientia Agrícola*, v.65, p.643-651, 2008.

Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

Carvalho, N. M.; Souza Filho, J. F.; Graziano, T. T.; Aguiar, I. B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. *Revista Brasileira de Sementes*, v.2, p.23-27, 1980.

Castro, M. M.; Godoy, A. R.; Cardoso, A. I. I. Qualidade de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1491-1495, 2008.

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, p.23-27, 1999.

Crookston, R. K.; Hill, D. S. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. *Crop Science*, v.18, p.867-870, 1978.

Dias, D. C. F. Maturação de sementes. *Seed News*, v.5, p.22-24, 2001.

Dranski, J. A. L.; Pinto Júnior, 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, p.158-165, 2010.

Egli, D. B. Seed biology and the yield of grain crops. *Experimental Agriculture*, v.35, p.387-390, 1998.

Figliolia, M. B.; Piña-Rodrigues, F. C. M. Fenologia e produção de sementes. In: *Manejo de sementes de espécies arbóreas*, São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.1-59. Série Registros, n.15.

- Firmino, J. L.; Santos, D. S. B.; Santos Filho, B. G. Características físicas e fisiológicas de sementes de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke) quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior dos frutos. *Revista Brasileira de Sementes*, v.18, p.28-32, 1996.
- Gangal, S.; Sharma, S.; Raufa, A. *Putranjiva roxburghii* seeds: Oil content and fatty acid composition during different stages of seed maturity. *Journal of Pharmacy Research*, v.2, p.1666-1668, 2009.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.
- Kole, S.; Gupta, K. The timing of physiological maturity of seeds of sunflower: evaluation through multiple tests. *Seed Science & Technology*, v.10, p.457-467, 1982.
- Kumar, A.; Sharma, S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review. *Industrial Crops and Products*, v.28, p.1-10, 2008.
- Lacerda Filho, A. F.; Demito, A.; Volk, M. B. S. Qualidade da soja e acidez do óleo. *Nota Técnica*, 2008. <http://www.sop.eng.br/pdfs/6d2b57671ce672243df5ff377a083fb3.pdf>. 15 Set. 2010.
- Lopes, J. C.; Dias, P. C.; Pereira, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.811-816, 2005.
- Maeda, J. A.; Ungaro, M. R. G.; Lago, A. A.; Razera, L. F. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. *Bragantia*, v.46, p.35-44, 1987.
- Mendes, A. M. S.; Figueiredo, A. F.; Silva, J. F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de urucum. *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, p.133-141, 2006.
- Mohsenin, N. N. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.
- Piña-Rodrigues, F. C. M.; Aguiar, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: Aguiar, I. B. de; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993. p.215-274.
- Saturnino, H. M.; Pacheco, D. D.; Akida, J.; Tominaga, N.; Gonçalves, N. P. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). *Informativo Agropecuário*, v.6, p.44-78, 2005.
- Silva, L. B.; Martins, C. C.; Machado, C. G.; Nakagawa, J. Estádios de colheita e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de mamoneira. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, p.50-59, 2009.
- Teixeira, J. P. F. Teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha sp.* *Bragantia*, v.46, p.151-157, 1987.