

Efeito da maturação dos frutos de *Jatropha curcas* L. nos teores de óleo e proteína

¹ Lucas Barbosa de Castro Rosmaninho;

² Djair Felix da Silva;

³ Lurian Guimarães Cardoso;

⁴ Mayara Gonçalves Pereira;

⁵ Martha Freire da Silva;

⁶ Luiz Antônio dos Santos Dias

^{1,3,4} Graduando de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900.

² Professor do Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 - Cruz das Almas, Maceió - AL, 57038-000.

⁵ Mestre em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900.

⁶ Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-900.

RESUMO

Jatropha curcas L. é uma oleaginosa com potencial para produção de biodiesel devido às características físico-química ideais do óleo contido em seus grãos. No entanto, a colheita é realizada com os frutos em diferentes estágios de maturação. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi verificar se os teores de óleo e proteína são influenciados pelos estágios de maturação dos frutos. O estudo foi conduzido no Campo Experimental Diogo Alves de Mello, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos dos frutos maduros e secos. As variáveis analisadas foram os teores de óleo e proteína dos grãos. Verificou-se que os maiores teores de óleo e proteína foram obtidos pelos grãos dos frutos maduros.

Palavras-chave: Fisiologia vegetal, energia renovável, biodiesel.

INTRODUÇÃO

Os crescentes níveis de gases de efeito estufa (GEE) emitidos à atmosfera em virtude da combustão de combustíveis fósseis, têm intensificado a busca por fontes renováveis de energia. Dentre essas alternativas energéticas, os biocombustíveis têm apresentando promissor, pois, são fontes de energia limpas e renováveis. Biocombustíveis são todos os produtos capazes de gerar energia a partir de biomassa, tais como: carvão vegetal (madeira), álcool (açúcares – glicose, amido, celulose), biogás (biomassa em geral) e biodiesel (óleo e gorduras) (OLIVEIRA et al., 2008).

No Brasil, o principal biocombustível utilizado nos motores de combustão é o etanol extraído da cana-de-açúcar, e em escala crescente, o biodiesel, que é produzido pela transesterificação dos triglicerídeos de óleos vegetais e gordura animal com álcoois de cadeia curta (SUAREZ & MENEGHETTI, 2007; LÔBO et al., 2009).

As principais matérias-primas utilizadas para a produção do biodiesel no Brasil são soja, gordura animal e algodão com contribuições de 81%, 13% e 4% respectivamente, sendo os outros materiais responsáveis por apenas 2% dessa produção (ANP, 2016).

É necessário, portanto, diversificar a produção de matéria-prima para produção de biodiesel, utilizando oleaginosas com potencial bioenergético, como a *Jatropha curcas* L. (HELLER et al., 1996; DIAS et al., 2007; BEHERA et al., 2010).

O interesse pela *J. curcas* atribui-se ao alto teor de óleo nos grãos, variando de 33 a 38%, associado às características físico-químicas do óleo, que são ideais para produção do biodiesel (AKBAR et al., 2009; DIAS et al., 2007). Além disso, a *J. curcas* é adaptada a várias condições edafoclimáticas sendo tolerante ao déficit hídrico e aos ataques de pragas e doenças (HELLER et al., 1996; JONGSCHAAP et al., 2007; BEHERA et al., 2010).

Além das características ligadas ao crescimento e desenvolvimento vegetativo, outro ponto que merece destaque é o momento correto de colher os frutos, pois resultados obtidos por Costa et al. (2009), Silva et al. (2012), Santos et al. (2012) e Pessoa et al. (2012) indicam que há diferenças nos teores de óleo dos grãos de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi verificar se há diferença entre os teores de óleo e proteína nos grãos de colhidos em diferentes fases de maturação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado com plantas de *J. curcas* de 4,5 anos de idade. As plantas foram cultivadas no espaçamento 2,5 x 2,5 m, no Campo Experimental “Diogo Alves de Mello”, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, MG (latitude de 20° 45’ 58” S, longitude de 42° 52’ 06” W e altitude média de 676 m). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, quente e úmido, caracterizado por inverno seco e frio com temperaturas mínimas inferiores a 10 °C. A temperatura, durante o período experimental, variou de 15,5 a 33,4 °C, e a precipitação pluvial acumulada foi de 844,5 mm (Figura 1).

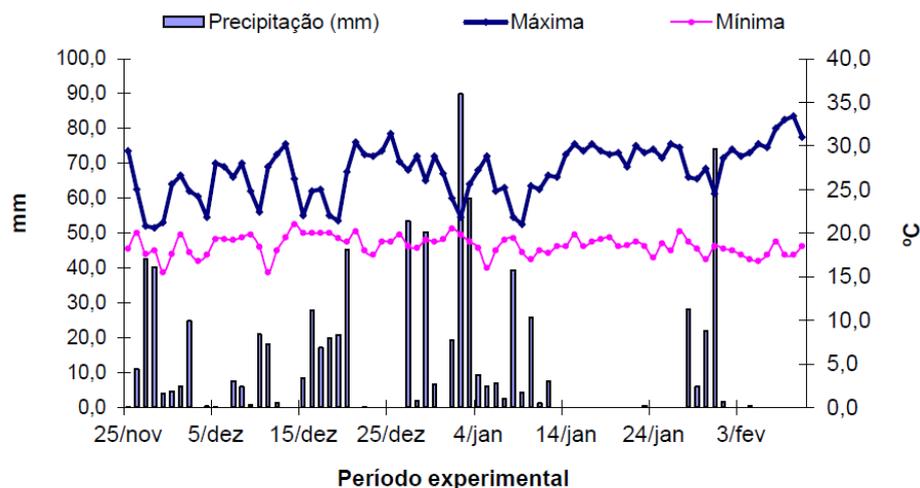


Figura 1 - Dados meteorológicos de precipitação (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C), durante o período experimental, coletados na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa-MG, Campus Viçosa.

A adubação química foi realizada de acordo com Dias et al. (2007), aplicando-se no plantio 100 g planta⁻¹ do formulado N-P-K, 20-10-15. No primeiro ano após o plantio foram aplicados 150 g planta⁻¹ do formulado N-P-K, 20-00-15 e, nos três anos subsequentes, em forma parcelada, aplicaram-se 200, 300 e 400 g planta⁻¹ do formulado N-P-K, 20-10-15, respectivamente. O experimento foi conduzido em sistema de sequeiro e livres de competição com plantas daninhas e aos ataques de pragas e doenças. Antes da tomada de dados experimentais coletaram-se amostras de solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, para análise química (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm

Atributos químicos	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
pH (H ₂ O)	4,50	4,56
MO (dag kg ⁻¹)	2,93	2,00
P (mg dm ⁻³)	2,6	0,9
K (mg dm ⁻³)	37	25
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,99	0,97
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,37	0,37
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,59	0,49
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	6,9	5,5
SB (cmol _c dm ⁻³)	1,45	1,40
CTC _{efetiva} (cmol _c dm ⁻³)	2,04	1,89
CTC _{total} (cmol _c dm ⁻³)	8,35	6,90
V (%)	17,4	20,3
m (%)	28,9	25,9
Zn (mg dm ⁻³)	1,39	1,14
Fe (mg dm ⁻³)	47,2	42,6
Mn (mg dm ⁻³)	17,0	12,4
Cu (mg dm ⁻³)	1,98	2,14
B (mg dm ⁻³)	0,25	0,27
S (mg dm ⁻³)	22,4	21,7

pH em água. MO: Mat. Org. = C.org x 1,724 - Walkley - Black. P, K, Zn, Fe, Mn, Cu: extrator Mehlich⁻¹. Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: extrator KCl 1 mol L⁻¹. H + Al: extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹. SB: soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺). CTC_{efetiva} = SB + Al³⁺. CTC_{total} = SB + (H + Al). V: saturação por bases: (SB/CTC_{total}) × 100. m: índice de saturação de Al. B (Água quente); S (NH₄O Ac. 0,5 mol L⁻¹ e HO Ac. 0,25 mol L⁻¹).

Os teores de óleo e de proteína foram determinados utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos constituídos dos frutos maduros e secos de *J. curcas* L.. Consideraram-se como frutos maduros aqueles de coloração amarela e com 60 dias após a floração. Os secos apresentavam-se coloração escura e foram coletados 75 dias após a floração. Na planta a coleta foi aleatoriamente, e, após colhidos foram acondicionados em sacos de papel e encaminhados para o Laboratório de Agroenergia/UFV. Depois de debulhados separaram-se os grãos para determinação dos teores de óleo e proteína. Os teores de óleo nos grãos foram obtidos pelo método de ressonância nuclear magnética, utilizando o aparelho Oxford Instruments. Para essa mensuração, os grãos foram inicialmente aquecidos à 40 °C e subsequentemente pesados em tubo de ensaio. O tubo possui uma marcação que corresponde ao alcance dos raios magnéticos, e sua função é delimitar a quantidade de grãos utilizados na análise. Em média foram utilizados em cada amostra 10 grãos com 0,5 g cada, totalizando 5 g por amostra. Com o equipamento previamente calibrado, registrou-se a massa da amostra e em seguida essas foram inseridas no leitor, onde percorridos 20 segundos determinou-se o teor de óleo em porcentagem (%).

O teor de proteína foi obtido no espectrofotômetro de infravermelho próximo (FT-NIR). A metodologia de preparo da amostra no aparelho de NIR é semelhante à do teor de óleo por ressonância.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, precedido pelos testes de normalidade e de homocedasticidade de variância. Como esperança matemática dos quadrados médios para adequação dos testadores de F, utilizou o modelo fixo. Já as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Esses parâmetros estatísticos foram obtidos conforme preconizado por Dias & Barros (2009). Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software SAS (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maturação dos frutos influenciou os teores de óleo e proteína, encontrando-se os maiores teores nos frutos maduros (Tabela 2.). Para o óleo, os frutos maduros apresentaram teor de 32,07%, enquanto que nos secos foi de 30,70%. O teor de proteína nos frutos maduros foi de 21,24%, e nos secos 20,19%.

Tabela 2 – Média dos teores de óleo e proteína nos frutos de *Jatropha Curcas* L. colhidos maduros e secos.

Estágios de maturação	Teor de óleo (%)	Teor de proteína (%)
Maduros	32,07 a	21,24 a
Secos	30,70 b	20,19 b
Média	31,38	20,71
CV	5,95	8,51

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

O maior teor de óleo foi encontrado nos frutos maduros devido à redução na demanda de água, nutrientes e fotoassimilados para crescimento do fruto. Dessa forma, com a maturação, os produtos essenciais para o crescimento serão enviados prioritariamente para os grãos. O transporte desses produtos para os grãos resultará no aumento da matéria seca, lipídeos, ácidos graxos, açúcares, proteínas e outras substâncias, até atingir nível máximo, quando cessa a translocação da planta com o grão (DIAS, 2001; SANTOS et al., 2012). Houve redução do teor de óleo nos frutos secos. Esta redução ocorreu a partir da maturidade fisiológica dos grãos, quando os grãos se desligam da planta-mãe e passam a consumir seu material de reserva durante o processo respiratório (BARROS, 1986; SANTOS et al., 2012). Costa et al. (2009) também obtiveram maior teor de óleo em grãos de frutos colhidos maduros (amarelos), quando comparados aos coletados quando intermediários (castanho) e secos (preto). Porém, esses autores, encontraram teores de óleo médios elevados, como 74, 60 e 21%, para os frutos colhidos maduros, intermediários e secos, respectivamente. Os altos teores de óleo, assim como os obtidos por Costa et al. (2009) foram conseguidos pela extração somente do albúmen dos grãos. Em outro estudo, Santos et al. (2012) obtiveram maior teor de óleo nos frutos de coloração marrom-amarelo e marrom, cujo os teores foram respectivamente 26,21 e 25,34%. Entretanto, Silva et al. (2012) e Pessoa et al. (2012) não encontraram diferença estatística entre os frutos colhidos maduros (amarelo) com aqueles amostrados secos (marrom), encontrando diferença apenas entre o teor de óleo dos grãos colhidos verdes. Os teores de óleo obtidos por Silva et al. (2012) para os frutos colhidos verde, amarelo amarelo-marrom e marrom foram, respectivamente: 25,94; 35,21; 36,43 e 35,63%. Para os frutos analisados por Pessoa et al. (2012) para os mesmos estádios do estudo anterior foram: 18,10; 29,15; 27,48 e 28,90%.

O maior teor de proteína foi encontrado nos frutos maduros, uma vez que, a translocação de fotoassimilados é máxima nesta época. A redução protéica ocorrida nos frutos secos é atribuída às mesmas causas relatadas para o teor de óleo, ou seja, interrupção na translocação de fotoassimilados da planta-mãe, para os grão e consumo do material de reserva durante o processo respiratório (BARROS, 1986; SANTOS et al., 2012).

CONCLUSÃO

Os maiores teores de óleo e proteína foram encontrados nos frutos maduros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKBAR, E.; YAAKOB, Z.; KAMARUDIN, S. K.; ISMAIL, M.; SALIMON, J. Characteristic and Composition of *Jatropha curcas* Oil Seed from Malaysia and its Potential as Biodiesel Feedstock Feedstock. **European Journal of Scientific Research**, v. 19, n. 3, p. 396-403, 2009.

ANP (2016) Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=472>> Acesso em: fevereiro de 2016.

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.

- BEHERA, S. K.; SRIVASTAVA, P.; TRIPATHI, R.; SINGH, J. P.; SINGH, N. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass – A case study. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 1, p. 30-41, 2010.
- COSTA, P. R.; POSSE, S. C. P.; CORTI, G. S.; TAMAGNONI, B. D.; DIAS, I. S. Quantificação de óleo no albúmen das sementes de pinhão-mansão em diferentes estádios de maturação dos frutos In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL. 12., 2009. **Anais...** Fortaleza: SBFV, 2009.
- DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.5, n.6, p.22-24, 2001.
- DIAS, L. A. S.; BARROS, W. S. **Biometria experimental**. Viçosa, MG: Suprema, 2009. 408p.
- DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. **Cultivo de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG: LAS Dias, 2007. 40p.
- DIAS, L. A. S.; MISSIO, R. F.; DIAS, D. C. F. S. Antiquity, botany, origin and domestication of *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), a plant species with potential for biodiesel production. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, n. 3, p. 2719-2728, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- HELLER, J. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilised and neglected crops. 1. Gatersleben, **Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research and Rome. International Plant Genetic Resources Institute**. 1996. 66 p.
- LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1596-1608, 2009.
- OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 2-8, 2008.
- PESSOA, A. M. S.; MANN, R. S.; SANTOS, A. G.; RIBEIRO, M. L. F. Influência da maturação de frutos na germinação, vigor e teor de óleo de sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Scientia Plena**, v. 8, n. 7, p. 1-11, 2012.
- SANTOS, S. B.; MARTINS, M. A.; AGUILAR, P. R. M.; CANESCHI, A. L.; CARNEIRO, A. C. O.; DIAS, L. A. S. Acúmulo de matéria seca e óleo nas sementes de pinhão-mansão e qualidade do óleo extraído. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p. 209-215, 2012.

SILVA, L. J.; DIAS, D. C. F. S.; MILAGRES, C. C.; DIAS, L. A. S. Relationship between fruit maturation stage and physiological quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 39-44, 2012.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2068-2071, 2007.