

Teor de óleo e proteína em grãos de pinhão manso colhidos em diferentes estádios de maturação e partes da planta

Djair Felix da Silva^{1,*}, Luiz Antônio dos Santos Dias², Júlio César Lima Neves³, Fábio Santos Matos⁴

¹Centro Universitário Tiradentes, UNIT/AL, Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 - Cruz das Almas, CEP 57038-000, Maceió, AL.

²Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Viçosa, MG.

³Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Viçosa, MG.

⁴Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, Vila Dona Nilza, Ipameri, GO.

*Autor correspondente: djair_felix@yahoo.com.br

Artigo enviado em 22/04/2020, aceito em 21/10/2020

Resumo: O pinhão manso é uma oleaginosa de interesse fármaco-industrial que além do alto teor de óleo nos grãos, apresenta também, considerável quantidade de proteína. No entanto, supõe-se que os teores de óleo e proteína nos grãos variam em decorrência dos estádios de maturação dos frutos e da localização dos frutos nas diferentes partes da planta. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da maturação e da localização dos frutos de pinhão manso sobre os teores de óleo e proteína contido nos grãos. O experimento foi realizado com plantas de pinhão manso com 4,5 anos de idade, onde foram colhidos os frutos verdes, amarelos e secos para obtenção da matéria seca, e os frutos amarelos e secos para determinação dos teores de óleo e proteína. Os maiores pesos seco dos frutos, e teores de óleo e proteína foram obtidos pelos grãos dos frutos de coloração amarela, onde o peso seco foi de 2,46 g frutos⁻¹, e os teores de óleo e proteína foram respectivamente, 32,07 e 21,24%. A matéria seca dos frutos e os teores de óleo e proteína não foram influenciados pela localização dos frutos na planta. Portanto, diante dos resultados obtidos, pôde-se verificar que a maturação dos frutos é a variável que influencia a produção de óleo e proteína nos grãos de pinhão manso.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L, época de colheita, estratos na planta

Oil and protein content in physic nut grains harvested at different stages of maturity and parts of the plant

Abstract: The physic nut is an oleaginous of pharmaceutical and industrial interest that besides the high oil content in the grains, also has a considerable amount of protein. However, it is assumed that the oil and protein contents in the grains vary due to the ripening stages of the fruits and the location of the fruits in different parts of the plant. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of ripeness and location of *jatropha curcas* on oil and protein contents in the grains. The experiment was performed on 4.5-year-old *jatropha curcas*, where the green, yellow, and dried fruits were harvested to obtain dry matter, and the yellow and dried fruits to determine the oil and protein contents. The highest dry weight of the fruits, and oil and protein contents were obtained by the yellow colored fruit grains, where the dry weight was 2.46 g fruits⁻¹, and the oil and protein contents were, respectively, 32.07 and 21.24%. The dry matter of the fruits and the oil and protein contents were not influenced by the location of the fruits in the plant.

Therefore, in view of the results obtained, it was possible to verify that fruit ripening is the variable that influences the production of oil and protein in physic nut seeds.

Keywords: *Jatropha curcas* L, harvest season, plant strata

Introdução

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta da família das euforbiáceas originada possivelmente da América Central, sendo encontrada de forma espontânea em quase toda a região tropical e em menor escala nas regiões temperadas (Virgens et al., 2017). Essa oleaginosa pode ser utilizada como cerca viva, bem como na recuperação de áreas degradadas. O óleo contido nos grãos pode ser utilizado como matéria-prima na obtenção de produtos para fins medicinais como tratamentos de tumores, na fabricação de sabão e nas indústrias de cosméticos (Pessoa et al., 2012; Virgens et al., 2017; Machado e Silva, 2019). Embora essa versatilidade, o óleo de pinhão manso tem-se destacado por apresentar características físico-químicas ideais para obtenção de biodiesel (Evangelista et al., 2015; Duque e Cardeño, 2017). Além das propriedades qualitativas do óleo, os grãos apresentam elevados teores, cerca de 55 a 58% de óleo (Virgens et al., 2017; Machado e Silva, 2019).

Outro componente encontrado nos grãos em grande quantidade são as proteínas. Em média os grãos de pinhão manso contêm entre 31 a 35% de proteína (Virgens et al., 2017; Machado e Silva, 2019). O alto teor de proteína é uma variável importante, visto que, a torta obtida após a extração do óleo do grão, após desintoxicada, pode ser utilizada na alimentação animal como suprimento proteico. As proteínas também são importantes na indústria medicinal, pois a curcina após sintetizada é utilizada como uma droga antitumoral (Machado e Silva 2019).

Embora conhecendo as aplicações do óleo e proteína presentes nos grãos de pinhão manso, o momento de colher tem sido um dos fatores determinantes no conteúdo desses compostos, pois, como essa espécie apresenta desuniformidade na maturação dos frutos, alguns grãos são colhidos antes mesmo de atingir a maturidade fisiológica. Esse problema é verificado quando a colheita é realizada de uma única vez pelo fato de colher grãos imaturos, malformadas e chochas; e quando a colheita é realizada em várias etapas, aumenta-se o custo de produção, tornando por sua vez economicamente inviável (Santos et al., 2012; Evangelista et al., 2015).

A colheita no momento em que os grãos encontram-se no ponto de maturidade fisiológica é a mais viável, pois, nessa fase há o acúmulo máximo de massa de matéria seca, máxima qualidade fisiológica, assim como maior perda de água (Ducca et al., 2015). Sendo assim, uma das formas de identificar a qualidade do grão, e por sua vez, o ponto de colheita, é a coloração dos frutos (Pessoa et al., 2012; Santos et al., 2012; Rubio et al., 2013; Brito et al., 2015; Ducca et al., 2015; Duque e Cardeño, 2015; Evangelista et al., 2015).

Outro fator que carece de investigação por supostamente influenciar os teores de óleo e proteína é a localização dos frutos nas plantas. A hipótese é que as maiores concentrações de óleo e proteína são encontradas nos frutos localizados na parte superior da planta em decorrência das atividades fotossintéticas e nutricionais apresentar-se mais intensa do que nas regiões mais basais.

A influência da maturação dos frutos nos teores de óleo e proteína,

assim como a da localização dos frutos nas plantas, são características importantíssimas para programas de melhoramento genéticos, pois possibilita selecionar genótipos superiores. A maturação dos frutos proporciona o momento ideal da colheita por determinar a maturação fisiológica, onde por sua vez, reduz o número de colheitas e diminui o custo de produção. Agora a localização da planta é importante para o desenvolvimento e/ou uso de implementos agrícolas, como por exemplo, colheitadeiras mecanizadas.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da maturação e da localização dos frutos de pinhão manso sobre os teores de óleo e proteína contido nos grãos.

Material e métodos

O experimento foi realizado com árvores de pinhão manso com 4,5 anos de idade, cultivadas 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, 2018). 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.

O plantio foi conduzido em sistema de sequeiro e livres de competição com plantas daninhas e aos ataques de pragas e doenças. A adubação química foi realizada de acordo com Dias

et al. (2007), mediante a análise química do solo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições arranjados em esquema fatorial, sendo 3x3 para a matéria seca dos frutos e 2x3 para os teores de óleo e proteína. A matéria seca dos frutos foi avaliada em três estádios de maturação: frutos verdes, amarelos e secos; e três locais de coleta na árvore: superior, médio e inferior. Para os teores de óleo e proteína avaliaram-se somente os frutos amarelos e secos e os três locais de coleta na árvore.

Os frutos foram coletados de 12 plantas de cada bloco, as quais foram identificadas logo em seguida para as amostragens nas épocas subsequentes. Em cada árvore foram coletados 16 frutos, sendo 4 em cada um dos estratos estudados, conforme verifica-se na Figura 1A. A coleta dos frutos foi realizada em forma de quadrantes (Figura 1B), para evitar o efeito da incidência da radiação solar. Os frutos verdes foram coletados 30 dias após o início do florescimento, enquanto os amarelos e secos, 60 e 75 dias, respectivamente. Após colhidos, os frutos foram acondicionados em sacos de papel e encaminhados para o Laboratório de Agroenergia/UFV, onde foram lavados com água deionizada e secos em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até peso constante e, em seguida, foram pesados para obtenção do peso seco. Depois de debulhados separam-se os grãos para determinação dos teores de óleo e proteína. Foram coletados apenas frutos livres de deficiência nutricional aparente e com ausência de ataque de praga e doenças.

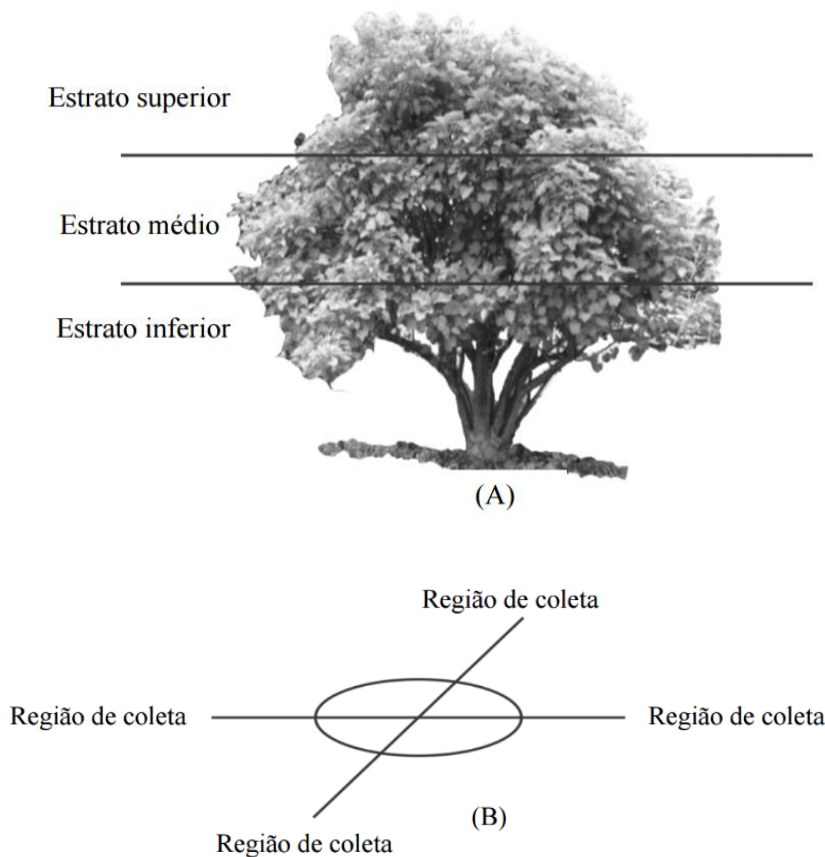


Figura 1. Detalhe da coleta dos frutos quanto à localização na copa das árvores (A), e forma de coleta dos frutos em quadrantes.

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 (FTNIR).

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 e Barros (2009). Os procedimentos estatísticos foram

realizados utilizando o software SAS (SAS Institute, 2000).

Resultados e discussão

Os estádios de maturação influenciaram significativamente todos os parâmetros analisados, conforme verifica-se na Tabela 1. Foi observado o maior valor para matéria seca nos frutos amarelos, com 2,46 g frutos⁻¹, seguidos dos secos com 2,17 g frutos⁻¹, e dos verdes 1,39 g frutos⁻¹. Os maiores teores de óleo e proteína dos grãos foram

obtidos pelos frutos colhidos na coloração amarela. Verificou-se que o teor de óleo nos frutos amarelos apresentou diferença de 1,37%, enquanto que o teor de proteína, 1,05%. A matéria seca dos frutos e os teores de óleo e proteína não diferiram significativamente para os diferentes estratos de colheita na planta, mas verificou-se o efeito significativo para a interação entre os estádios de maturação e os estratos na planta somente para a matéria seca dos frutos.

Tabela 1. Média da matéria seca dos frutos e dos teores de óleo e proteína em grãos de pinhão manso em diferentes estádios de maturação.

Estádios de maturação	Matéria seca dos frutos	Teor de óleo	Teor de proteína
	g frutos ⁻¹	%	%
Frutos verdes	1,39 c	-	-
Frutos amarelos	2,46 a	32,07 a	21,24 a
Frutos secos	2,17 b	30,70 b	20,19 b
Média	2,00	31,38	20,71
CV a	17,41	5,95	8,51
CV b	27,63	3,08	3,58

CV a % Coeficiente de variação da análise de variância. CV b % Coeficiente de variação fenotípico. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior peso seco dos frutos de coloração amarela deu-se em virtude do início da maturação fisiológica, que por sua vez é caracterizada pela redução do teor de água nos grãos e do incremento no acúmulo de matéria seca (Santos et al., 2012; Ducca et al., 2015). Isso ocorre porque o teor de água nos grãos é alto nos primeiros estágios de desenvolvimento e reduz significativamente com a maturação dos frutos (Santos et al., 2012; Silva et al., 2012; Rubio et al., 2013; Brito et al., 2015; Ducca et al. 2015). A conservação do teor de água nos grãos nos primeiros estádios de maturação torna-se necessário para que os produtos fotossintetizados nas folhas (fonte),

sejam translocados inicialmente para a formação dos grãos (drenos), e posteriormente para a reserva (Santos et al., 2012; Brito et al., 2015; Ducca et al., 2015).

Resultados encontrados em outros estudos revelam que os grãos que apresentaram o maior peso seco foram aquelas colhidas em frutos de coloração amarelo-marrom. Duque e Cardeño (2017) analisando o efeito da maturação no desempenho do fruto, verificou o maior peso seco de 100 grãos naqueles obtidas pelos frutos de coloração amarelos-marrom, com 92,98 g, seguidos dos frutos castanhos, amarelos e verdes, com peso seco respectivamente de 85,77

g, 73,62 g e 59,20 g. Ducca et al. (2015) também encontraram a maior massa seca nos grãos dos frutos amarelos com manchas marrons ao analisar a qualidade fisiológica e lipídios totais de grãos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função de épocas de colheita. Os autores obtiveram nessa fase de maturação o peso seco de 0,6 g grão⁻¹.

Em diversos estudos, as maiores percentagens de óleo nos grãos de

pinhão manso foram encontradas nos frutos entre os estádios de maturação amarelo ao marrom, que por sua vez, inicia com teores baixos nos grãos dos frutos verdes, aumenta posteriormente nos frutos amarelo e marrom e diminuiu nos frutos secos. Na tabela 2 são apresentados os teores óleo nos grãos de pinhão manso influenciados por diferentes estágios de maturação em estudos encontrados na literatura.

Tabela 2. Teores de óleo nos grãos de pinhão manso influenciados por diferentes estágios de maturação em estudos encontrados na literatura.

Autores	Fruto verde	Fruto amarelo	Fruto amarelo-marrom	Fruto marrom-amarela	Fruto marrom	Frutos secos	Teor de óleo (%)	
Duque e Cardeño (2017)	21,32	26,67	33,62	-	28,97	-		
Brito et al. (2015)	21,17	23,10	14,88	26,11	-	23,28		
Evangelista et al. (2015)	21,35	-	34,35	-	-	32,91		
Pessoa et.al. (2012)	18,10	29,15	-	27,48	-	28,98		
Santos et al. (2012)	7,24	18,29	-	26,21	25,34	-		
Silva et al. (2012)	25,94	35,21	36,43	-	35,63	-		

Comparando os estágios de maturação analisados neste estudo com os apresentados na tabela 2, podemos observar que o maior teor de óleo foi obtido nos grãos colhidos com os frutos amarelo (Tabela 1), pois diferentemente do que foi avaliado nos trabalhos citados, neste estudo não foram analisados os estágios verde e marrom. O maior teor de óleo foi obtido nos grãos dos frutos de coloração amarela em virtude do maior acúmulo de matéria seca, conforme a Tabela 1. Resultados semelhantes foram encontrados por: Santos et al. (2012), Silva et al. (2012) e Ducca et al. (2015). Essa relação entre maior teor de óleo e maior matéria seca, ocorreu segundo Dias (2001) ao fato do grão ser dreno, pois esta recebe os produtos da fotossíntese, o que contribui para o

aumento da matéria seca até atingir o valor máximo quando cessa a translocação planta-grão.

Os frutos maduros apresentaram os maiores teores de proteína (Tabela 1), devido possivelmente ao consumo desse composto após a diminuição e interrupção de fotoassimilados para os grãos em virtude do processo de maturação. Na literatura não há pesquisas que relacionem os teores de proteína com os estágios de maturação, no entanto, observa-se inúmeros trabalhos com determinação do teor de proteína na torta de pinhão manso. Segundo Machado e Silva (2019), o grão de pinhão manso contém entre 31 e 35% de óleo, e devido a esse motivo, pode ser utilizada como um suplemento proteico na alimentação animal.

Avaliando a qualidade pós-colheita de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), Silva et. al (2018) verificaram uma curva com tendência quadrática, ou seja, baixo teor de proteína nos frutos verdes, 1,25%, conteúdo máximo nos frutos de coloração verde-amarelo, 1,70% e redução nos frutos de coloração amarela 1,30%.

Em relação as interações entre os estádios de maturação e a localização dos frutos nas plantas, verificou-se o efeito significativo somente para a matéria seca dos frutos, conforme apresentada na

figura 2. Observou-se no desdobramento das fases fenológicas dentro de cada nível de estrato, o efeito significativo em todos os estratos avaliados, sendo a maior matéria seca obtida nos frutos colhidos maduros, cujas médias foram 2,37; 2,49; e 2,51 g fruto⁻¹, para os frutos colhidos nos estratos superior, médio e inferior, respectivamente. No entanto, os frutos colhidos verdes foram aqueles que apresentaram os menores valores de matéria seca, apresentando médias de 1,37, 1,49 e 1,30 g fruto⁻¹ para os frutos colhidos nos estratos superior, médio e inferior, respectivamente.

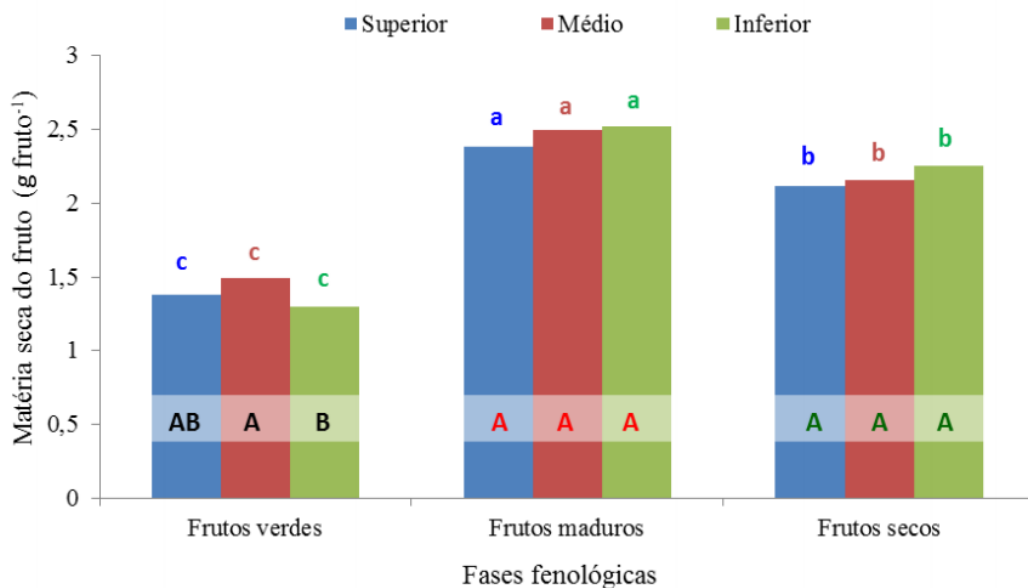


Figura 2. Efeito da interação fase fenológica x estrato para matéria seca dos frutos de pinhão manso. Letras maiúsculas e minúsculas iguais e de mesma cor não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Realizando-se o desdobramento dos estratos dentro de cada nível do estágio de maturação, verificou-se diferença estatística apenas nos frutos colhidos verdes. Nesse estágio de maturação, o maior peso seco foi encontrado nos frutos colhidos no estrato médio (1,49 g fruto⁻¹), apesar de não diferir daqueles localizados no estrato superior (1,37 g fruto⁻¹).

A ocorrência de interação entre as fases fenológicas e os estratos na produção de biomassa dos frutos deveu-

se as diferenças nas demandas e redistribuição de água e nutrientes em função das épocas e da localização desses órgãos nas plantas. Sales et al. (2016) ao quantificar o teor de proteína nos grãos de soja verificaram os maiores valores na parte superior e média da planta, e atribuem à translocação de nutrientes, principalmente de nitrogênio.

Quanto aos efeitos dos locais de coleta na planta, não foi verificada diferença significativa para nenhuma das

três variáveis analisadas conforme pode-se observar na Tabela 3.

Tabela 3. Médias de matéria seca do fruto e dos teores de óleo e proteína nos grãos de *J. curcas* em três estratos na planta.

Estratos na copa	Matéria seca dos frutos	Teor de óleo	Teor de proteína
	g frutos ⁻¹	%	%
Superior	1,95 a	31,94 a	20,93 a
Médio	2,04 a	31,12 a	21,18 a
Inferior	2,02 a	31,09 a	20,03 a
Média	2,00	31,38	20,71
CV a	10,73	5,76	10,57
CV b	2,34	1,53	2,92

CV a % Coeficiente de variação da análise de variância. CV b % Coeficiente de variação fenotípico. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultado diferente foi encontrado por Sales et al. (2016) ao analisar o teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições na planta. Nesse estudo, os pesquisadores encontraram os maiores teores de proteína nos grãos localizados no terço superior das hastes da planta, enquanto que, os maiores teores de óleo foram obtidos nos frutos colhidos nos terços médio e inferior. Noutro estudo, sendo esse realizado nos Estados Unidos, Bellaloui e Gillen (2010), também com soja, os maiores teores de proteínas dos grãos foram encontrados na parte superior, enquanto que, os maiores teores de óleos foram obtidos nos grãos localizados na parte inferior da planta.

Conclusões

Os maiores pesos seco dos frutos, e teores de óleo e proteína foram obtidos pelos grãos dos frutos de coloração amarela.

A matéria seca dos frutos e os teores de óleo e proteína não foram influenciados pelos diferentes estratos de colheita na planta.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Referências

BELLALOUI, N.; GILLEN, A.M. Soybean seed protein, oil, fatty acids, N, and S partitioning as affected by node position and cultivar differences. **Journal Agricultural Science**, Ontário, v. 1, n.3, p.110-118, 2010.

BRITO, C.D.; LOUREIRO, M.B.; SOUZA JÚNIOR, A.P.; FERNANDEZ, L.G.; CASTRO, R.D. Morphophysiological profile of *Jatropha curcas* L. fruits and seeds maturation. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n.6, p. 3615-3628, 2015.

DIAS, D.C.F.S. Maturação fisiológica de sementes: o processo. **Seed News**, v. 5, n.6, p. 22-24, 2001.

DIAS, L.A.S.; BARROS, W.S. **Biometria Experimental**. Viçosa: Editora UFV, 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-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 40p.
- DUCCA, C.A.D.; SOUZA, N.M.; PRETE, C.E.C. Qualidade fisiológica e lipídios totais de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função de épocas de colheita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.4, p. 364–368, 2015.
- DUQUE, L.F.C.; CARDEÑO, F. Measurement of fruit color-heterogeneity index and their relation to *Jatropha curcas* L., oil in Colombia, **Acta Agronómica**, Palmira, v. 66, n.1, p. 9-14, 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2018. 356 p.
- EVANGELISTA, A.W.P.; ALVES JÚNIOR, J.; SOUZA, J.L.M.; BEZERRA, R.S.; DOMINGOS, M.V.H. Acúmulo de matéria seca e óleo em sementes de pinhão-manso irrigado e de sequeiro. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n.5, p. 829-837, 2015.
- MACHADO, O.L.T.; SILVA, R.S.B. **Pinhão-manso: fitoquímica, efeitos farmacológicos e usos medicinais**. In: Laviola, B.G.; RODRIGUES, E.V. (Ed.). **Pinhão-manso: pesquisas, conhecimentos e práticas**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 352-384.
- 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-manso (*Jatropha curcas* L.). **Scientia Plena**, Aracajú, v. 8, n.7, p. 1-11, 2012.
- RUBIO, F.; MENEGHEL, A.P.; GOMES, L.F.S.; MALAVASI, M.M. Estádios de maturação do fruto no desempenho germinativo e teor de óleo de sementes de *Jatropha curcas* Linn. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n.2, p. 663-668, 2013.
- SALES, V.H.G.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; OLIVEIRA JÚNIOR, W.P.; SALES, P.V.G. Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n.1, p. 22-29, 2016.
- 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-manso e qualidade do óleo extraído. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.2, p. 209–215, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide. Version 9.0**. Cary: SAS Institute, 2000. 584p.
- SILVA, J.L.; COSTA, F.B.; NASCIMENTO, A.M.; COSTA, R.T.RV.; FORMIGA, A.S. Pós-colheita de frutos de juazeiro em diferentes estádios de maturação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.13, n.3, p. 302-307, 2018.
- 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.

VIRGENS, I.O.; CASTRO, R.D.; LOUREIRO, M.B.; FERNANDEZ, L.G. Revisão: *Jatropha curcas* L.: aspectos morfofisiológicos e químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2016030, p. 1-11, 2017.