

## QUALIDADE DE ÓLEO DE PINHÃO MANSO CULTIVADO SOB DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO POTÁSSICA

**ADÃO WAGNER PÊGO EVANGELISTA<sup>1</sup>; RICARDO FLORENTINO BARBOSA<sup>2</sup>;  
JOSÉ ALVES JÚNIOR<sup>1</sup>; DERBLAI CASAROLI<sup>1</sup>; RILNER ALVES FLORES<sup>3</sup> E  
RAFAEL BATTISTI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Professor Doutor, Departamento de Engenharia de Biossistemas, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás"- UFG, Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: awpego@pq.cnpq.br, jose.junior@pq.cnpq.br, derblaicasaroli@yahoo.com.br, battisti@ufg.br.

<sup>2</sup> Mestre, Departamento de Engenharia de Biossistemas, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás"- UFG, Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: rafbagronomia@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Professor Doutor, Departamento de Solos, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás"- UFG, Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: rilner1@hotmail.com.

### 1 RESUMO

O pinhão manso é uma oleaginosa com alto potencial para produção de biodiesel e biolubrificantes, porém existem poucos trabalhos abordando o efeito da irrigação e demandas nutricionais sobre a qualidade e composição do óleo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação potássica e da irrigação sobre a composição do óleo de pinhão manso. O experimento foi desenvolvido na área experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás. Os tratamentos consistiram de quatro doses de adubação potássica, sendo: 40, 80, 120, e 160 kg ha<sup>-1</sup>, e quatro lâminas de irrigação: 0% (sem irrigação), 40%, 80% e 120% da evaporação do tanque Classe A (ECA). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 repetições, analisado no esquema de parcelas subdivididas. Para extração de óleo das sementes utilizou-se o método mecânico por prensagem e para obtenção da composição de óleo utilizou-se a cromatografia gasosa. Os tratamentos de adubação e irrigação promoveram alterações na qualidade do óleo de sementes de pinhão manso. Plantas adubadas com 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e irrigadas com a lâmina de irrigação de 80% da ECA obtém os melhores resultados.

**Palavras-chave:** biodiesel, lâminas de irrigação, nutrição de plantas, *Jatropha curcas*.

**EVANGELISTA, A. W. P.; BARBOSA, R. F.; ALVES JÚNIOR, J.; CASAROL, D.;  
FLORES, R. A.; BATTISTI, R.  
OIL QUALITY OF JATROPHA TREE CULTIVATED UNDER DIFFERENT  
MANAGEMENTS OF IRRIGATION AND POTASSIUM FERTILIZATION**

### 2 ABSTRACT

*Jatropha* is an oilseed with high potential for biodiesel and biofuel production. However, studies are scarce about the effect of water and nutritional requirement in the oil quality and composition. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of potassium fertilization and irrigation on the composition of *jatropha* oil. The treatments consisted of four

potassium fertilization levels: 40, 80, 120, and 160 kg ha<sup>-1</sup>, and four irrigation levels: 0% (without irrigation), 40%, 80% and 120% of Class A pan evaporation (ECA). The experimental was design in randomized blocks with subdivided plots and four replicates. The mechanical method by pressing was used to extract oil from the seeds, using gas chromatography to obtain the oil composition. Fertilization and irrigation treatments promoted changes in the quality of jatropha seeds oil. Plants fertilized with 120 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O and with irrigation level of 80% of ECA show the best results.

**Keywords:** biodiesel, irrigation management, plant nutrition, *Jatropha curcas*.

### 3 INTRODUÇÃO

O pinhão manso, oleaginosa pertencente à família euforbiácea, produz sementes ricas em óleo com teor que varia entre 50 e 60% com características físico-químicas apropriadas para uso na produção de biodiesel (VIRGENS et al., 2017). Alterações no clima em escala mundial consequência do aumento da poluição do ar produzida pela indústria e automóveis têm buscado fontes de energia sustentáveis e renováveis, logo é oportuno o estudo do pinhão manso como fonte energética visando aumento de produtividade e obtenção de viabilidade econômica de seu cultivo em plantio comercial (OPENSHAW, 2000).

Resultados de pesquisa indicam que para obter alta produtividade de sementes e aumentar a qualidade do óleo, o pinhão manso necessita de água e exige solos férteis com boas condições físicas (ARRUDA et al., 2004). HORSCHUTZ et al. (2012), avaliando o efeito da irrigação sobre o crescimento e produtividade do pinhão manso constataram que a cultura responde positivamente a essa técnica com aumento em desenvolvimento, produtividade e qualidade do óleo.

Depois do nitrogênio, o segundo mineral mais requerido pelas espécies vegetais, inclusive o pinhão manso, é o potássio (MALAVOLTA, 2006). Em um estudo sobre o teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso, LAVIOLA & DIAS (2008) encontraram

que a relação N/K foi de 2,3 nas folhas e de 1,4 nos frutos, indicando que na fase produtiva há aumento de requerimento por potássio pela planta.

O potássio é um nutriente importante para a manutenção da quantidade de água nas plantas e também para sua nutrição. A absorção de água pela célula e pelos tecidos da planta é frequentemente consequência de sua absorção ativa do potássio (LAUCHLI & ARNEKE, 1978). O potássio também funciona como cofator em vários sistemas enzimáticos, que incluem a utilização e transferência de energia, síntese protéica e metabolismo dos carboidratos e está presente em mais de 50 enzimas como ativador enzimático (MALAVOLTA et al., 2006).

Para garantir a produção agrícola em regiões onde em certas épocas do ano as chuvas são escassas, como no cerrado, torna-se necessário o uso da irrigação (COSTA, 2012). No Cerrado, os plantios comerciais na maioria das vezes tornam-se inviáveis, pela região apresentar uma estação seca, veranicos, e a maioria dos solos apresentam baixa fertilidade natural. Referente ao cultivo comercial de pinhão manso, resultados de pesquisa tem demonstrado que para um melhor desenvolvimento a planta necessita de água e exige solos férteis e com boas condições físicas (OLIVEIRA et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de lâminas de irrigação e doses de adubação potássica sobre a

qualidade e composição do óleo de sementes de pinhão manso.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás - UFG, em Goiânia, GO, num campo de pinhão manso com cinco anos de idade, referente à safra 2015/2016.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas receberam os tratamentos de irrigação e as subparcelas as doses de adubação. Os tratamentos de irrigação corresponderam à lâminas calculadas com base na evaporação do tanque Classe A (ECA), sendo:  $L_0$  = sem irrigação;  $L_{40}$  = 40% da ECA;  $L_{80}$  = 80% da ECA e  $L_{120}$  = 120% da ECA. Os tratamentos de adubação foram:  $T_{40}$  = 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O;  $T_{80}$  = 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O;  $T_{120}$  = 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; e  $T_{160}$  = 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As aplicações foram parceladas em quatro vezes, com intervalos de 30 dias, com início na época de floração da cultura. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de pinhão manso com 5 plantas, totalizando 48 plantas, com área útil total de 216 m<sup>2</sup>, ocupando uma área total de 864 m<sup>2</sup>.

A adubação de cobertura com nitrogênio e fósforo foi realizada na mesma dosagem para todas as parcelas experimentais, de acordo com LANGE et al. (2005), sendo realizada da seguinte forma: duas aplicações de 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 75 kg ha<sup>-1</sup> de N, nas formas de superfosfato simples e uréia, respectivamente. A primeira aplicação foi na época da floração e a segunda 30 dias após a primeira.

O sistema de irrigação utilizado foi por microaspersão com emissores instalados em tubos de polietileno com raio de alcance 1,0 m, vazão média de 65 L h<sup>-1</sup> e pressão de operação de 20 m.c.a. Utilizou-se um emissor para cada duas plantas, perfazendo uma área molhada de 30% em relação à área total. O manejo de irrigação foi realizado com base na evaporação diária medida em um tanque Classe A e a precipitação medida em pluviômetro, instalados na estação evaporimétrica, localizada na área da Escola de Agronomia da UFG, numa distância de 300 m da área experimental.

As irrigações foram realizadas três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras), visando atender as especificações da irrigação localizada, onde a água deve ser aplicada em baixos volumes, entretanto com alta frequência, visando manter a umidade do solo próximo a correspondente à capacidade do solo (Bernardo et al., 2006). A umidade do solo foi registrada usando sensores do tipo watermark. O volume de água aplicado foi calculado com base no saldo entre a evaporação do tanque Classe A (ECA) e as precipitações ocorridas no período, entre duas irrigações consecutivas. O tanque Classe A era da forma circular, construído de chapa de aço N<sup>o</sup> 22 com diâmetro de 1,20 m e altura de 0,254 m. O tempo de irrigação foi estimado segundo equações apresentadas por Bernardo et al. (2006), considerando uma eficiência de 90% para o sistema de irrigação. Na Tabela 1 podem ser visualizados os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa média do ar registrados durante os meses de realização do experimento.

**Tabela 1.** Valores de total precipitado, umidade relativa média do ar e temperatura média do ar registrados durante os meses de realização do experimento em Goiânia.

Meses/Ano	Precipitação (mm)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)
Maio/2015	48,4	69	23,1
Junho/2015	0,0	68	21,8
Julho/2015	2,0	63	21,3
Agosto/2015	8,2	56	22,7
Setembro/2015	26,4	53	26,4
Outubro/2015	51,8	52	27,5
Novembro/2015	213	68	26,9
Dezembro/2015	117,2	73	26,7
Janeiro/2016	353,0	84	25,1
Fevereiro/2016	128,8	72	26,1
Março/2016	132,5	72	25,7
Abril/2016	0,0	63	24,5
Média	90,11	66,08	24,82

A colheita das parcelas foi manual e após a homogeneização dos frutos colhidos, as amostras foram acondicionadas em sacaria de fio plástico trançado e submetidas à secagem, em bancadas de madeira suspensa ao ar livre. A umidade média dos frutos antes e após o processo de secagem foi respectivamente de 27% e 12%. Em seguida foi realizado o beneficiamento das sementes e para a extração de óleo utilizou-se o método mecânico por prensagem a frio, utilizando uma massa de sementes de 1 kg.

O óleo extraído foi caracterizado quanto a parâmetros físico-químicos. A composição em ácidos graxos do óleo das amostras foi determinada após preparo dos ésteres metílicos segundo metodologia proposta por HARTMAN & LAGO (1973) e injeção em cromatógrafo a gás (CG), de acordo com o método Ce 1-62 (AOCS, 1989).

Os índices de saponificação e de iodo foram obtidos segundo os métodos Cd 3a-94 e Cd 1c-85 (AOCS, 1989), respectivamente. E o peso molecular médio dos ácidos graxos foi calculado baseado na composição determinada por cromatógrafo a gás. Para determinação do índice de acidez foram analisadas em triplicata

amostras de 2,0 g de óleo, utilizando a metodologia proposta pela AOCS (AOCS, 1989).

O índice de peróxido foi obtido por espectrofotometria proposto pela Federação Internacional de Laticínios (IDF 74A, 1991) modificada por SHANTHA & DECKER (1994) e o valor de peróxido ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) foi determinado pela interpolação com o ajuste linear da curva de padronização construída usando o hidróxido de cumeno (sigma) como padrão.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando os dados apresentaram diferenças significativas desdobrou-se a soma dos quadrados dos tratamentos em polinômios, ajustando o polinômio de maior grau significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. No caso de ajuste de função quadrática aos dados, derivou-se a equação para encontrar a dose de  $\text{K}_2\text{O}$  ou lâmina de irrigação que proporcionaria o melhor resultado. Para isso utilizou-se o programa computacional Statistica.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para as lâminas de irrigação e doses de adubação potássica, separadamente, para o índice de

acidez do óleo de sementes de pinhão manso, não registrando portanto interação entre os tratamentos para o referido índice (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância e de regressão para índice de acidez (IA - mgKOH g<sup>-1</sup>), índice de peróxido (IP - meq kg<sup>-1</sup>), índice de saponificação (IS - mg KOH g<sup>-1</sup>), índice de iodo (IO - gI<sub>2</sub> 100g<sup>-1</sup>), ácido palmítico (APA - %) e ácido esteárico (AES - %), em função dos tratamentos aplicados.

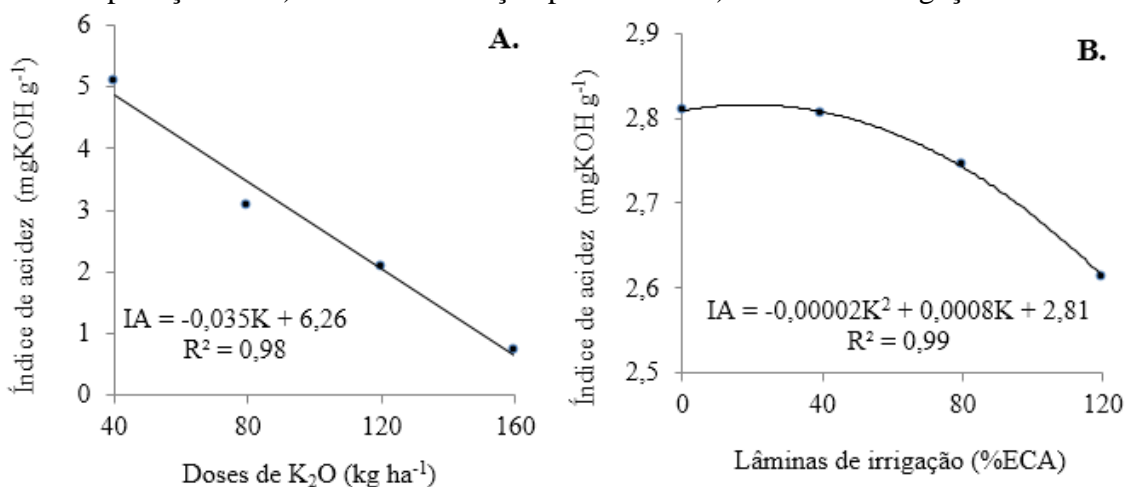
Fonte de variação	G.L	Quadrado Médio					
		IA	IP	IS	IO	APA	AES
Bloco	3	0,005 <sup>ns</sup>	0,0013 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	0,097 <sup>ns</sup>	0,139 <sup>ns</sup>	0,074 <sup>ns</sup>
Lâminas	3	0,134 <sup>*</sup>	0,0011 <sup>ns</sup>	0,300 <sup>ns</sup>	0,090 <sup>ns</sup>	0,358 <sup>*</sup>	0,083 <sup>ns</sup>
Erro 1	9	0,016	0,0007	0,053	0,178	0,070	0,037
Potássio	3	59,9 <sup>**</sup>	0,1119 <sup>**</sup>	1,119 <sup>*</sup>	1545,5 <sup>*</sup>	196,3 <sup>**</sup>	65,27 <sup>**</sup>
I*P	9	0,015 <sup>ns</sup>	0,0012	0,359 <sup>*</sup>	0,56 <sup>*</sup>	0,236 <sup>*</sup>	0,117 <sup>**</sup>
Erro 2	36	0,01	0,0008	0,051	0,185	0,077	0,048
CV1	-	4,62	1,55	0,12	0,43	1,47	2,72
CV2	-	3,77	1,59	0,12	0,44	1,53	3,11
Média	-	2,74	1,82	192,66	98,78	18,27	7,11

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) realizada pelo teste F; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p < 0,05) realizado pelo teste F; ns - não significativo (p >= 0,05).

O efeito foi positivo com redução do índice de acidez com a aplicação crescente dos tratamentos de irrigação e adubação, alcançando valores mínimos de 0,63 mgKOH g<sup>-1</sup>, com a aplicação da dose de adubação potássica de 160 kg ha<sup>-1</sup> e 2,62 mgKOH g<sup>-1</sup> com a aplicação da lâmina de

irrigação de 120% da ECA (Figuras 1A e 1B). O aumento da acidez de óleo bruto contribui para a perda de sua neutralização, sendo um indicador de sementes de baixa qualidade, de manuseio ou de um processamento inadequado (ANGELUCCI et al., 1987).

**Figura 1.** Índice de acidez (mgKOH g<sup>-1</sup>) do óleo de sementes de pinhão manso em função da aplicação de A) doses de adubação potássica e B) lâminas de irrigação.

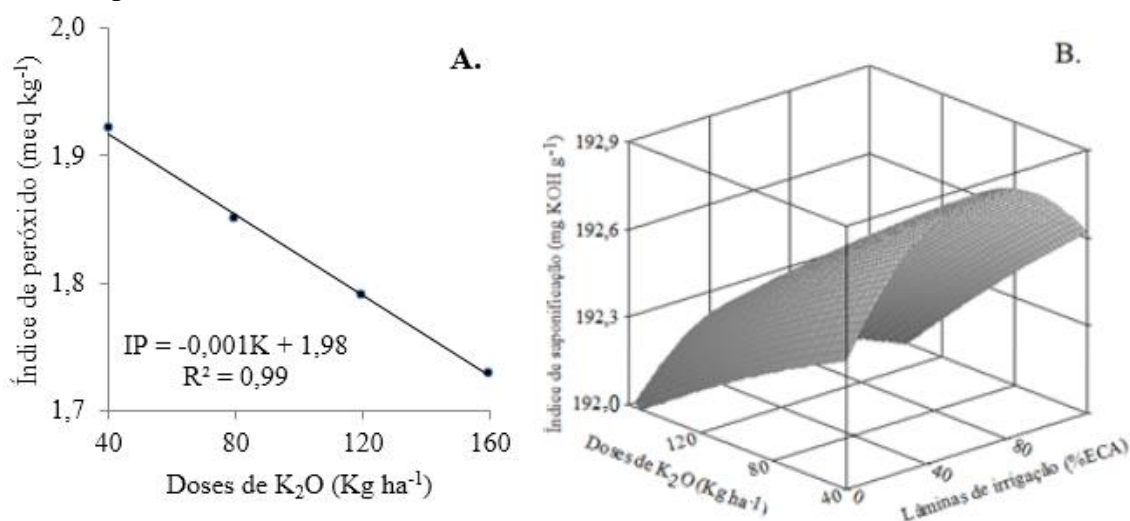


Apesar da aplicação de lâminas crescentes de irrigação ter contribuído para o aumento da qualidade do óleo, o índice de acidez encontrado no óleo de sementes irrigadas com a lâmina de irrigação de 120% da ECA é considerado alto pela Agência Nacional de Petróleo (2003) que estabelece que o óleo para produção de biodiesel deve apresentar índice de acidez inferior a  $0,8 \text{ mg KOH g}^{-1}$ , uma vez que alta acidez possui ação corrosiva sobre os componentes metálicos do motor, afetando a sua operação ou pode causar reações indesejadas como a saponificação dos ácidos graxos livres promovida pelo meio básico do catalisador durante a reação.

Entretanto para reduzir a acidez do óleo, uma das técnicas utilizadas e regularizada pela Agência Nacional de Petróleo, consiste em após extrair o óleo, utilizar o processo de neutralização, adicionando uma solução aquosa de hidróxido de sódio 18% ao óleo (ANP, 2003).

Somente as doses de adubação potássica influenciaram o índice de peróxido do óleo extraído de sementes de pinhão manso, com redução dos valores com a aplicação de maiores doses de adubação, enquanto o para o índice de saponificação houve efeito significativo da interação entre os dois fatores testados (Tabela 2).

**Figura 2.** Variação do A) índice de peróxido em função das doses de adubação potássica e B) do índice de saponificação ( $IS = a=192,550 + 0,013.L - 0,002.K - 9,209.L^2 - 6,934.K^2 - 2.10^{-5}.L.K$ ;  $R^2 = 0,99$ ) em função das doses de adubação e lâminas de irrigação aplicadas.



O índice de peróxido encontrado no óleo de sementes de plantas adubadas com  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  foi de  $1,72 \text{ meq kg}^{-1}$  (Figura 2A), considerado inferior ao estabelecido para óleos destinados a produção de biodiesel que não deve ultrapassar  $10 \text{ meq kg}^{-1}$  de amostra, para garantir alta qualidade do biodiesel produzido (MALACRIDA, 2003). Isso indica que a adubação potássica contribuiu para a melhoria da qualidade do óleo, inibindo o processo de oxidação.

Provavelmente tal fato ocorreu em razão da ocorrência de redução dos ácidos graxos insaturados presentes no óleo, resultado do aumento das doses de potássio aplicadas.

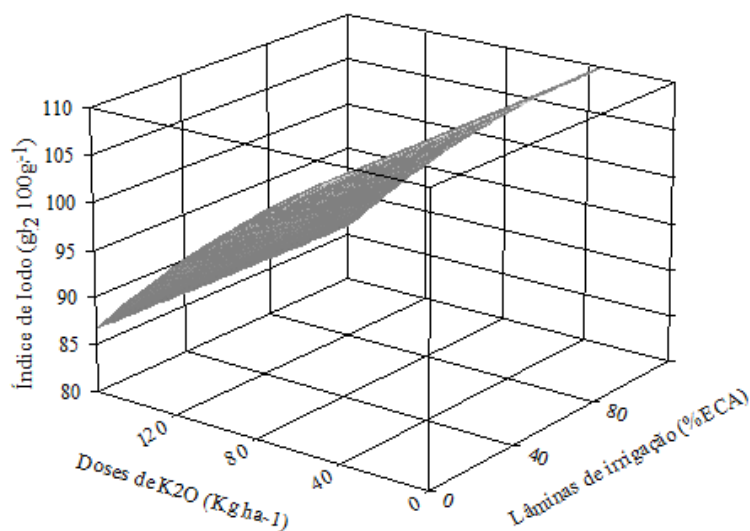
A oxidação primária do óleo pode ocorrer quando seu índice de peróxido aumenta e reduz rapidamente, formando hidro-peróxidos que se decompõem posteriormente, e por isso, esse índice é considerado como medida dos produtos da oxidação primária do óleo (CARAPINHA, 2012).

Para o índice de saponificação o melhor resultado foi alcançado em plantas irrigadas com a lâmina de 80% da ECA (Figura 2B), quando o índice de saponificação reduziu de 192,8 para 192,0 mg KOH g<sup>-1</sup> com a aplicação das doses de potássio de 40 e 160 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2B). No processo de transesterificação empregado na produção de biodiesel, quando o óleo apresenta índice de saponificação maior que 187 mg KOH g<sup>-1</sup> indica um excesso de ácidos graxos livres no óleo e neste caso, quando se usa hidróxidos como catalisador, levaria a reações de saponificação competindo com a reação de transesterificação, com consequente redução da qualidade do biodiesel produzido (FREIRE et al., 2009). Portanto o menor valor do índice de saponificação do

óleo de sementes de plantas irrigadas com a lâmina de irrigação de 80% da ECA e adubadas com dose de adubação de 160 kg ha<sup>-1</sup>, se encontra dentro do valor limite recomendado para o óleo.

A aplicação de lâminas de irrigação e doses de adubação potássica promoveu redução no índice de iodo encontrado no óleo de sementes de plantas de pinhão manso (Figura 3). No óleo extraído de sementes de plantas irrigadas com a lâmina de irrigação de 120% da ECA e adubadas com 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 3) foi encontrado o menor valor correspondente a 86,1 gI<sub>2</sub> 100g<sup>-1</sup>, sendo próximo do valor mínimo recomendado para a produção de biodiesel que é de 86,0 gI<sub>2</sub> 100g<sup>-1</sup> (CHIERICE & CLARO NETO, 2001).

**Figura 3.** Variação do índice de Iodo do óleo de sementes de pinhão manso em função da aplicação de lâminas de irrigação e doses de adubação potássica (IO = 113,812 + 0,0007.L - 0.103.K - 1,953.L<sup>2</sup> - 0.0004.K<sup>2</sup> - 5,31.10<sup>-5</sup>.L.K; R<sup>2</sup> = 0,98).



COSTA (2006) avaliando o índice de iodo presente no óleo extraído de sementes de mamona da cultivar BRS-149 Nordestina e da cultivar de mamona BRS-188 Paraguaçu encontrou respectivamente os valores de 92,3 g I<sub>2</sub> 100g<sup>-1</sup> e 93,1 g I<sub>2</sub> 100g<sup>-1</sup> e portanto com os resultados encontrados demonstrando a viabilidade de

utilização do pinhão manso na substituição da mamona.

Quanto aos ácidos graxos saturados presentes no óleo de sementes de pinhão manso, houve interação significativa entre as lâminas de irrigação e doses de adubação potássica para os ácidos palmítico, esteárico e eicosanóico. Enquanto o ácido mirístico foi influenciado apenas pelas doses de

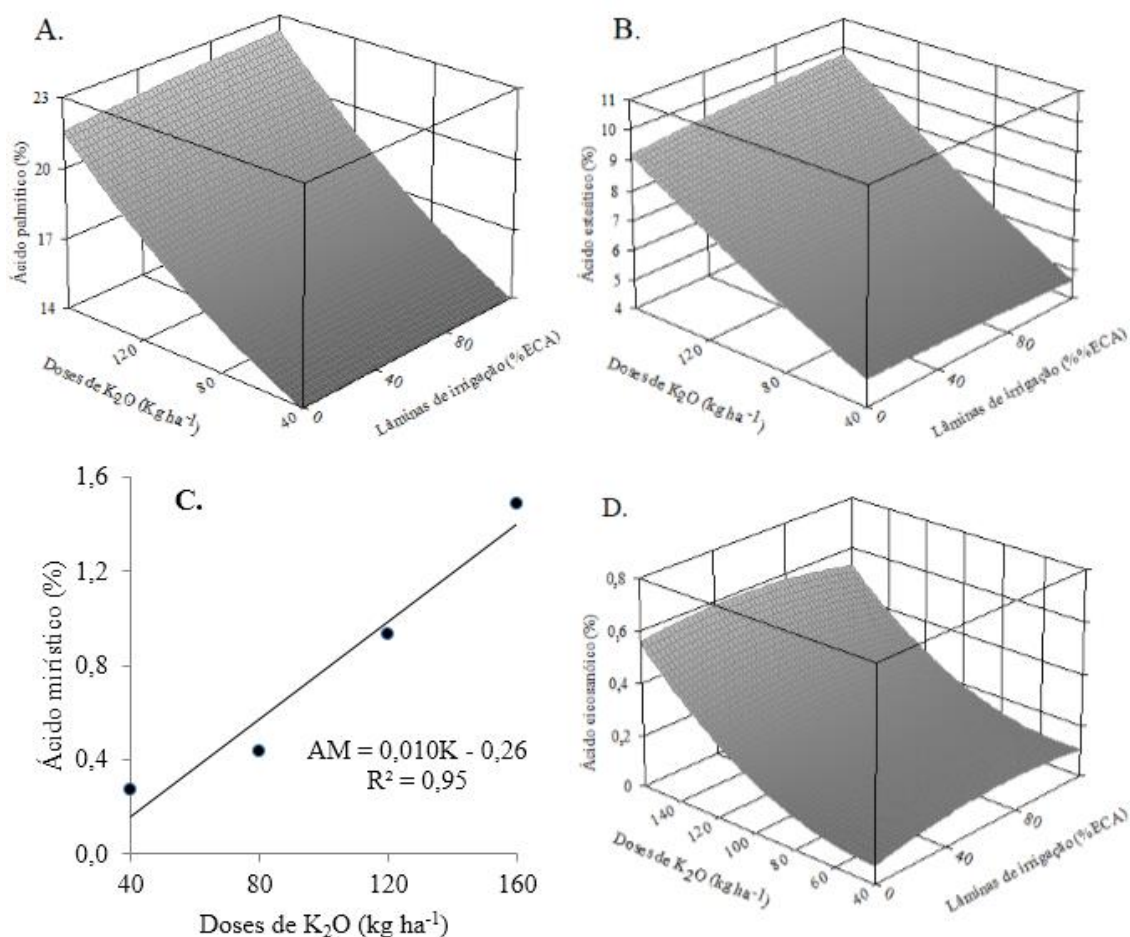


adubação potássica (Tabela 3). O efeito dos tratamentos foi positivo, com aumento dos ácidos graxos com a aplicação crescente dos tratamentos (Figura 4).

A maior concentração de ácidos graxos saturados no óleo é vantajosa em razão desses compostos apresentarem alto número de cetano e serem menos propensos à oxidação e polimerização que os

insaturados, com conseqüente aumento na lubricidade do combustível produzido, porém, com maiores pontos de névoa e de entupimento, tornando o combustível de uso difícil em regiões com baixa temperatura do ar, que não é um inconveniente para o Brasil pelo fato da maior parte de seu território apresentar um clima tropical (VISENTAINER, 2012).

**Figura 4.** Variação dos teores dos ácidos: A) palmítico (APA =  $12,693 + 0,0001.L + 0,024.K - 1,953.L^2 + 0,0001.K^2 - 5,31.10^{-5}.L.K$ ;  $R^2 = 0,99$ ), B) esteárico (AES =  $3,809 - 0,003.L + 0,026.K - 1,49.10^{-5}.L^2 + 4,76.10^{-5}.K^2 - 5,91.10^{-5}.L.K$ ;  $R^2 = 0,98$ ), C) mirístico e D) eicosanóico (AES =  $0,123 + 0,001.L - 0,002.K - 1,152.L^2 + 3,359.10^{-5}.K^2 - 4,687.10^{-5}.L.K$ ;  $R^2 = 0,92$ ) em função dos tratamentos aplicados.



Para os ácidos graxos insaturados houve interação significativa entre lâminas de irrigação e doses de adubação potássica para os ácidos palmitoléico (APAL) e

oleico (AOL), enquanto os ácidos linoleico (ALI) e linolênico (ALIN), foram influenciados somente pelos tratamentos de adubação (Tabela 3).



**Tabela 3.** Resumo da análise de variância e de regressão para os ácidos mirístico (AM), eicosanóico (AEI - %), palmitoléico (APAL - %) e oleico (AOL - %), (ALI - %) e linolênico (ALIN - %), em função dos tratamentos aplicados.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio					
		AM	AEI	APAL	AOL	ALI	ALIN
Bloco	3	0,018 <sup>ns</sup>	0,006*	0,0035 <sup>ns</sup>	0,110 <sup>ns</sup>	0,036 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
Lâminas	3	0,03 <sup>ns</sup>	0,007*	0,0026 <sup>ns</sup>	0,138 <sup>ns</sup>	0,037 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
Erro 1	9	0,003	0,001	0,001	0,086	0,062	0,0005
Potássio	3	4,893**	0,669*	2,43*	157,83*	102,80**	0,744**
I*P	9	0,001 <sup>ns</sup>	0,011**	0,008**	0,22**	0,121 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
Erro 2	36	0,004	0,001	0,0013	0,047	0,062	0,0005
CV1	-	6,88	13,45	4,99	0,77	0,73	4,58
CV2	-	8,75	13,01	4,64	0,57	0,73	4,70
Média	-	0,78	0,279	0,80	38,04	34,34	0,500

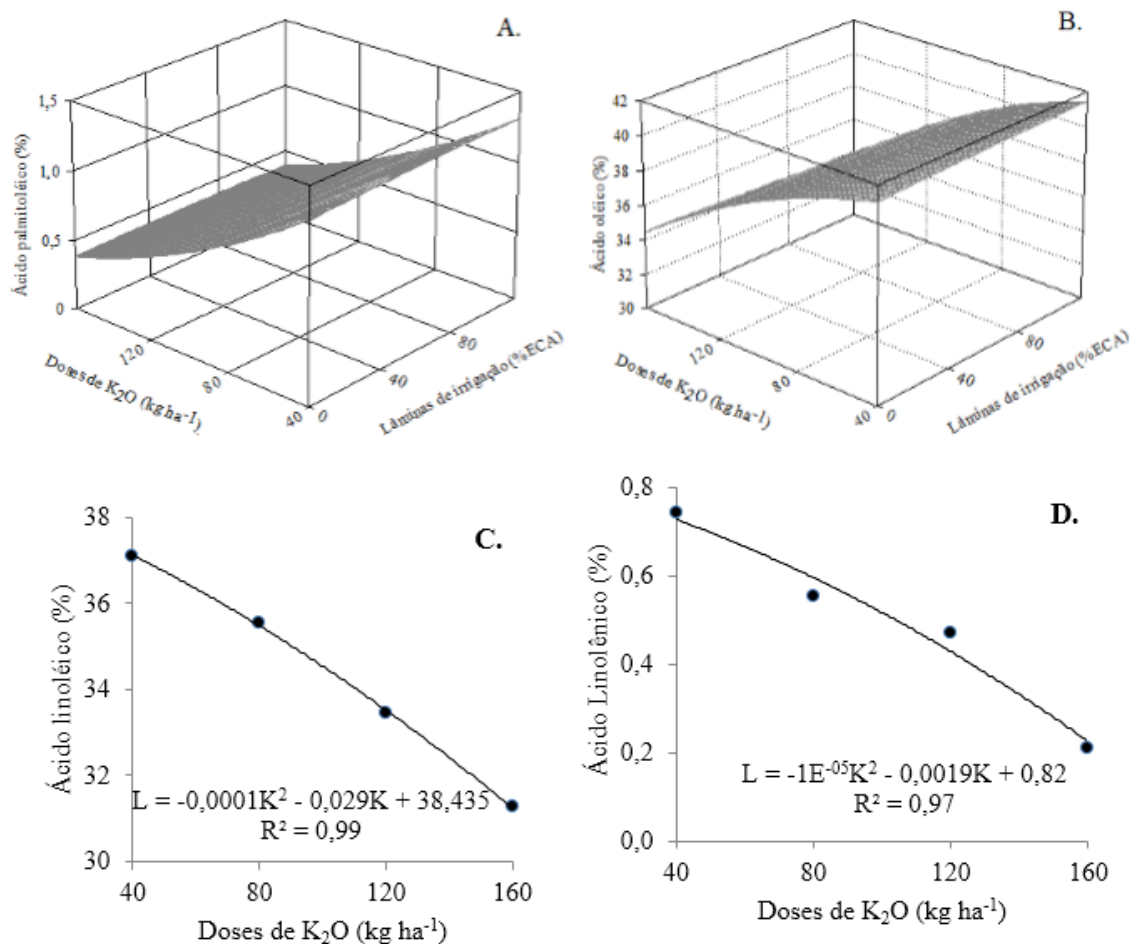
\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) realizada pelo teste F; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) realizado pelo teste F; ns - não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

O efeito dos tratamentos foi positivo com redução dos teores de ácidos graxos insaturados no óleo extraído de sementes de pinhão manso (Figura 5). A predominância de ácidos graxos insaturados na composição do óleo destinado a produção de biodiesel é indesejável, tornando as moléculas menos estáveis quimicamente, que podem produzir

processos indesejáveis quando o óleo é transportado ou armazenado de forma incorreta.

Em geral, as plantas irrigadas com a lâmina de 80% ECA e adubadas com a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O produziram em média sementes com um menor teor de ácidos graxos insaturados.

**Figura 5.** Variação dos teores dos ácidos: A) palmitoléico ( $APAL = 1,722 + 0,0008.L - 0,012.K - 2,832.L^2 + 2,548.K^2 + 2,548.L.K$ ;  $R^2 = 0,98$ ) B) oléico ( $AOL = 41,687 + 0,008.L - 1.406.K - 0,0002.L^2 - 0,0002.K^2 - 8.287.10^{-5}.L.K$ ;  $R^2 = 0,98$ ) C) linoléico e D) linolênico em função dos tratamentos aplicados.



A interação do potássio como cofator enzimático da piruvatoquinase na reação de lipogênese provavelmente contribui para a ocorrência de um desequilíbrio na produção de malonil-CoA e Acetil-CoA, com isso o aumento da atividade enzimática inibiu a dessaturação e alongamento dos ácidos que ficariam insaturados, além da competição no complexo ferredoxina pelo potássio em relação ao ferro (HELDT, 2005). Esse comportamento também foi observado na cultura do milho em relação aos ácidos graxos insaturados e no pinhão manso cultivado no Irã e foi observado influência significativa na composição do óleo

(AKBARIAN et al., 2014) conforme aumento de doses de potássio.

Com base nos resultados, provavelmente o efeito da interação da irrigação com a adubação potássica ocorreu devido ao aumento do fluxo de massa desse soluto no solo, que apresenta contribuição significativa no processo de absorção de potássio pelas raízes, quando a concentração de desse nutriente na solução do solo é elevada (RUIZ et al., 1999). Ressalta-se também que plantas bem supridas de potássio apresentam maior eficiência do uso da água, devido o potássio exercer controle sobre a abertura e fechamento dos estômatos das folhas das plantas. (PRADO, 2008).

## 6 CONCLUSÕES

As lâminas de irrigação e as doses de potássio promovem efeitos sobre o teor e qualidade do óleo de pinhão manso.

Plantas irrigadas com a lâmina de 80% da ECA e adubadas com a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O produzem o melhor resultado.

## 7 REFERÊNCIAS

- AKBARIAN, A.; MICHIELS, J.; GOLIAN, A.; BUYSE, J.; WANG, Y.; DE SMET, S. Gene expression of heat shock protein 70 and antioxidant enzymes, oxidative status, and meat oxidative stability of cyclically heat-challenged nishing broilers fed *Origanum compactum* and *Curcuma xanthorrhiza* essential oils. **Poultry Science**, Oxford, v. 93, n. 8, p. 1930–1941, 2014.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS). **Official Methods and recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**. 4 th edn., edited by D. Firestone, American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, 1989.
- ANGELUCCI, E.; CARVALHO, L. R.; CARVALHO, N. R. P.; FIGUEIREDO, B. I.; MANTOVANI, B. M. D.; MORAES, M. R. **Análise química de alimentos**: Campinas, São Paulo, 1987. 123p. (Manual Técnico).
- ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Portaria N° 255, de 15 de setembro de 2003. **Especificação para o biodiesel puro a ser adicionado ao óleo diesel automotivo**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=185852> Acesso em novembro de 2017.
- ARRUDA, F. P. D.; BELTRÃO, N. E. D. M.; ANDRADE, A. P. D.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, p. 789-799, n. 1, 2004.
- CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão/Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 89-120.
- COSTA, H. C.; MARCUZZO, F. F. N.; FERREIRA, O. M.; ANDRADE, L. R. Espacialização e Sazonalidade da Precipitação Pluviométrica do Estado de Goiás e Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 1, p. 87-100, 2012.
- COSTA, T. L. **Características físicas e físicoquímicas do óleo de duas cultivares de mamona**. UFCG. Dissertação. 2006.
- FREIRE, L. M. S.; BICUDO, T. C.; ROSENHAIM, R.; SINFRÔNIO, F. S. M.; BOTELHO, J. R.; CARVALHO FILHO, J. R.; SANTOS, I. M. G.; FERNANDES Jr., V. J.; ANTONIOSI FILHO, N. R.; SOUSA, A. G. Thermal investigation of oil and biodiesel from *Jatropha curcas* L. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, New York, v. 96, p. 1029-1033. 2009.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, n. 3, p. 475-473, 1973.

HELDT, H. W. **Plant biochemistry**. 3th. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 629p.

HORSCHUTZ, A. C. O.; TEIXEIRA, M. B.; ALVES, J. M.; SILVA, F. G.; SILVA, N. F. Crescimento e produtividade do pinhão-mansão em função do espaçamento e irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1093-1099, 2012.

International IDF Standards, 1991. **International Dairy Federation, IDF** – Square vergote 41, Brussels, pp. 139-244. Belgium, sec. 74 A.

LANGE, A.; MARTINES, A.M.; SILVA, M.A.C. da; SORREANO, M.C.M.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.61-67, 2005.

LÄUCHLI, A., PFLÜGER, R.: Potassium transport through plant cell membranes and metabolic role of potassium in plants. - In: **Potassium Research - Review and Trends**. p. 189 - 222. International Potash Institute, Bern 1978.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-mansão, **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.

MALACRIDA, C. R. Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê – óleo de soja em frituras descontínuas de batatas chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 245-249, 2003.

CARAPINHA, P. G. **Utilização do azeite na fritura de alimentos**. 2012. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.

OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W.; MELO, P. C. Resposta do pinhão-mansão à aplicação de níveis de irrigação e doses de adubação potássica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 593-598, 2012.

OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2000.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP 2008. 407 p.

RUIZ C. J. A.; MEDINA, G. G.; GONZÁLEZ, A. I. J.; ORTIZ T. C.; FLORES, L. H. E.; MARTÍNEZ, P. R. A.; BYERLY M. K. F. **Requerimientos agroecológicos de cultivos**. México: Guadalajara, CIRPAC. 1999. 324 p.

SHANTHA, N. C.; DECKER, E. A. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. **AOAC International**, v. 77, n. 2, p. 421-424, 1994.

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, p. 1-11, 2017.

VISENTAINER, J. V. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 2, 274-279, 2012.