

Extração e avaliação do óleo de pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) oriundo das cercas vivas de Manabí Equador¹

Freddy Zambrano², Karla Delgado³, Helder Silva², Rafael Bruno Nomura⁴, Diva Souza⁵
Andrade, Claudemir Zucareli⁶

¹ Aceito para publicação no 1º Trimestre de 2015

² Doutorandos em Agronomia na Universidade Estadual de Londrina- UEL, freddyzg_86@hotmail.com, heldersrodrigues@hotmail.com

³ Engenheira Agrícola pela Universidad Técnica de Manabí, karlasweet88@hotmail.com

⁴ Mestrando em Biotecnologia no Instituto Agrônomo do Paraná- IAPAR, rafaelguayato@gmail.com

⁵ Doutora em Ciências Biológicas e Pesquisadora no Instituto Agrônomo do Paraná- IAPAR, diva@iapar.br

⁶ Prof. Dr. Adjunto no Departamento de Agronomia na Universidade Estadual de Londrina- UEL, claudemircca@uel.br

Resumo

O principal objetivo deste estudo foi gerar tecnologias para a extração de óleo de pinhão manso, avaliando a quantidade e qualidade com diferentes métodos de extração. Para a extração do óleo foram utilizados dois tipos de extratores (fator A), prensa tipo expeller e prensa hidráulica, temperatura (fator B) frio (ambiente) e quente (80°C) e diferentes níveis de descascado das sementes (fator C). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial AxBxC. As variáveis estudadas foram: quantidade e qualidade (acidez, teor de fósforo e umidade), do óleo bruto e filtrado, e a quantidade de torta. A prensa tipo expeller apresentou as maiores médias de desempenho de óleo bruto. A partir de três kg de

sementes com 40% de descascado foi obtido 37,18% de óleo bruto. No índice de acidez, as menores médias foram observadas por prensa hidráulica, com 0% de cascas, com 4,11 mg KOH/g na acidez do óleo bruto e 5,17 mg KOH/g na acidez do óleo filtrado. Foram obtidos menores teores de fósforo, usando prensa hidráulica sem pré-aquecimento, com valores de 72,53 ppm no óleo bruto e 10,32 ppm no óleo filtrado. Foi alcançado maior teor de óleo com a prensa tipo expeller, mas de melhor qualidade na prensa hidráulica.

Palavras Chave: bioenergia, biodiesel, teor de óleo.

Abstract

EXTRACTION AND EVALUATION OF PHYSIC NUT (*Jatropha curcas* L.) ARISING OF FENCES ALIVE FROM MANABI - ECUADOR.

The aim of this study it was to generate technologies from physic nut oil extraction, evaluating the quantity and quality with different methods of extraction. For oil extraction using two types of extractors (factor A), press-type expeller and hydraulic press, temperature (factor B) cold (environment) and hot (80 °C) and different levels of shelling seed (factor C). It was used a completely randomized design (CRD) with factorial arrangement ABC. The variables studied were: quantity and quality (acidity, phosphorus and moisture), crude and filtered oil, quantity of cake. The expeller press had the highest means of crude oil performance. From three kg of seeds with 40% shelling seed was obtained 37.18% crude oil. In the acid value, the lowest averages were observed by hydraulic press, with 0% shelling seed, with 4.11 mg KOH/g in the acidity of crude oil and 5.17 mg KOH/g in the acidity of the filtered oil. Were obtained lower phosphorus levels using hydraulic press without preheating, with values 72.53 ppm in crude oil and 10.32 ppm in the filtered oil. It was achieved as much oil expeller press but better quality in the hydraulic press.

Keyword: bioenergy, biodiesel, content of oil.

Introdução

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa da família Euforbiaceae (ALVES *et al.*, 2010), acredita-se que seja originária da América Central, e é cultivada em

quase todas as regiões intertropicais, principalmente nas regiões tropicais e temperadas (ARRUDA *et al.*, 2004; MENDOZA *et al.*, 2008).

As sementes do pinhão manso são amplamente utilizadas para extração do óleo para fins combustíveis, podendo ser usada como fonte de energia renovável de baixo custo ou como um substituto para o diesel, querosene e outros combustíveis (MENDOZA *et al.*, 2009). Portanto, sendo considerada uma espécie de relevância para o desenvolvimento da bioenergia, pela grande porcentagem de óleo em suas sementes que podem variar de 40-60% (SAETA E SUNTORNSUK, 2010).

As principais tecnologias utilizadas atualmente para extração de óleos vegetais pela maioria das indústrias são a extração mecânica e a extração por solventes, principalmente em função de seu baixo custo, eficiência e simplicidade em comparação com outras técnicas (OFORI-BOATENG *et al.*, 2012).

A extração mecânica é a mais antiga e mais comumente usada que pode ser operada em lote e processamento contínuo. O processo mais conhecido é em lote que é lento e ineficiente no uso de mão de obra e taxa de rendimento de óleo (OFORI-BOATENG *et al.*, 2012).

Já a prensagem mecânica não requer equipamentos complicados e de alto valor econômico, utilizando baixa energia para seu uso, sem agentes químicos perigosos, por estes motivos, é atualmente o método mais amplamente utilizado para a separação de óleo a partir de sementes oleaginosas em pequeno e média escala. Este processo é o mais apropriado para a tecnologia da produção de óleo de jatropha em áreas rurais e também nos países em desenvolvimento, como confirmado por vários institutos de pesquisa, pequenas e médias empresas e as entidades privadas que ganharam experiência nos últimos anos na prensagem mecânica de pinhão manso (BALDINI *et al.*, 2014).

Todas as partes da planta de pinhão manso têm utilização reconhecida, desde a medicina tradicional (SELANON *et al.*, 2014), para a produção de sabão, até o uso como cerca-viva de pastagens e campos agrícolas. Após a extração do óleo a torta ainda é rica em nitrogênio, sendo utilizada como adubo orgânico. Apesar da toxicidade, não somente da torta, como de toda a planta (SAETA E SUNTORNSUK, 2010), diversos estudos têm sido desenvolvidos, objetivando a sua desintoxicação e com isso seu uso como ração animal (SATO *et al.*, 2009).

O cultivo do pinhão manso em áreas de solos áridos e inférteis também resulta em grandes benefícios, pois após um período de cultivo o solo torna-se fértil (ZAMBRANO, 2010).

Embora a qualidade do óleo seja afetada por fatores como temperatura, pressão e umidade, pesquisadores acreditam que a qualidade do óleo de pinhão manso seja superior a maioria dos outros óleos vegetais quando utilizados em biocombustíveis (MORAIS, 2009; ZAMBRANO, 2010).

São poucos os estudos realizados sobre as alterações que possam existir no óleo extraído a frio ou a quente, podendo ou não influenciar no seu conteúdo de fósforo e acidez. No óleo, encontram-se muitas partículas sólidas, como os fosfolipídios, o que poderia prejudicar sua qualidade, resultando em entupimento no filtro de combustível e a oxidação da câmara de combustão do motor, pois o fósforo é um importante oxidante a elevadas temperaturas. Os ácidos graxos fazem com que o óleo fique rançoso, afetando suas propriedades lubrificantes (BEERENS e VAN EIJCK, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a quantidade e qualidade do óleo do pinhão manso com diferentes métodos de extração, avaliando a produção com diferentes porcentagens de descascado das sementes, determinando o nível do óleo obtido nas extrações através de análises químicas, e da influência do aquecimento das sementes na qualidade do óleo.

Materiais e métodos

Este estudo foi realizado a partir de setembro de 2011, a outubro de 2012, na Estação Experimental Portoviejo de INIAP, localizada na parroquia Colón, cantón Portoviejo província de Manabí, Equador.

Os tratamentos consistiram de extrações dos óleos realizadas na prensagem tipo expeller (a1) e prensa hidráulica com pressão máxima de 15 toneladas (a2). Sem aquecimento das sementes (b1) e com aquecimento das sementes a 80°C (b2). Com diferentes porcentagens de cascas nas sementes 60% (c1), 40% (c2), 20% (c3), e 0% (c4).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em um arranjo fatorial AxBxC. Realizaram-se a análise de variação e a comparação entre as médias pelo teste Tukey ($\alpha=0,01$). Todas as análises foram realizadas pelo programa Infostat (BALZARINI *et al.*, 2008).

Foram usadas sementes secas (6% de umidade e 42% de óleo) provenientes dos frutos coletados das cercas vivas da região de Manabí, Equador, as quais foram descascadas manualmente. Para quebrar e separar o tegumento das amêndoas utilizou-se um descascador elétrico (Zhengzhou).

As medidas das massas de sólidos e líquidos foram realizadas em balança digital OHAUS série Pioneer, de alta precisão.

Para os tratamentos com aquecimento, as sementes foram aquecidas em manta aquecedora com agitação manual e mantidos em temperatura constante de 80°C.

A filtração do óleo foi realizada adicionando 1% de terra filtrante Celite ao óleo bruto, e filtrando em papel filtro whatman 1 com ajuda de uma bomba a vácuo.

As análises do índice de acidez foram realizadas utilizando o método AOCS Ca 5a-40, na determinação do teor de fósforo foi utilizado o método AOCS Ca-12-55 e para a determinação do teor de umidade foi utilizada a norma ISO 12937.

Resultados e discussão

Na variável óleo bruto, o fator A (tipo de prensa) para análise de variância mostrou diferenças altamente significativas entre os tratamentos. Observou-se a maior média na prensa tipo expeller com valor de 33,17 % (a1) e a menor na prensa hidráulica com 19,59% (a2). Estes valores podem ser influenciados visto que no expeller há maior fricção e conseqüentemente mais óleo, porém, com maior teor de impurezas em comparação com a prensa hidráulica.

Os tratamentos estudados na variável óleo filtrado não apresentaram diferenças estatísticas na análise de variância para nenhum elemento, mas o fator C (descascado) observou-se que a melhor média foi de 20,20% (c2) de sementes com 40% de descascado e menor tem um teor de 16,45% (c4) com 0% de descascado. No maior teor de amêndoas apresentou maior teor de óleo, porque o óleo das sementes se concentra mais nas amêndoas.

Para o percentual da torta, o fator A (prensa) para a análise de variância apresentou significância, com menor quantidade da torta obtida de 57,68% (a1) na prensa tipo expeller, enquanto o maior teor da torta foi de 76,29% (a2) em prensa hidráulica, o que indica que na prensa tipo expeller produz torta com menos teor de óleo que o gerado na prensa hidráulica.

Na variável acidez do óleo bruto do fator B (pré-aquecimento), a análise de variância mostrou significância altamente significativa, onde foi observada uma melhor média de 5,89 mg KOH/g (b1) sem pré-aquecimento e 8,08 mg KOH/g (b2) com pré-aquecimento das sementes. Observa-se assim, que com uma temperatura mais elevada nas sementes, há uma tendência de aumento na acidez.

No fator C (descascado) a análise de variância apresentou significância, com a melhor qualidade do óleo apresentada com valores de 4,46mg KOH/g (c4), com 0% de descascado e a pior qualidade com valores de 8,52mg KOH/g (c1) com 60% de descascado. Os valores da qualidade do óleo das amêndoas sem a presença do tegumento podem ser afetados em função das sementes sem casca apresentarem tendência a uma decomposição mais rápida, visto que ele oferece maior proteção as sementes, retardando a acidificação.

Na variável acidez do óleo filtrado, a análise de variância do fator A (prensa) revelou significância, onde se obteve a melhor qualidade de óleo com 7,32 mg de KOH/g (a2) na prensa hidráulica, enquanto que o maior teor de óleo foi obtido com 9,09 mg KOH/g (a1) na prensagem com expeller.

No fator B (pré-aquecimento) a análise de variância mostrou significância, com uma melhor qualidade de 7,33 mg KOH/g (b1) sem pré-aquecimento das sementes e pior qualidade, com valor de 9,08 mg KOH/g (b2), utilizando sementes com pré-aquecimento. Pode ser observado que quando as sementes são aquecidas, o óleo extraído tende a apresentar maior acidez.

No fator C (descascado), a análise da variância mostrou significância, sendo possível observar a melhor qualidade com valor de 5,51 mg KOH/g (c4), com sementes com 0% de descascado e maior teor de ácido de 9,79 mg KOH/g, (c1), com 60% de sementes de descascado. Isso ocorre pois, com uma maior porcentagem de descascado, há conseqüentemente mais amêndoas, ocorrendo assim, uma deterioração mais rápida das sementes.

No fósforo do óleo bruto, a análise de variância do fator A (prensa) mostrou significância, com menor teor de fósforo de 101,35 ppm (a2) na prensa hidráulica e maior com 296,23 ppm (a1) com expeller. Esses valores podem ser influenciados pois com a utilização do expeller, há uma maior fricção com conseqüente aquecimento, enquanto que

com a utilização da prensa hidráulica, o processo é completamente a frio. Sendo assim, quanto maior a temperatura no processo, maior será o teor de fósforo no óleo (BEERENS e VAN EIJCK, 2009).

No fator B (pré-aquecimento) a análise de variância mostrou significância, onde foi observado um menor teor de fósforo de 168,58 ppm (b1) nas sementes sem pré-aquecimento, enquanto o teor de fósforo aumentou para 229 ppm (b2) em sementes com pré-aquecimento.

No teor de fósforo no óleo filtrado, a análise de variância do fator A (prensas) mostrou significância, apresentando o menor teor de fósforo de 29,98 ppm (a2) na prensa hidráulica e o maior teor de 52,01 ppm (a1) no expeller.

O fator B (pré-aquecimento) a análise de variância foi significativa, observando a menor média de 21,72 ppm (b1) na extração de sementes com pré-aquecimento e o maior teor de fósforo de 60,27 ppm (b2) para a extração com o aquecimento das sementes.

Na umidade do óleo filtrado, a análise de variância do fator A (prensas) mostrou significância, sendo a menor média de 0,009 % (a2) na prensagem, enquanto a maior média obtida foi de 0,019% (a1) na prensa hidráulica, valores menores aos obtidos por SUBROTO *et al.*, 2014 que usando extração mecânica a 90°C temperatura de prensagem, o teor de umidade do óleo filtrado foi 4%.

A análise de variância do fator B (pré-aquecimento) apresentou significância, com a menor média de 0,013% (b2), com pré-aquecimento e a maior média de 0,014% (b1) sem pré-aquecimento. A prensa hidráulica com pré-aquecimento obteve a melhor média, onde, com uma maior temperatura na extração, foi obtida um menor teor de umidade no óleo filtrado.

No fator C (descascado) a análise de variância mostrou significância, podendo ser observado que a menor média tem um valor de 0,012% (c4), com 0% de descascado e a maior média é 0,016% (c1) 60% de descascado.

Na Tabela 1 são apresentadas as médias percentuais do óleo bruto, óleo filtrado, quantidade de torta, acidez do óleo bruto, acidez do óleo filtrado, fósforo do óleo bruto, fósforo do óleo filtrado e umidade do óleo filtrado dos fatores e as interações da primeira ordem na avaliação da qualidade do óleo de pinhão manso extraído com e sem aquecimento em diferentes níveis de descascamento.

Tabela 1. Médias percentuais de óleo bruto (O.B.), óleo filtrado (O.F.), quantidade de torta, acidez óleo bruto, acidez óleo filtrado, fósforo óleo bruto, fósforo óleo filtrado e umidade óleo filtrado dos fatores e as interações da primeira ordem na avaliação da qualidade do óleo de pinhão manso extraído com e sem aquecimento em diferentes níveis de descascamento.

Fatores	óleo bruto %	óleo filtrado %	torta %	Acidez O.B. mg KOH/g	Acidez O.F. mg KOH/g	Fósforo O.B. ppm	Fósforo O.F. ppm	umidade O.F. %
a1	33,17a	19,45	57,68a	7,35	9,09b	296,23b	52,01b	0,019b
a2	19,59b	17,87	76,29b	6,61	7,32a	101,35a	29,98a	0,009a
b1	25,88	17,47	68,21	5,89a	7,33a	168,58a	21,72a	0,014b
b2	26,88	19,85	65,76	8,08b	9,08b	229,00b	60,27b	0,013a
c1	26,99	19,81	65,64	8,52b	9,79b	200,52	41,56	0,016b
c2	29,73	20,2	63,96	7,29ab	8,60 b	201,53	40,02	0,014ab
c3	26,4	18,2	66,41	7,66b	8,92b	203,99	44,14	0,013ab
c4	22,4	16,45	71,93	4,46a	5,51a	189,11	38,26	0,012a
CV%	21,61	9,55	18,3	29,65	23,12	14,66	15,48	20,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

No óleo bruto, a interação a*b não apresentou significância, com maior média de 33,26% (a1b2) com o expeller com pré-aquecimento, e menor com a prensa hidráulica com valor de 14,26% (a2c4), com 0% de descascado. SUBROTO *et al.* (2014) em estudos realizados na extração mecânica do óleo de pinhão manso determinaram que a temperatura e tempo de prensagem e observaram que têm efeitos positivos sobre o conteúdo de óleo, mas produz efeito negativo sobre a qualidade do óleo.

A maior média obtida do óleo filtrado na interação a*b foi de 21,19% (a1b2) com a prensa tipo expeller com o pré-aquecimento e menor com a prensa hidráulica 12,83% (a2c4), com 0% de descascado.

Na quantidade da torta a interação a*b, a análise de variância não mostrou significância, a menor média foi 54,50% (a1c2) no expeller com 40 % de descascado, enquanto a maior média é 83,85% (a2c4) em prensa hidráulica com 0% de descascado.

A análise da variância da acidez do óleo bruto, a interação a*b não apresentou significância, mas aritmeticamente melhor qualidade do óleo em termos de acidez do óleo bruto é 3,76 mg de KOH / g (b1c1), a qual foi extraída usando extração sem pré-aquecimento com 0% de descascado e de má qualidade 10,03 mg de KOH / g (a1c1) prensa expeller com 60% de descascado. SUBROTO *et al.*, 2014 determino que redução do tamanho das cascas tem um efeito negativo sobre a recuperação do óleo e da qualidade.

A análise de variância da acidez do óleo filtrado na interação a*b não mostrou significância, entretanto, os valores apresentados podem indicar que há uma melhor qualidade do óleo em 4,90 mg de KOH/g (b1c4) na extração sem pré-aquecimento com 0% de descascado e maior conteúdo com 11,94mg de KOH/g (a1c1) na prensa expeller com 60% de descascado.

Adeeko e Ajibola (1990) referiram que o tamanho de partícula tem um efeito significativo no valor ácido de óleo com as nozes finamente moídas, com um valor mais elevado. A formação de acidez nas sementes inicia-se com a destruição de células. No entanto, a formação de ácido é limitada às células destruídas durante a redução de tamanho.

A análise de variância do fósforo do óleo bruto na interação a*b, não mostrou significância, sendo a média mais baixa com valor de 72,54 ppm (a2b1) obtida na prensa hidráulica, sem pré-aquecimento e a maior média foi de 327,83 ppm (a1b2) na prensa tipo expeller com pré-aquecimento.

A análise de variância do fósforo do óleo filtrado nas interações a*b e a*c não mostrou significância. Por outro lado, para a interação b*c apresentou significância, com a média mais baixa obtida de 15,87 ppm (b1c1) sem pré-aquecimento da semente e 60% de descascado, enquanto que a maior média obtida foi de 67,25 ppm (b2c1), com pré-aquecimento para 60% descascado. Como pode ser observado, as melhores médias tanto na análise de fósforo do óleo

bruto como no filtrado foi obtida com a prensa hidráulica sem aquecimento, o que significa que, quanto menor for a temperatura, menor a concentração de fosfolipídios no óleo.

A análise de variância na umidade no óleo filtrado na interação a*b apresentou significância, com a média mais baixa encontrada de 0,004% (a2b2) com a prensa hidráulica com pré-aquecimento, enquanto que a maior média é 0,022% (a1b2) com o expeller com pré-aquecimento.

A análise de variância na interação a*c não apresentou significância. A análise de variância na interação b*c apresentou significância com a média mais baixa obtida de 0,011% (b2c4), com pré-aquecimento e de 0% de descascado e com o maior teor obtido de 0,016% (b1c1) sem pré-aquecimento, e 60% de descascado.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias percentuais do óleo bruto, o óleo filtrado, quantidade de torta, acidez do óleo bruto, acidez do óleo filtrado, fósforo do óleo bruto, fósforo do óleo filtrado e umidade do óleo filtrado dos fatores e as interações da segunda ordem na avaliação da qualidade do óleo de pinhão manso extraído com e sem aquecimento em diferentes níveis de descascamento.

Tabela 2. Médias percentuais do óleo bruto (O.B.), o óleo filtrado (O.F.), quantidade de torta, acidez do óleo bruto, acidez do óleo filtrado, fósforo do óleo bruto, fósforo do óleo filtrado e umidade do óleo filtrado dos fatores e as interações da segunda ordem na avaliação da qualidade do óleo de pinhão manso extraído com e sem aquecimento em diferentes níveis de descascamento.

Fatores	óleo bruto%	óleo filtrado%	Torta %	Acidez O.B. mg KOH/g	Acidez O.F. mg KOH/g	Fósforo O.B. ppm	Fósforo O.F. ppm	umidade O.F. %
a1b1	33,08	17,71	59,43	5,68	7,91	264,62	33,12	0,015b
a1b2	33,26	21,19	55,93	9,03	10,27	327,83	70,91	0,022c
a2b1	18,69	17,23	77,00	6,10	6,75	72,54	10,33	0,013b

a2b2	20,50	18,51	75,58	7,12	7,89	130,17	49,63	0,004a
a1c1	32,24	19,48	58,63	10,03	11,94	307,48	48,28	0,022
a1c2	37,18	20,06	54,50	7,07	9,09	300,25	55,18	0,020
a1c3	32,71	18,20	57,57	7,52	9,47	292,40	53,43	0,017
a1c4	30,55	20,06	60,02	4,80	5,85	284,77	51,16	0,016
a2c1	21,74	20,14	72,65	7,01	7,63	93,56	34,84	0,010
a2c2	22,28	20,33	73,41	7,51	8,10	102,82	24,86	0,009
a2c3	20,10	18,20	75,25	7,80	8,37	115,58	34,85	0,008
a2c4	14,26	12,83	83,85	4,12	5,18	93,46	25,36	0,007
b1c1	27,50	19,01	65,42	7,71	8,70	169,21	15,87a	0,016
b1c2	26,91	19,23	68,91	6,07	7,83	169,29	20,42a	0,015
b1c3	26,08	16,74	68,91	6,01	7,89	177,92	26,91a	0,014
b1c4	23,05	14,91	69,62	3,76	4,90	157,91	23,70 a	0,013
b2c1	26,49	20,61	65,86	9,32	10,88	231,84	67,25c	0,015
b2c2	32,55	21,17	59,00	8,51	9,36	233,78	59,62bc	0,014
b2c3	26,73	19,65	63,92	9,31	9,95	230,07	61,38bc	0,011
b2c4	21,76	17,98	74,25	5,16	6,13	220,32	52,82b	0,011
CV %	21,61	9,55	18,3	29,65	23,12	14,66	15,48	20,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

Nos fatores óleo bruto, óleo filtrado, quantidade de torta, acidez do óleo bruto, acidez do óleo filtrado, fósforo do óleo bruto, fósforo do óleo filtrado e umidade do óleo filtrado não mostraram diferenças significativas.

No óleo bruto a melhor média foi de 42,02% (a1b2c2) com a prensagem com pré-aquecimento e 40% de descascado e menor média foi de 13,29% (a2b1c4) na prensa hidráulica e sem pré-aquecimento com 0% descascado.

Para os fatores e interações no óleo filtrado a maior média foi de 22,24% (a1b2c4) prensagem, usando expeller com pré-aquecimento e 0% de descascado e menor média foi de 11,94% (a2b1c4) na prensa hidráulica sem pré-aquecimento e 0% de descascado.

O menor conteúdos da torta foi 45,01% foram encontrados no tratamento (a1b2c2) no expeller com pré-aquecimento e descascado com 40%, enquanto o maior teor de torta 85,90% (a2b1c4) em prensa hidráulica sem pré-aquecimento e 0% de descascado.

No índice de acidez do óleo bruto óleo extraído com maior qualidade foi 3,64% (a2b1c4), prensa hidráulica sem pré-aquecimento e 0% de descascado e menor qualidade foi 10,75% (a1b2c1) usando expeller com pré-aquecimento e 60% de descascado.

No caso do índice de acidez do óleo filtrado o obtido de melhor qualidade foi 4,58% (a2b1c4), utilizando prensa hidráulica sem pré-aquecimento e 0% de descascado o de menor qualidade foi 13,37% (a1b2c1) com prensa tipo expeller com pré-aquecimento e 60% de descascado.

O teor de fósforo do óleo bruto inferior foi 56,94 ppm (a2b1c1) de óleo extraído na prensa hidráulica sem pré-aquecimento com 60% de descascado e superior no teor de fósforo 333,48 ppm (a1b2c1) no óleo que foi extraído usando expeller com pré-aquecimento e 0% de descascado.

O conteúdo de fósforo no óleo filtrado foi 7,38 ppm (a2b1c2) na prensa hidráulica sem pré-aquecimento com 40% de descascado e maior conteúdo 76,92 ppm (a1b2c2) na prensa tipo expeller com pré-aquecimento e 40% de descascado.

No teor de umidade do óleo filtrado o valor mais baixo é de 0,003% (a2b2c4) o maior foi de 0,03% (a1b2c1), pertencente ao expeller com pré-aquecimento e 60% de descascado.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias porcentuais do óleo bruto, do óleo filtrado, quantidade de torta, acidez do óleo bruto, acidez do óleo filtrado, fósforo do óleo bruto, fósforo do óleo filtrado e umidade do óleo filtrado dos fatores e as interações da terceira

ordem na avaliação da qualidade do óleo de pinhão manso extraído com e sem aquecimento em diferentes níveis de descascamento.

Tabela 3. Médias percentuais do óleo bruto (O.B.), o óleo filtrado (O.F.), quantidade de torta, acidez do óleo bruto, acidez do óleo filtrado, fósforo do óleo bruto, fósforo do óleo filtrado e umidade do óleo filtrado dos fatores e as interações de terceira ordem na avaliação da qualidade do óleo de pinhão manso extraído com e sem aquecimento em diferentes níveis de descascamento.

Fatores	% óleo		% Torta	Acidez	Acidez	Fósforo	Fósforo O.F. ppm	%
	bruto	filtrado		O.B. mg KOH/g	O.F. mg KOH/g	O.B. ppm		umidade O.F.
a1b1c1	32,80	16,84	59,07	9,31	10,51	281,47	20,49	0,017
a1b1c2	32,34	18,52	63,99	4,69	7,91	273,57	33,45	0,016
a1b1c3	34,35	17,60	61,32	4,85	7,99	266,80	41,06	0,015
a1b1c4	32,81	17,88	53,33	3,88	5,23	236,63	37,48	0,013
a1b2c1	31,68	22,12	58,19	10,75	13,37	333,48	76,07	0,026
a1b2c2	42,02	21,60	45,01	9,45	10,27	326,93	76,92	0,023
a1b2c3	31,07	18,80	53,82	10,19	10,94	318,00	65,81	0,019
a1b2c4	28,28	22,24	66,70	5,72	6,48	332,91	64,84	0,018
a2b1c1	22,20	21,17	71,76	6,12	6,88	56,94	11,25	0,015
a2b1c2	21,48	19,94	73,83	7,45	7,76	65,01	7,38	0,014
a2b1c3	17,80	15,89	76,49	7,17	7,79	89,03	12,75	0,013
a2b1c4	13,29	11,94	85,90	3,64	4,58	79,18	9,92	0,012
a2b2c1	21,29	19,10	73,53	7,89	8,39	130,19	58,43	0,004
a2b2c2	23,07	20,73	73,00	7,57	8,45	140,62	42,33	0,004

a2b2c3	22,39	20,50	74,01	8,43	8,95	142,13	56,95	0,003
a2b2c4	15,23	13,72	81,79	4,59	5,77	107,73	40,80	0,003
CV %	21,61	9,55	18,3	29,65	23,12	14,66	15,48	20,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

Conclusões

A prensa tipo expeller apresentou as maiores médias de desempenho de óleo bruto em todas as variáveis analisadas, onde foi observado que de 40% de descascado, podem ser obtidos de três kg de sementes 37,18% de óleo.

Quanto às médias menores, na extração de óleo com a prensa hidráulica obtida com 0% de descascado, indica que com menor nível de sementes descascadas apresenta menor teor de óleo.

A porcentagem de semente descascada com melhores resultados para a extração de óleo de pinhão manso é de 40%, sendo que, quanto maior a quantidade de amêndoas, maior a quantidade de óleo.

No índice de acidez, as menores médias foram as obtidas nas extrações com a prensa hidráulica com 0% de cascas, resultando em 4,117mg KOH/g na acidez do óleo bruto e 5,175mg KOH/g na acidez do óleo filtrado.

Foram obtidos níveis mais baixos de fósforo com a utilização da prensa hidráulica, sem pré-aquecimento, com valores de 72,539 ppm de fósforo do óleo bruto e 10,325 ppm de fósforo do óleo filtrado. Assim, para se obter um baixo teor de fósforo, a utilização da prensa hidráulica sem pré-aquecimento se mostra mais eficiente.

O menor teor de umidade no óleo filtrado obtido com a prensa tipo expeller é de 0,008%, enquanto que o maior teor na prensa hidráulica é de 0,018%.

Referências

- ADEEKO, K.; AJIBOLA, O. Processing factors affecting yield and quality of mechanically expressed groundnut oil. **J. Agric. Eng. Res.** 45, 31–43, 1990.
- ALVES, J. M. A.; DE ANDRADE SOUSA, A.; DA SILVA, S. R. G.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C. P. Pinhão-Manso: Uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da amazônia brasileira. **REVISTA AGRO@ MBIENTE ON-LINE**, v. 2, n. 1, p. 57-68, 2010. ISSN 1982-8470.
- ARRUDA, F. P. D.; BELTRÃO, N. E. D. M.; DE ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, v. 8, n. 1, 2004.
- BALDINI, M.; BULFONI, E.; FERFUIA, C. Seed processing and oil quality of *Jatropha curcas* L. on farm scale: A comparison with other energy crops. **Energy for Sustainable Development**, v. 19, p. 7-14, 2014. ISSN 0973-0826.
- BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., CASANOVES F., DI RIENZO J.A., ROBLEDO C.W. (2008). Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- BEERENS, P.; VAN EIJCK, J. Manual de jatropha. **FACT, Fuels From Agriculture in Communal Technology. NL. p.**, v. 70, 2009.
- MENDOZA, H.; CAÑARTE, E.; RODRÍGUEZ, M.; LÓPEZ, J. El Piñón (*Jatropha curcas* L.) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas. **Plegable divulgativo N° 341**, Equador, 2008.
- MENDOZA, J.; RODRÍGUEZ, M.; LÓPEZ, J.; MEJÍA, N.; ZAMBRANO, F. Tecnologías para aprovechamiento del piñón (*Jatropha curcas* L.) como fuente de biocombustibles en tierras marginales secas del litoral ecuatoriano. **Boletín Técnico N° 136**, Equador, p. 16, 2009.
- MORAIS, L. A. S. D. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Hortic. bras.**, v. 27, n. 2, 2009.
- OFORI-BOATENG, C.; TEONG, L. K.; JITKANG, L. Comparative exergy analyses of *Jatropha curcas* oil extraction methods: solvent and mechanical extraction processes. **Energy Conversion and Management**, v. 55, p. 164-171, 2012. ISSN 0196-8904.
- SAETAE, D.; SUNTORNSUK, W. Antifungal activities of ethanolic extract from *Jatropha curcas* seed cake. **Journal of microbiology and biotechnology**, v. 20, n. 2, p. 319-324, 2010. ISSN 1017-7825.
- SATO, M.; BUENO, O. D. C.; ESPERANCINI, M.; FRIGO, E. A cultura do Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): Uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia**, v. 7, n. 13, p. 47-62, 2009.
- SELANON, O.; SAETAE, D.; SUNTORNSUK, W. Utilization of *Jatropha curcas* seed cake as a plant growth stimulant. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 3, n. 4, p. 114-120, 2014. ISSN 1878-8181.

SUBROTO, E.; MANURUNG, R.; HEERES, H.; BROEKHUIS, A. Optimization of mechanical oil extraction from *Jatropha curcas* L. kernel using response surface method . **Industrial Crops and Products** , 63 , 294-302, 2014.

ZAMBRANO, F. **Caracterización agronómica y molecular de la colección de piñón (*Jatropha curcas* L.) de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.** 2010. 113 Trabajo de Conclusão de Curso (Graduação). Engenharia Agrônômica, Universidad Técnica de Manabí, Manabí.