

UFRB

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS -
CCAAB – CURSO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO FISIOLÓGICO DAS FAMÍLIAS
F3 DE *Ricinus communis*, L. QUANTO AO CARÁTER
QUANTIDADE DE ÓLEO NAS SEMENTES**

AGENILDO DE SOUSA SANTOS

CRUZ DAS ALMAS – BA

2010

AGENILDO DE SOUSA SANTOS

**ANÁLISE DO DESEMPENHO FISIOLÓGICO DAS FAMÍLIAS
F3 DE *Ricinus communis*, L. QUANTO AO CARÁTER
QUANTIDADE DE ÓLEO NAS SEMENTES**

Trabalho de conclusão de curso a ser apresentado à disciplina de TCCII do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como parte dos requisitos necessários para a conclusão do curso.

Orientadora: Prof^ª. MSc. Edna Lobo Machado.
Coorientadora: Prof^ª. Dra. Simone Alves Silva

Biblioteca Central / Sistema de Biblioteca da UFRB

S237 Santos, Agenildo de Sousa.
Análise do desempenho fisiológico das famílias F3 de *Ricinus communis*, L.
quanto ao caráter quantidade de óleo nas sementes. / Jussimar da Silva Rocha. _.
Cruz das Almas - Ba, 2010.
24 f.; il.

Orientador: Edna Lobo Machado.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.
Área de Concentração: Biologia

1. Mamona – Melhoramento genético. 2 *Ricinus communis*, L..
3. Mamona – Teor de óleo. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 633.85

**ANÁLISE DO DESEMPENHO FISIOLÓGICO DAS FAMÍLIAS
F3 DE *Ricinus communis*, L. QUANTO AO CARÁTER
QUANTIDADE DE ÓLEO NAS SEMENTES**

MONONOGRAFIA AVALIADA EM 13/12 /2010

AVALIADORES:

Edna Lobo Machado
Prof. Msc. Edna Lobo Machado
(Orientadora)

Prof. Dr. André Dias de Azevedo Neto

Maria Selma Alves Silva Diamantino
Msc. Maria Selma-Alves Silva Diamantino

CRUZ DAS ALMAS – BA

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus por estar comigo em todos os momentos de minha vida, por ter me consolado em momentos difíceis durante toda a minha graduação e por ter me mantido no curso até o fim, por ter me mostrado o caminho certo para que a minha fé se tornasse cada vez mais forte.

Sou muito grato aos meus pais que mesmo não tendo a oportunidade de estudar sempre me incentivou a buscar cada vez mais e em especial ao meu pai que infelizmente não estar mais aqui, no entanto sei que ficaria muito feliz por este momento.

Obrigado a minha namorada Damiles Conceição dos Santos pelo companheirismo durante toda minha graduação.

Meus agradecimentos a toda minha família pelo apoio que foi me dado durante todo momento em que precisei.

Obrigado a minha professora e orientadora Edna Lobo Machado uma pessoa que sempre terei como um exemplo de profissional, obrigado pela confiança e credibilidade em mim depositada e pelas oportunidades que me foram dadas.

Meus sinceros agradecimentos a professora Simone Alves Silva pela oportunidade a mim concedida e pela disponibilidade do laboratório onde desenvolvi minhas pesquisas.

Meus agradecimentos ao Professor Andre Dias de Azevedo Neto por ter me ajudado com este trabalho.

Agradeço a todos do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) que contribuíram de alguma forma para minha formação.

Obrigado a todos os meus professores por cada aula dada e dúvida esclarecida.

RESUMO

A mamoneira (*Ricinus communis*, L.) é uma oleaginosa que apresenta grande importância econômica e social para a região Nordeste, tendo como principal produto o óleo. A semente da mamoneira apresenta um teor de óleo que pode variar entre 35% a 55%, com padrão comercial de 44%. O presente trabalho teve como objetivo extrair o óleo das sementes das famílias F3 de *R. communis* L. proveniente do cruzamento das cultivares BRS-149 Nordestina e Sipeal 28 para fins de quantificação. Para a quantificação do teor de lipídios totais nas sementes da família F3 inicialmente, comparou-se os métodos de gravimetria e o método químico de *soxhlet*. Não houve diferença significativa pelo teste F a 1% de probabilidade entre os tratamentos. Também, foi feita a otimização do método gravimétrico para mamoneira quanto a presença ou não de tegumento na semente e número de extrações com o solvente hexano. Sendo assim, os teores de óleo totais nas sementes de cada amostra em estudo foram determinados por gravimetria, através de quatro extrações com o solvente orgânico hexano a temperatura ambiente, com as sementes sem tegumento. A quantificação do teor de óleo foi submetida a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott Knot para fins de seleção dos genótipos promissores. As análises mostram que houve diferença estatística significativa entre as famílias F3 a 1% de probabilidade para o caráter teor de lipídios totais na semente. O teor de lipídios totais variou entre 27 e 46% nas famílias estudadas. As famílias 21 e 23 destacaram-se com teor de lipídeos de 42 a 46%, respectivamente.

Palavras chave: *Ricinus communis*, L. Melhoramento genético. Teor de óleo.

ABSTRACT

Castor bean (*Ricinus communis* L.) is an oilseed crop that has a big economic and social importance to the Northeast region; its main product is the oil. The seed of the castor beans have an oil amount which ranges from 35% to 55%, with a commercial standard of 44%. This report aimed to relate the results of the oil extraction from the seeds of the F3 families of *Ricinus communis* L. which are produced from the intersection of the BRS-149 Northeast and Sipeal 28 for purposes of quantification. The total oil amount in the seeds that were tested, was determined by gravimetry, by using the organic solvent hexane at room temperature. The analysis of the results was made using the analysis of variance. They were compared by Scott Knot test, aiming to the selection of promising genotypes. The analysis shows that there was statistics significant differences among the families F3 1% of probability for the sign total lipids amount in the seed. The total lipids content ranged between 27 and 46% in the families studied. The families 21 and 23 stuck out with lipids content of 42 to 46%, respectively.

Key-words: *Ricinus communis*, L. Genetic improvement. Oil content.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	09
2- JUSTIFICATIVA.....	10
3-REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1-<i>Ricinus communis</i>, L	10
3.1.1- Importância econômica da mamona.....	12
3.1.1.1- <i>Melhoramento genético da mamoneira no Brasil</i>	12
3.1.1.1.1- <i>Teor, qualidade e utilização do óleo da mamoneira</i>	13
4- OBJETIVO GERAL.....	14
5- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
6- MATERIAL E MÉTODOS.....	14
6.1- <i>Obtenção das famílias F3</i>.....	14
6.1.1- Otimização do método gravimétrico para fins da quantificação do Teor de lipídeos totais nas sementes de mamoneira.....	15
6.1.1.1- <i>Teor de lipídios totais, em sementes da mamoneira, através do método químico de Soxhlet</i>	16
7- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
8- CONCLUSÕES.....	20

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis*, L.) é uma oleaginosa que apresenta grande importância econômica e social para a região Nordeste, por oferecer várias aplicações industriais e permitir que a agricultura familiar obtenha colheitas quando do final do ciclo produtivo das culturas alimentares consórcios como o feijão e/ou milho. Apesar da importância da mamona os agricultores utilizam no plantio sementes inadequadas e que são susceptíveis a pragas e doenças e resultam em baixas produtividades. A alteração desta condição impõe a mudança para cultivares melhoradas (FREIRE et al., 2001).

O produto principal extraído da mamona é o óleo. Do ponto de vista comercial, o óleo da mamoneira apresenta uma gama de aplicações além de ser uma alternativa de grande importância para o semi-árido brasileiro, já que é uma planta que apresenta capacidade de produção satisfatória sob condições de baixa precipitação pluviométrica, com 406 municípios considerados sem restrição para o cultivo, totalizando 45 milhões de hectares de terras próprios para a exploração com esta cultura (IBGE, 2004).

A semente da mamoneira apresenta um teor de óleo que pode variar entre 35% a 55%, com padrão comercial de 44% (VIEIRA et al., 1997). Esse óleo é composto em 89,5% a 90% por ácido ricinoléico ($C_{17}H_{32}OHCOOH$) que é um ácido graxo hidroxilado, pouco freqüente em óleos vegetais e possui uma estrutura química de três grupos funcionais altamente reativos, que faz com que este óleo, seja o único solúvel em álcool e tenha um grande valor na indústria química o qual é utilizado na obtenção de muitos produtos (AZEVEDO et al., 2001). É um óleo considerado nobre, pela sua composição química, sendo utilizado como matéria prima para fabricação de muitos produtos como: batom, plásticos, resinas, tintas, vernizes, medicamentos, cosméticos, próteses e é insubstituível como lubrificante de turbinas de aviões, por seu baixo ponto de solidificação e manutenção da viscosidade em elevadas pressões e temperaturas.

Na busca por novas fontes para produção de biocombustíveis, o óleo da mamona representa mais uma opção para ser utilizado no programa biodiesel (FREIRE et al. 2006). Com a utilização do biodiesel é possível, diminuir as emissões de óxido de enxofre que são praticamente eliminadas e a fumaça pode ser reduzidas em até 90%. O biodiesel pode ser usado em qualquer motor de ciclo diesel com pouca ou nenhuma necessidade de adaptação (HOLANDA, 2004).

2. JUSTIFICATIVA

A mamona tem grande importância para o semi-árido brasileiro e para a agricultura familiar, por ser uma planta que apresenta capacidade de produção satisfatória sob condições de baixa precipitação pluviométrica e não compete com a produção de alimentos já que pode ser plantada em consórcio com feijão- de- corda e/ou milho. Além disso, o óleo da mamoneira apresenta uma gama de aplicações dentre elas a produção de biodiesel, que pode reduzir em 78% as emissões líquidas de gás carbônico, comparado ao diesel derivado de petróleo e, as emissões de óxido de enxofre são praticamente eliminadas e a fumaça pode ser reduzidas em até 90%. Outra vantagem é que o biodiesel produzido a partir do óleo da mamona é bem mais barato que o obtido com outros óleos, devido o mesmo ser solúvel em álcool e assim a reação de transesterificação ocorre a temperatura ambiente, sem aquecimento diminuindo custos de produção.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1- *Ricinus communis* L.

A mamona, *R. communis* L., pertence a família das euforbiaceae (Figura 1a) e pode ser autógena ou alógama, ocorrendo tanto a autofecundação quanto fecundação cruzada natural. É monóica (Figura 1b), permitindo a obtenção de plantas homozigotas através da polinização controlada. Com o controle parental pode-se conseguir populações de plantas geneticamente puras sendo mantida a variabilidade individual (SAVY FILHO, 1999). Para Vencovsky et al., (2001), populações mistas diferem das autógenas ou alogamas completas, pois consistem em cruzamentos entre indivíduos, os quais apresentam diferentes graus de endogamia e por consequência diferentes coeficientes de endogamia sendo assim, o efeito da seleção nas populações mistas é bem mais complexo (VENCOVSKY et. al., 2001).



Figura 1: *Ricinus communis* L. Em (a e b) cacho e inflorescência da mamoneira, respectivamente.

A *R. communis* L. é uma planta provavelmente originária da Ásia, explorada comercialmente entre as latitudes 40°N e 40°S. É uma planta C₃, com baixa eficiência no uso da água e nitrogênio e elevada taxa de respiração (AMORIM Neto et al., 2001). Apesar das características C₃, a espécie apresenta adaptações à diferentes condições de clima e solo, como também, tolerância à seca e exigência a calor e luminosidade (AMORIM Neto et al., 2001). A melhor época de plantio é na qual se aproveita ao máximo o período chuvoso, no entanto a colheita é realizada em períodos secos (SAMPAIO F. O. M, 2009), quando os frutos estão pronto para serem colhidos. Necessita pelo menos 12 horas de luz diária para que haja uma boa produção, podendo produzir satisfatoriamente com 9 horas de luz diária (OLIVEIRA et. al., 2008).

A mamona se adaptou bem as condições climáticas do Nordeste brasileiro, no entanto a produtividade em condições de campo é muito baixa, com baixo teor de óleo. Um dos importantes critérios para a realização do zoneamento da mamoneira é a altitude, onde seu potencial produtivo está na faixa de 300 a 1.500m de altitude (BELTRÃO, 2003). No entanto Bahia et. al., (2008) e Cerqueira (2008) mostram cultivares em baixas altitudes com um bom desempenho. A temperatura é um dos principais fatores influenciado pela altitude e ambas são inversamente proporcionais. A fotossíntese e a respiração da planta são diretamente influenciadas pela temperatura que interfere em reações bioquímicas ligadas a estes processos fisiológicos (MELO et. al., 2008). Temperaturas altas durante o dia , fazem as plantas terem intenso metabolismo respiratório durante a noite, o que provoca um maior consumo das reservas acumuladas durante o dia. A mamoneira requer temperaturas médias, entre 20 e 30 °C, com baixa umidade relativa do ar, entre 40 a 65 %, sendo o ótimo em torno de 55 % durante a fase de crescimento e de produção, para obter máxima produtividade (Weiss, 1983). A mamona pode ser encontrada de forma espontânea em diversas regiões do Brasil, desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul (COSTA et al.,2006).

3.1.1- Importância econômica da mamona

De grande importância econômica, a mamoneira (*R. communis* L.) é uma oleaginosa com inúmeras aplicações na área industrial e também provável aplicação como fonte energética. O óleo de mamona é conhecido no Brasil como óleo de rícino e internacionalmente, como *castor oil* e possui uma enorme aplicabilidade química, podendo ser utilizado na síntese de uma grande quantidade de produtos e na produção de biodiesel (BELTRÃO et al., 2001).

A mamona é cultivada em diversas regiões do país, plantios com fins comerciais são encontrados nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, no entanto a Região Nordeste é responsável por 75% da produção Nacional (SEVERINO et al., 2006). Dentre os Estados do Nordeste o que mais se destaca é a Bahia. Na safra 2004/2005 a produção alcançada pelo Brasil foi de 147,9 mil toneladas, destas 143,3 mil toneladas, foi produzida pelo Nordeste, ou seja, 97% da safra nacional tendo um destaque para a Bahia que produziu 129 mil toneladas, o equivalente a 87% da produção nacional (AMORIM, 2005). A Bahia além de ter o título de maior produtora de mamona do Brasil, conquistou também o status de terceiro maior produtor mundial de mamona, perdendo apenas para China e Índia, o reconhecimento ocorreu no 3º Congresso Brasileiro de Mamona, que aconteceu em agosto de 2008 na Bahia.

A espécie, embora tenha importância socioeconômica para o Brasil, têm-se poucas cultivares melhoradas para o Nordeste, onde o melhoramento ocorre desde a década de 1960 (BAHIA et al., 2007). Existem expectativas para o desenvolvimento de cultivares que possam aumentar a produtividade do fruto (BAHIA et al., 2008), e o teor de óleo nas sementes (CERQUEIRA, 2008) e permitir que se descubra meios de resistência às principais pragas e doenças da cultura, já que a mesma possui uma diversidade tão pouco explorada (CARVALHO, 2005).

3.1.1.1- Melhoramento genético da mamoneira no Brasil

A mamona é uma alternativa para o Brasil, por ser uma planta que se adapta bem a diversas condições climáticas, tornando-se uma nova fonte de renda para o homem do campo. No entanto, segundo Moreira et al, (1996) o que dificulta a exploração racional da mamona, no Nordeste do Brasil é a baixa disponibilidade de sementes certificadas e/ou fiscalizadas e de cultivares adaptadas, produtivas, tolerantes a pragas e doenças e com elevado teor de óleo. Sendo assim, programas de melhoramento fazem-se necessários a fim de solucionar esses problemas. Os programas de melhoramento identificam e transferem características desejáveis, em práticas seletivas que resultam na obtenção de híbridos de expressivo vigor, ou

heterose, proveniente do cruzamento entre dois genótipos que possuem elevada capacidade combinatória e uma acentuada divergência genética entre si (FIGUEIREDO Neto et. al 2001).

O primeiro programa de melhoramento genético no Brasil foi iniciado em São Paulo, pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, em 1936 (KRUG et. al., 1943). O programa tinha como objetivo inicial a seleção de cultivares mais produtivas, com maior resistência ao ataque de pragas e incidência de doenças. Os primeiros ensaios de competição com genótipos de portes altos e anões com as cultivares Zanzibar e Sanguínea começaram em 1937. No ano de 1957 foi lançada em São Paulo e Minas Gerais a cultivar IAC 38 (VIEIRA et. al., 1997).

Os trabalhos envolvendo o melhoramento da mamoneira na Bahia teve início na década de 60 pelo Instituto de pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste (IPEAL), com sede em Cruz das Almas – BA. O IPEA foi extinto, e em 1974 e os trabalhos passaram a ser conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), que depois foi transformada na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), sendo lançadas várias cultivares como: Sipeal 1, Sipeal 9, Sipeal 28 e 12 e Epaba 2 (CERQUEIRA, 2008). Destas cultivares uma das quais se destaca é a Sipeal 28, que possui teor de óleo nas sementes em torno de 47,3% e produtividade média de bagas em regime de sequeiro de 1300Kg/He (BELTRÃO, 2003)

3.1.1.1.1- Teor, qualidade e utilização do óleo da mamoneira

A semente de mamona é constituída de 75% de amêndoa e 25% casca, em termos médios. Sua composição química muda de acordo com a variedade e região de cultivo (COSTA et al., 2004). O óleo é o principal produto da mamona e possui teor variando de 35 a 55% (VIEIRA et al., 1997), no Brasil a maior parte das cultivares plantadas possui um teor de óleo que varia de 45 e 50%.

A extração do óleo é feita a partir da semente completa (sem descascar) ou da baga (semente descascada por meio de máquinas apropriadas). O método utilizado para extrair o óleo pode ser prensagem, a temperatura ambiente ou a quente, ou extração por solvente. O óleo é o mais importante constituinte da semente de mamona. Esse óleo tem como componente principal o ácido ricinoleico (12-hidróxi-9-octadecenóico), que representa aproximadamente 90% da constituição total do óleo (KOUTROUBAS et al., 1999). Esse ácido é um hidroxiácido (ácido carboxílico hidroxilado), possui insaturação, massa molar alta (298) e baixo ponto de fusão (5 °C). A quantidade total de ácidos graxos insaturados, entre eles, o ácido ricinoleico, corresponde por cerca de 97% em massa deste óleo vegetal . A concentração de ácidos graxos saturados nas sementes é de somente 2,3-3,6% (MORENO & CÓRDOBA, 1997). O óleo de mamona diferencia-se dos demais óleos vegetais pela quantidade

de hidroxilas presentes, essa propriedade lhe confere solubilidade total em álcool. Além disso, possui uma boa estabilidade em diferentes condições de temperatura e pressão (KOUTROUBAS et al., 1999).

4. OBJETIVO GERAL

Análise do desempenho fisiológico das Famílias F3, proveniente do cruzamento entre as cultivares BRS-149 Nordestina e Sipeal 28, quanto ao caráter quantidade de óleo nas sementes.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Otimizar a metodologia de gravimetria para quantificação do teor de lipídios totais em um grande número de amostras de sementes de mamona;
- Analisar, comparativamente, as metodologias de Soxhlet e gravimetria na quantificação do teor de óleo na semente de *R. communis* L.
- Quantificar o teor de lipídios totais em sementes das famílias F3, provenientes do cruzamento entre as cultivares BRS-149 Nordestina e Sipeal 28, de *R. communis* L., através do método de gravimetria com o uso do solvente hexano a temperatura ambiente;
- Identificar os genótipos promissores para fins de melhoramento genético.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1- Obtenção das famílias F3

Para a obtenção das famílias F3 realizou-se a hibridização das cultivares BRS 149 Nordestina e Sipeal 28. Através da hibridização obteve-se a população fixa F1 a qual, foi autofecundada e chegou-se a população F2. A autofecundação da população F2 gerou a população segregante F3. Para análise de teor de óleo nas sementes utilizou-se a população F3 e não F2 (a população mais segregante) por ser uma metodologia destrutiva.

A população segregante (F₂) foi instalada no campo experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), localizado no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas - BA sob semeadura em abril de

2009, em regime de sequeiro para obtenção da população F3. O espaçamento utilizado entre fileiras foi de 3-m e de 1-m entre plantas, totalizando 31 plantas em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. A área experimental foi preparada através de aração, gradagem, marcação das parcelas e a adubação efetuada com base no resultado da análise de solo feita pelo laboratório de análise de solos da UFRB.

A pós o beneficiamento, as sementes (famílias F3) foram levadas para quantificação do teor de óleo no Laboratório do NBIO.

6.1.1- Otimização do método gravimétrico para fins da quantificação do Teor de lipídeos totais nas sementes de mamoneira

Para fins de otimização do método de gravimetria (MARQUES, 2009), utilizando o solvente orgânico hexano a temperatura ambiente, em sementes de mamoneira, um total de cinco sementes de mamona foi macerado com e sem tegumento. Para os testes utilizou-se apenas um genótipo de mamoneira com três repetições para cada tratamento. A semente da mamona é composta pelo tegumento, o endosperma e o embrião (Figura 2). Em tubos falcon previamente pesados, foram adicionados cerca de 500 mg do macerado e 5,0 mL de hexano. Em seguida, esses tubos foram fechados e mantidos sob agitação constante, com o auxílio de uma mesa agitadora (Mesa Agitadora Orbital 7,5-kg 110-V 500-rpm), com movimentos orbitais a 50 rpm. Decorrida 1 h, as amostras foram centrifugadas a 3.000 x g, por 5 min, à temperatura ambiente, e o sobrenadante, no qual os lipídios da amostra apresentavam-se dissolvidos, foi descartado. Para se chegar a um número de extrações, com hexano, eficiente com a total retirada do teor de lipídios nas sementes e uma maior homogeneização entre as repetições foram realizados os tratamentos a seguir: Uma extração com hexano, descrita acima e duas, três, quatro, cinco e seis extrações sendo a primeira de 1 h (sob agitação) e as demais de 30 minutos (também sob agitação), cada. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

Ao término do processo, os tubos contendo o precipitado final (sementes delipidadas) foram deixados à temperatura ambiente por 24 h para que se processasse a completa volatilização da mistura extratora, e então, foram pesados até a obtenção de massas constantes. Os valores correspondentes aos teores de lipídios totais nas sementes foram obtidos através da diferença entre as massas iniciais e finais dos tubos e foram expressos em percentagem. Os resultados foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e comparação de médias múltiplas pelo teste de *Scott Knott* a 1% de probabilidade através do programa SISVAR.



Figura 2: Sementes da mamoneira. Em (a) corte longitudinal mediano mostrando o endosperma comportando o embrião; Em (b) sementes com tegumento e em (C) sementes após a remoção do tegumento.

6.1.1.1- Teor de lipídios totais, em sementes da mamoneira, através do método químico de Soxhlet

Com o objetivo de confirmar a eficiência do método de gravimetria, as amostras (10 g de cada) dos extratos citados acima, foram utilizadas para quantificação de lipídios totais através do método químico de Soxhlet com utilização do solvente hexano, de acordo com AOCS (1976). Para tanto, as amostras foram colocadas no extrator Soxhlet, por 6 horas. O volume utilizado de hexano em cada extração foi de 500-mL, sendo realizadas três repetições. Após o tempo de 6 horas no extrator, as amostras foram retiradas e secas a temperatura ambiente por aproximadamente 24 horas e pesadas novamente. O teor de óleo foi determinado pela diferença de peso antes e após a extração com hexano.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na quantificação do teor de lipídios da semente, quanto a remoção ou não do tegumento, obteve-se melhor resultado nas amostras onde os tegumentos foram removidos. Provavelmente, o endosperma, livre de tegumento, facilita a solubilização dos lipídios pelo solvente orgânico hexano.

As análises dos resultados, cálculo do teor de lipídios totais de todos os tratamentos e a reprodutibilidade das repetições, indicam que quatro extrações, com hexano, apresentam uma maior eficiência na solubilização dos lipídios presentes nas sementes da mamoneira e menor variação entre as repetições (Tabela 1). Sendo assim, a metodologia de gravimetria mostrou-se eficiente para quantificação de teor de óleo na semente e pode ser aplicada a um grande número de amostras por vez com redução de custo e tempo quando comparada a metodologia de *Soxhlet*.

Tabela1: Número de extrações, com hexano a frio, por gravimetria

Nº EX	PT	PA	PT+ PA	PT+PAD	%
1 EXTRAÇÃO					
R1	7, 0426	0, 5021	7, 5447	7, 3666	35,5
R2	7, 1445	0, 5045	7, 649	7, 4669	36,1
R3	7, 2138	0, 5038	7, 7176	7, 5416	34,9
MÉDIA					35,5
2 EXTRAÇÕES					
R1	7, 2215	0, 5012	7, 7227	7, 5162	41,2
R2	7, 1648	0, 5023	7, 6671	7, 4527	42,7
R3	7, 1237	0, 5031	7, 6268	7, 8378	41,9
MÉDIA					
3 EXTRAÇÕES					
R1	7, 131	0, 5014	7, 6324	7, 4424	37,9
R2	7, 056	0, 5028	7, 5588	7, 3818	35,2
R3	7, 0484	0, 5016	7, 55	7, 3738	35,1
MÉDIA					36,1
4 EXTRAÇÕES					
R1	7, 0618	0, 5043	7, 5661	7, 3513	42,6
R2	7, 0942	0, 5031	7, 5973	7, 3545	48,3
R3	7, 1268	0, 5092	7, 636	7, 4061	45,1
MÉDIA					45,3
5 EXTRAÇÕES					
R1	7, 0464	0, 5048	7, 5512	7, 3177	46,3
R2	7, 1289	0, 5062	7, 6351	7, 4315	40,2
R3	7, 0474	0, 5018	7, 5492	7, 3383	42,0
MÉDIA					42,8
6 EXTRAÇÕES					
R1	7, 1281	0, 5064	7, 6345	7, 4078	44,8
R2	7, 1182	0, 5059	7, 6241	7, 391	46,1
R3	7, 0115	0, 5028	7, 5143	7, 2867	45,3
MÉDIA					45,4

Nº EX- número de extrações; PT- peso do tubo; PA- peso da amostra; IPT+PA- peso do tubo mais amostra; PT+PAD- peso do tubo mais amostra delipidada; %- percentual de óleo nas amostras seguido das médias; R- número das repetições.

Estudos de quantificação do teor de lipídios totais na semente de populações segregantes de *R. communis* L. desenvolvidas por um programa de melhoramento específico para regiões de baixa altitude, ainda são inéditos. A altitude pode influenciar uma cultura por diversos fatores, como nebulosidade, umidade e pressão de oxigênio, mas principalmente pela temperatura.

O extrator de *Soxhlet* é um dos métodos mais utilizados para extração do óleo da mamona, no entanto, tratando de uma população segregante, composta por um número de indivíduos relativamente grande, o método se torna muito demorado e caro. Assim sendo, fez-se necessário a busca de uma metodologia que otimizasse o tempo, que fosse mais econômica e tão eficiente quanto o *Soxhlet*. Uma alternativa a substituição do método de *Soxhlet* é o método de gravimetria utilizando o solvente orgânico hexano à temperatura ambiente. A análise gravimétrica ou gravimetria, é um método analítico quantitativo cujo processo envolve a separação e pesagem de um elemento ou um composto do elemento na forma mais pura possível. O peso do elemento ou composto pode ser calculado a partir das diferenças entre o peso inicial e final das amostras.

A tabela 02 mostra a comparação entre as médias de teor de óleo das sementes obtidas a partir dos métodos de gravimetria (com quatro extrações) e *soxhlet*. A análise de variância, realizada através do programa SISVAR, mostrou que não houve diferença estatística significativa pelo teste F a 1% de probabilidade entre os métodos de *Soxhlet* e o gravimétrico. A análise estatística dos dados tem como objetivo fornecer informações das unidades experimentais e suas respostas aos tratamentos que foram submetidos (BEZERRA Neto 2002). Uma vez que não houve diferença estatística significativa entre os dois métodos, citados, na determinação do teor de lipídios totais das sementes de mamoneira, realizou-se a quantificação do teor de óleo das sementes das famílias F₃ através do método de gravimetria. Este método proporciona a quantificação de um maior número de amostras, por vez, e é um método mais econômico e menos ofensivo ao meio ambiente pois utiliza-se menos hexano e não há desperdício de água como acontece com o método *Soxhlet*.

Tabela 02: Médias do teor de óleo na semente obtidas a partir dos métodos de gravimetria e *Soxhlet*.

Repetições	<i>Soxhlet</i>	Gravimetria
R1	44,13	42,6
R2	44,80	48,3
R3	45,83	45,1
Médias	44,92	45,3

As médias, de teor de lipídios totais, obtidas para as famílias F3 foram submetidas a análise de variância (ANOVA) como mostra a tabela 3. Houve diferença estatística significativa entre as famílias F3 analisadas a 1% de probabilidade para o caráter teor de lipídios totais nas sementes. O coeficiente de variação (CV) igual a 5,89 permitiu definir o método de determinação do teor de lipídios totais nas sementes, como preciso.

Tabela 3: Análise de variância entre as famílias F3 analisadas

FV	GL	SQ	QM	FC	FC>Fc
N1	30	3049,742754	101,658092	20,579	0,0000
erro	61	301,333333	4,9399891		
Total corrigido	91	3351,076087			
Cv (%)		5,89			
Media geral	37,7065217		Número de observações	92	

Como o teste F foi significativo a 1% de probabilidade, realizou-se a comparação de médias múltiplas através do teste de *Scott Knott* (Tabela 4). O teste de *Scott Knott* é o mais indicado, quando existe um grande número de tratamentos e há um interesse na separação de grupos de médias, sem ambiguidade dos resultados (BEZERRA Neto 2002).

Ainda de acordo com a Tabela 4 as famílias 25, 1, 29, 3, 30, 28, 24, 27, 22, 26, 21 e 23 são estatisticamente superiores as demais com teor de lipídios totais variando entre 42 a 46%. No entanto, apesar das famílias 21 e 23 (teor de lipídios totais de aproximadamente 45 e 46%, respectivamente) não diferirem estatisticamente das famílias 25, 1, 29, 3, 30, 28, 24, 27, 22 e 26 a diferença observadas nas médias tem importância na produtividade para o agricultor. Sendo assim, os genótipos F₂ que geraram as famílias F3:21 e F3:23 são promissores para o programa de melhoramento genético da mamoneira em regiões de baixas altitudes.

Tabela. 4: Teor de lipídios totais nas famílias F3, provenientes da hibridização entre BRS BRS 149 Nordestina X Sipeal 28, de *Ricinus communis* L, Cruz das Almas/BA. 2010.

Tratamentos	Médias %	Tratamentos	Médias %
15	27,000000 a1	2	39,000000 a3
17	27,333333 a1	7	40,000000 a3
16	27,666667 a1	4	40,333333 a3
12	28,333333 a1	25	42,000000 a4
18	30,000000 a1	1	42,000000 a4
19	30,666667 a1	29	42,333333 a4
11	33,000000 a2	3	42,333333 a4
20	33,000000 a2	30	42,666667 a4
13	33,666667 a2	28	43,333333 a4
14	33,666667 a2	24	43,333333 a4
31	35,666667 a2	27	43,666667 a4
8	37,666667 a3	22	43,666667 a4
5	38,000000 a3	26	43,666667 a4
9	38,000000 a3	21	45,333333 a4
10	38,000000 a3	23	46,333333 a4
6	38,666667 a3		

*Médias seguidas pelo mesmo número não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de *Scott Knott* a 1% de probabilidade.

8. CONCLUSÕES

A técnica de gravimetria permite a quantificação do teor de óleo de mamona de forma rápida e eficiente;

A utilização de métodos como o apresentado é de importância no auxílio à seleção de plantas em programas de melhoramento genético, onde grande número de análises é necessário;

No método de gravimetria quatro extrações com o solvente hexano são necessária na quantificação do teor de lipídios totais;

Os genótipos F2 que geraram as famílias F3: 21 e F3: 23 bem como as 25, 1, 29, 3, 30, 28, 24, 27, 22 e 26 são promissores para o programa de melhoramento genético da mamoneira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do cnp. Cruz das Almas - BA: EMBRAPA – CNPMF. 1999. 35p. (EMBRAPA–CNPMF. Documentos, 34).**

AMORIM neto, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: Azevêdo, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001.

AMORIM, P. Q. R. de. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semi-árido brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação.** 2005. 95 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005

AOCS. **Official methods and tentative methods of the american oil chemists’ society.** 3.ed. Champaign, 1976. Não paginado.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p. 36-52.

BAHIA, H. F. **Avaliação e seleção de genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para fins de melhoramento genético no Recôncavo Baiano.** 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

BELTRÃO, N.E. et al. Fitologia. In: *O agronegócio da mamona no Brasil.* AZEVEDO, D. M. e LIMA, E.F. (Ed.). Embrapa algodão (Campina Grande – Paraíba) – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37 - 61.

BELTRÃO, N. E. M.; Silva, LC.; F.B. Melo. **Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda bahia Agric., v.5, n.2, nov. 2002**

BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.).** Campina Grande: Embrapa – CNPA. 4 p., 2003 (Comunicado técnico, 146).

BEZERRA Neto, F.; NUNES, G.H.S.; NEGREIROS, M.Z. **Avaliação de procedimentos de comparações múltiplas em trabalhos publicados na revista Horticultura Brasileira de 1983 a 2000.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 05-09, março, 2.002.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas.** Lavras: UFLA, 2001. 282 p

CARVALHO, B.C.L. **Manual de cultivo da mamona.** Salvador: EBDA, 2005. 65p

CERQUEIRA, L. S. **Variabilidade genética e teor de óleo em mamoneira visando ao melhoramento para região de baixa altitude.** 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.

COSTA, M. N. **Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1617-1622, 2006.

COSTA, H. M. da, RAMOS, V. D., ABRANTES, T. A. S, CASTRO, D. F., VISCONTE, L. L. Y., FURTADO, C. R. G. **Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 14, nº 1, p. 46-50, 2004

FIGUEREDO Neto, A. **Caracterização morfológica e estudo da divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.).** 2000. 44 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2000.

FREIRE, R. M. M.; SEVERINO, L. S.; MACHADO, O. L. T. **Ricinoquímica e coprodutos.** In: Azevedo, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M.. **O agronegócio da mamona no Brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Cap. 13

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. **Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate.** European Journal of Agronomy, v.11, p.227-237, 1999.

KRUG, C. A.; MENDES, P. T.; SOUZA, G. F. **Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.): primeira série de ensaios de variedades (1937/38 – 1938-39).** Bragantia, v. 3, n. 5, p. 85-122, 1943.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Coordenação de Publicações, 2004. p.13-60. (Série cadernos de altos estudos; n.1).

IBGE. Dados estatísticos – 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 out. 2010

MARQUES, E. C. **Estresse salino e mobilização de reservas durante a germinação e estabelecimento da plântula de cajueiro anão-precoce 2009**. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, UFC, Brasil. 2009

MOREIRA, J. A. N. et al. **MELHORAMENTO DAMAMONEIRA (*Ricinus communis L.*)**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 1996. 30p. (EMBRAPACNPA. Documentos, 44).

MORENO, R.; CÓRDOBA, G. **Oil-related deflocculants for tape casting slips**. Journal of the European Ceramic Society, V. 17, p. 351-357, 1997.

OLIVEIRA, M. I. P. et al. **Fatores que podem influenciar o crescimento e desenvolvimento da mamoneira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, BA, 3. , 2008. **Anais...** Salvador: Governo da Bahia; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008.

SAMPAIO Filho O. M **análise descritiva, agrupamento e análise de trilha de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo em Cruz das Almas – BA** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas , Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

SANTIAGO, A. N. et al. **EBDA MPB 01 nova variedade de mamona com potencial produtivo para agricultura tecnificada**, Cruz das Almas 2004.

SANTIAGO, A. N.; LARANGEIRAS, L. A.P.; Magalhães J. **Avaliação de híbridos de mamona nos Cerrados do Oeste da Bahia** Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A – EBDA.

SAVY Filho, A. Melhoramento da mamona. In: Borém, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 385-485.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A **Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance**. *Biometrics*, Washington, v. 30, p. 507 - 512, Sept. 1974.

SEVERINO L.S. et al. **Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros**, *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.2, p.188-194, 2006.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências**. Campinas: ITAL, 2002. 78p.

WEISS. E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660p

VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARESINGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001,p. 231-281.

VENCOVSKY, R. et al. **Genética e melhoramento de populações mistas**. In: NASS, L. L.

VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Diagnóstico e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: **Reunião temática matérias-primas oleaginosas no Brasil**, 1997, Campina Grande. Anais. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA/MAA/ABIOVE, 1997. p.139-150.