

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONA (*Ricinus communis*
L.) PARA POTENCIAL UTILIZAÇÃO DO FARELO NA ALIMENTAÇÃO
ANIMAL.**

HUGO PEREIRA DE JESUS FILHO

SALVADOR – BAHIA

MARÇO - 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONA (*Ricinus communis*
L.) PARA POTENCIAL UTILIZAÇÃO DO FARELO NA ALIMENTAÇÃO
ANIMAL.**

HUGO PEREIRA DE JESUS FILHO
Engenheiro Agrônomo

SALVADOR – BAHIA
MARÇO - 2014

HUGO PEREIRA DE JESUS FILHO

CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONA (*Ricinus communis* L.) PARA POTENCIAL UTILIZAÇÃO DO FARELO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção e Conservação de Plantas Forrageiras

Orientador: Dr. Vagner Maximino Leite

Coorientadora: Dra. Luzimar Gonzaga Fernandez

SALVADOR –BA

MARÇO – 2014

Sistema de Bibliotecas - UFBA

Jesus Filho, Hugo Pereira de
Caracterização de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.)
para potencial utilização do farelo na alimentação animal / Hugo
Pereira de Jesus Filho, 2014.
95 f.

Orientador: Prof. Dr. Vagner Maximino Leite
Coorientadora: Profa. Dra. Luzimar Gonzaga Fernandez

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Escola
de Medicina Veterinária e Zootecnia. Salvador, 2014.
Faculdade de Comunicação.

1. Mamona. 2. Albumina. 3. Nutrição animal. I. Leite, Vagner
Maximino. II. Fernandez, Luzimar Gonzaga. I. Universidade Federal da
Bahia. II. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

CDD – 619.33
CDU - 636.4

HUGO PEREIRA DE JESUS FILHO

CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONA (*Ricinus communis* L.)
PARA POTENCIAL UTILIZAÇÃO DO FARELO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 27 de março de
2014

Dr. Vagner Maximino Leite
Universidade Federal da Bahia
Presidente

Dr. Robson José Freitas Oliveira
UFBA

Dr. Renato Delmondez de Castro
UFBA

SALVADOR – BA
MARÇO – 2014

" É preciso sonhar,
mas com a condição de crer em nosso sonho,
de observar com atenção a vida real,
de confrontar a observação com nosso sonho,
de realizar escrupulosamente nossas fantasias.
Sonhos, acredite neles."

Vladimir Ilitch Lenin

“Um sonho que se sonha só, é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade”

Raul Seixas

“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar, porque descobrir no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir.”

Cora Coralina

DEDICATÓRIA

Dedico a minha companheira Birgit, aos meus filhos Igor, Ida Mariama e Páblo José.
Aos meus pais. Hugo (in memoriam) e Gicele. Aos irmãos Walter. Wilton Jorge (in memoriam). Luiz Cláudio e António Sérgio. Às cunhadas Heralda. Bethânia e Miraildes. Às tias Angelina e Railda e às primas, primos e sobrinhos.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S. A. por possibilitar a realização do Mestrado.

À Universidade Federal da Bahia pelo acolhimento.

Aos meus orientadores Prof^o Vagner Maximino Leite e Prof^a Luzimar Gonzaga Fernandez.

Aos colegas do Laboratório de Bioquímica, Biotecnologia e Bioprodutos – LBBB, do Laboratório de Solos e Plantas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA e à amiga Beth do Laboratório de Nutrição da Central de Laboratórios da EBDA em Salvador.

Aos colegas do Mestrado pela amizade e companheirismo.

A todos os Professores do Departamento de Zootecnia.

Ao amigo Carlos Alberto Vasconcelos Oliveira pelo auxílio nas análises estatísticas.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Caracterização agronômica e bromatológica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.) do BAG da EBDA.

Página

- Figura 1 - Características das sementes dos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA, com denominação e codificação, utilizadas para caracterização agronômica e análises bromatológicas, Salvador, 2013..... **34**
- Figura 2 - Preparação para análise de cinzas dos genótipos de mamona..... **35**

Capítulo 2

Avaliação morfofisiológica e bioquímica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.).

Página

- Figura 3 – Cuba de Eletroforese utilizada para produção dos géis de poliacrilamida..... **67**
- Figura 4 - Sementes de mamona dos 18 genótipos da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA,2013..... **69**
- Figura 5 - Imagem de genótipo de mamona e paquímetro digital..... **71**
- Figura 6 – Preparação de sementes para teste de germinação..... **76**
- Figura 7 – Eletroforese em gel de poliacrilamida para identificação de ricina, nos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA. Genótipos EBDA MPB01 (A1); EBDA MPA11(A2); Nordeste (A3); Paraguçu (A4); Guarany (A5); EBDA MPA 12 (A6); EBDA MPA 17 (A7); EBDA MPA 18 (A8) e EBDA MPA 26 (A9), e (B) Genótipos EBDA MPA 31 (A10); EBDA MPA 34 (A11); EBDA MPA 35 (A12); EBDA MPA 37 (A13); EBDA MPA 38 (A14); EBDA MPA 40 (A15); EBDA MPA 41 (A16); EBDA MPA 42 (A17) e EBDA MPA 45

- (A18)..... **78**
- Figura 8 – Eletroforese em gel de poliacrilamida para identificação de albumina 2S com 9 genótipos da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013. Genótipos EBDA MPB01 (A1); EBDA MPA11(A2); Nordestina (A3); Paraguaçu (A4); Guarany (A5); EBDA MPA 12 (A6); EBDA MPA 17 (A7); EBDA MPA 18 (A8); EBDA MPA 26 (A9), com repetição..... **80**
- Figura 9 – Eletroforese em Gel de Poliacrilamida para Identificação de Albumina 2S com 9 genótipos da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013. Genótipos EBDA MPA 31 (A10); EBDA MPA 34 (A11); EBDA MPA 35 (A12); EBDA MPA 37 (A13); EBDA MPA 38 (A14); EBDA MPA 40 (A15); EBDA MPA 41 (A16); EBDA MPA 42 (A17) e EBDA MPA 45 (A18), com repetição..... **81**

LISTA DE GRÁFICOS

Introdução Geral

Página

Gráfico 1 – Área plantada de mamona em mil ha/ano por Região do Brasil	19
Gráfico 2 – Área plantada com mamona por estado dentro da região Nordeste.....	20

LISTA DE TABELAS

Introdução Geral

	Página
Tabela 1 – Participação percentual da Agricultura Familiar na produção total e produtos alimentares.....	18
Tabela 2 – Produção Mundial de Mamona.....	19
Tabela 3 – Produção potencial de farelo de mamona em mil toneladas/ano.....	21

Capítulo 1

Caracterização agrônômica e bromatológica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.) do BAG da EBDA.

	Página
Tabela 4 – Características morfofisiológicas dos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA. Onde FL corresponde ao número de dias para floração, MAT ao número de dias para maturação, MCS a massa de 100 sementes em gramas, MCS** a massa de 100 sementes determinada neste estudo, REN a rendimento em kg/há e TO ao teor de óleo em percentual.....	38
Tabela 5 – Quantificação da Massa Seca (%), Proteína (%), Fibra (%) e Cinzas (g) com ANOVA e teste de Duncan com probabilidade de 5% dos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA.....	39
Tabela 6 – Exigências nutricionais para bovinos de corte e leite dos nutrientes analisados no estudo com farelo de mamona dos 18 genótipos do BAG da EBDA	43
Tabela 7 – Quantificação de macronutrientes (%) com ANOVA e teste de Duncan	

com probabilidade de 5% encontrados nos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA.....	44
Tabela 8 – Quantificação de micronutrientes (%) com ANOVA e teste de Duncan com probabilidade de 5% encontrados nos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA, todos os valores em PM.....	46

Capítulo 2

Avaliação morfofisiológica e bioquímica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.).

	Página
Tabela 9 – Médias dos valores de largura, comprimento, espessura (mm) e massa (g) de 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013.....	70
Tabela 10 – Teor de umidade % 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013.....	74
Tabela 11 – Médias dos testes de germinação utilizando ANOVA com probabilidade de 5% e teste de Duncan para os 18 genótipos de Mamona do BAG da EBDA, 2013.....	75
Tabela 12 – Concentração de Proteínas Totais das frações proteicas contendo Ricina e Albumina 2S de 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA, 2013.....	77
Tabela 13 - Média das análises da quantidade de Ricina e Albumina 2S utilizando ANOVA com probabilidade de 5% e teste de Duncan e % de Ricina e Albumina 2S em relação às Proteínas Totais para os 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA.....	79

LISTA DE SIGLAS

Introdução Geral

	Página
Sigla 1 –MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.....	17
Sigla 2 - IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.....	17
Sigla 3 – ANP – Agência Nacional do Petróleo.....	19
Sigla 4 – CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento.....	19
Sigla 5 – BAG – Banco Ativo de Germoplasma	22
Sigla 6 – EBDA – Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A.....	22

SUMÁRIO

	Página
Introdução Geral	17
Revisão de Literatura Geral	23
Referências.....	26

Capítulo 1

Caracterização agrônômica e bromatológica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.) do BAG da EBDA

Resumo	29
Abstract	30
Introdução	32
Material e Métodos	34
Bromatologia	35
Análise Estatística	36
Resultados e Discussão	37
Descritores Agromorfofisiológicos	37
Germinação	38
Massa de 100 sementes	39
Massa Seca	40
Proteína Bruta	41
Fibra Bruta	42
Cinzas	42
Macronutrientes	43
Micronutrientes	45
Conclusões	48
Agradecimentos	49

Referências	50
-------------------	----

Capítulo 2

Avaliação morfofisiológica e bioquímica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.).

Resumo	58
Abstract	59
Introdução	60
Material e Métodos	63
Material Biológico.....	63
Caracterização inicial e morfofisiologia das sementes.....	63
Morfometria das sementes	64
Massa de 100 sementes	64
Teor de umidade	65
Teste de Germinação	65
Caracterização Bioquímica	66
Extração e Quantificação de Proteínas Totais	66
Extração da Fração Proteica contendo Ricina	66
Extração da Fração Proteica contendo Albumina 2S.....	67
Quantificação de Proteínas.....	67
Perfil Eletroforético da Fração Proteica contendo Ricina	68
Perfil Eletroforético da Fração Proteica contendo Albumina 2S	68
Resultados e Discussão	69
Caracterização inicial e morfofisiológica das sementes	69
Morfometria	69
Massa de 100 sementes	72
Teor de Umidade	74

Germinação	74
Caracterização Bioquímica	76
Extração e Quantificação de Proteínas Totais	76
Perfil Eletroforético da Fração Protéica contendo Ricina.....	78
Perfil Eletroforético da Fração Protéica contendo Albumina 2S.....	78
Conclusões	83
Agradecimentos	84
Referências	85
Considerações Finais e Implicações	92
Apêndice	93
Dados qualitativos dos 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA, 2013	94
Dados quantitativos dos 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA, 2013.....	95

INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária no Brasil tem diversas faces, dependendo das condições naturais das regiões onde esta atividade econômica se desenvolveu. Inicialmente foi explorada na região de mata atlântica, nas capitânicas hereditárias, onde hoje são os estados da Bahia, Pernambuco, São Paulo e Rio de Janeiro. Posteriormente foi interiorizada com o período do ciclo do couro no século XVII. Neste período também foram introduzidas no Brasil colônia as primeiras forrageiras. Apesar de o Brasil ter uma grande variedade de gramíneas e leguminosas que são destinadas à alimentação dos diversos tipos de rebanhos aqui introduzidos.

O Brasil hoje é o maior exportador de carnes de bovinos e frangos, terceiro em suínos, além é claro do abastecimento interno, fazendo com que a busca da redução de custos seja uma constante (MAPA, 2011).

Como consequência da expansão da pecuária, a necessidade de forragem também cresce, fazendo com que a pesquisa de alternativas de alimentação também seja uma busca constante, visando a redução dos custos de produção.

O estado da Bahia, por suas características sociais, econômicas e climatológicas, tem a maior população rural do Brasil em números absolutos, que de acordo com o censo de 2000, representava cerca de 13,5% da população residente na área rural do Brasil. Este contingente populacional, na sua maioria, dedica-se à chamada agricultura familiar, e com grande ênfase na cultura da mamona.

Segundo o IBGE (2006), a agricultura familiar tem uma participação fundamental na geração de empregos no meio rural, com uma percentagem de 74%, enquanto a agricultura empresarial gera 26% dos empregos no campo. Já em termos de receitas geradas a agricultura empresarial gera 62% da renda no campo e a agricultura familiar produz 38% da renda agropecuária, o que representa uma fatia importante da renda gerada. Porém, este percentual, não corresponde à totalidade da renda gerada, e isto pode ser explicado pela quantidade de estabelecimentos que estão classificados como produtores para autoconsumo, que são propriedades que não participam diretamente do mercado agrícola.

Este contingente precisa ser também incorporado à atividade comercial, ao se encontrar alternativas de produção que possam gerar renda ao modelo aplicado, que é essencialmente de exploração em policultivo, o que facilita o enfrentamento das adversidades climáticas e comerciais, e, produz parte dos alimentos consumidos pela família.

A produção agrícola nacional tem uma participação importante da agricultura familiar, principalmente nos produtos da cesta básica. Dentre esses produtos destaca-se a mandioca, o feijão e o milho, e pequenos animais como suínos e aves, conforme se pode observar na Tabela 1 (IBGE, 2006). Segundo o mesmo autor, além dessas culturas, os agricultores familiares são responsáveis pela criação da maioria absoluta dos caprinos e ovinos da região nordeste e conseqüentemente do Brasil.

Tabela 1- Participação percentual da Agricultura Familiar na produção total de produtos alimentares.

Produto	Participação na produção em %	
	Agricultura Familiar	Agricultura Empresarial
Mandioca	87	13
Feijão	70	30
Suínos	59	41
Leite	58	42
Aves	50	50
Milho	46	54
Café	38	62
Arroz	34	66
Bovinos	30	70
Trigo	21	79

Fonte: IBGE (2006)

A partir da criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) em 2004, pelo Governo Federal, o mercado para a mamona passa a ter um novo grande comprador, a indústria petroquímica.

A mamona tem uma alta adaptabilidade a diversas condições climáticas e pode ser cultivada em todas as regiões do país. Porém para alcançar-se a sua máxima capacidade produtiva são necessárias condições climáticas ideais como: baixa umidade relativa do ar durante a fase final de maturação dos frutos (Beltrão et al. 2007).

Por lei, o Brasil hoje é obrigado a adicionar ao diesel uma fatia de óleos e gorduras menos poluentes. Este percentual vem sendo aumentado ao longo do tempo. Hoje o Brasil já adiciona 5 % de óleos vegetais e gorduras ao óleo diesel (ANP, 2013), forçando o aumento da produção de óleos vegetais com a criação deste novo mercado.

O Brasil continua sendo o 3º maior produtor de mamona do mundo (Tabela 2), com a maior concentração da produção no Nordeste (Gráfico 1).

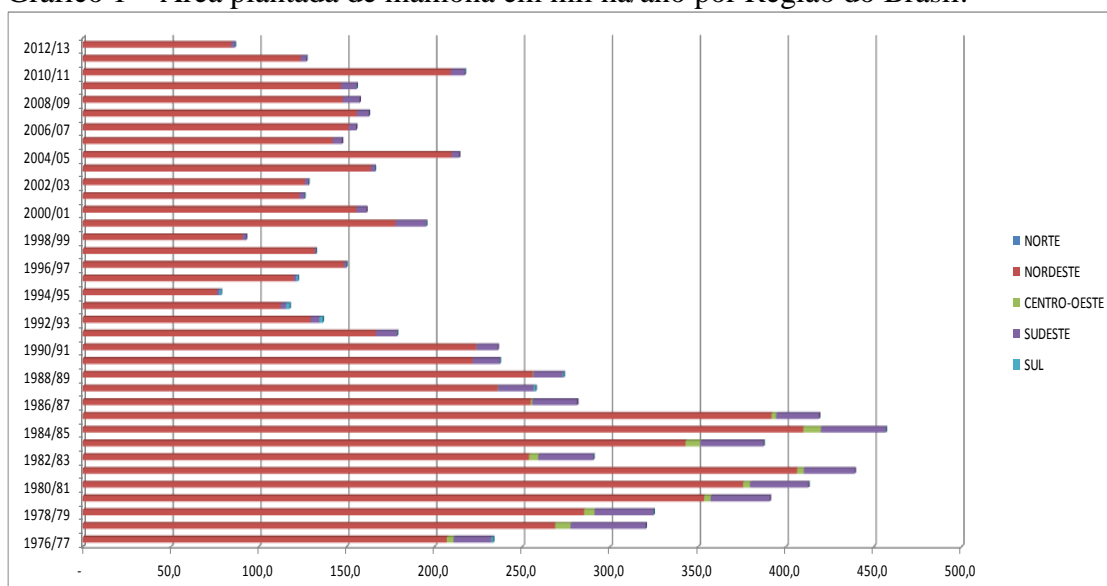
Tabela 2 – Produção Mundial de Mamona

PAÍS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ÍNDIA	793.400	990.700	762.000	1.053.000	1.171.100	1.009.000	1.350.000	2.339.000
CHINA	250.000	220.000	190.000	170.000	190.000	170.000	150.000	200.000
BRASIL	138.745	168.802	95.000	98.142	122.140	91.076	95.183	120.166
MOÇAMBIQUE	44.927	49.000	49.627	54.515	52.071	57.000	60.000	60.000
PARAGUAI	10.800	11.500	10.500	10.500	13.000	13.000	12.197	6.000
TAILÂNDIA	9.813	10.391	10.171	10.982	11.330	11.680	7.000	11.340
ÁFRICA DO SUL	5.606	5.802	5.511	6.038	5.998	5.598	5.677	5.677
VIETNAM	5.489	5.380	5.000	5.000	6.000	6.000	6.000	6.000
ETIÓPIA	4.914	5.000	5.000	6.000	7.000	7.000	7.000	7.000
ÂNGOLA	3.944	4.382	3.748	3.096	3.694	3.433	4.000	4.000

Fonte: FAOSTAT (2011)

A cultura da mamona tem uma produtividade bastante variável (CONAB, 2013), dependendo da localização das áreas cultivadas e das variedades utilizadas.

Gráfico 1 – Área plantada de mamona em mil ha/ano por Região do Brasil.



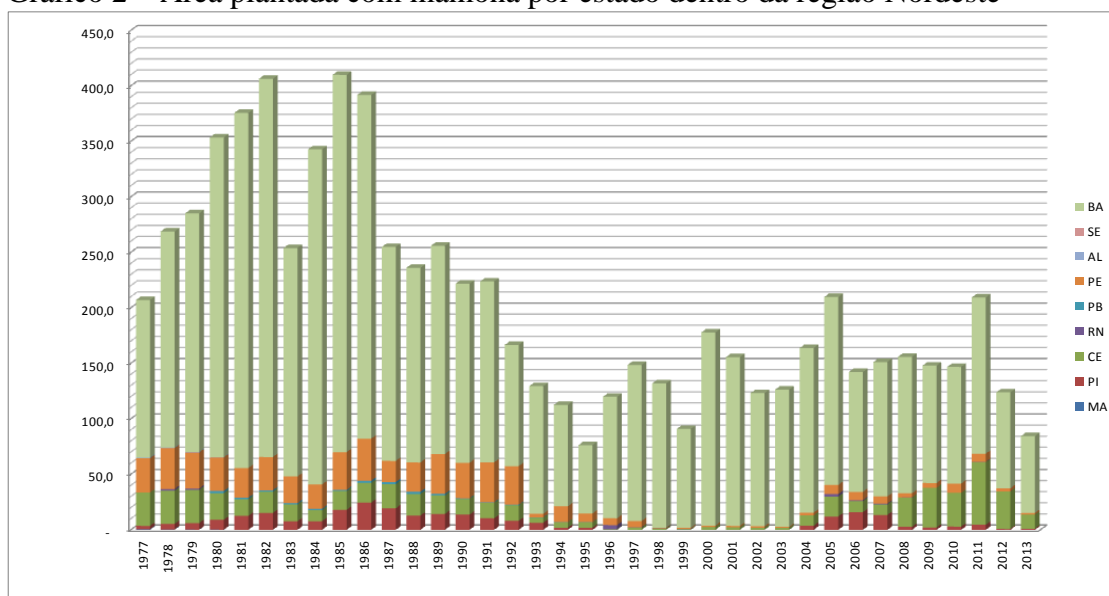
Fonte: CONAB 2013

No Brasil a área plantada tem uma oscilação grande ao longo da série de dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Esta oscilação é explicada em parte pela participação majoritária da região nordeste no total da área plantada nacional. A principal explicação está relacionada com fatores climáticos. A região nordeste é bastante susceptível a longos períodos de estiagem, provocando o fenômeno da seca, o que reduz drasticamente não só a produção e produtividade, reduzindo também a área cultivada.

Outra questão que explica a redução de área plantada no Brasil é o preço da mamona, pois com a redução do preço da matéria prima, por parte da indústria da ricinoquímica, a área plantada da cultura era influenciada diretamente. Hoje existe uma nova realidade, a indústria ricinoquímica não é mais a única compradora de matéria prima.

Dentro da região nordeste, a Bahia tem um peso muito grande na área cultivada, conforme pode ser verificado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Área plantada com mamona por estado dentro da região Nordeste



Fonte: CONAB 2013 Área plantada em mil ha por estado da região Nordeste por ano de 1977 a 2013

O mesmo não se reflete nos índices de produtividade. Os níveis tecnológicos apresentados pelos agricultores familiares acabam deprimindo a produtividade estadual e regional. Esta variação é reflexo do baixo nível tecnológico utilizado pelos produtores familiares, juntamente com as condições climáticas e socioeconômicas, dependendo da localização das áreas cultivadas e das variedades utilizadas.

Com o potencial existente de ampliação da produção, o estado da Bahia pode

passar a produzir enorme quantidade de torta ou farelo de mamona (Tabela 3), o que representa uma grande oportunidade de mitigar os problemas de alimentação dos rebanhos hoje existente. O estado da Bahia continua sendo o maior criador de caprinos ovinos do país e vem crescendo a sua participação na criação de animais de grande porte.

Tabela 3 – Produção potencial de farelo de mamona em mil toneladas/ano

	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013
Brasil	107,3	209,8	103,9	93,7	123,3	92,5	100,6	141,3	24,9	15,8
Nordeste	104,5	202,0	95,7	86,9	113,4	80,5	88,3	129,9	21,4	13,8
Bahia	89,0	169,4	74,9	72,7	99,3	62,2	76,8	99,0	17,9	11,5

Fonte: Produzida a partir do dado da CONAB 2013.

Deve-se ressaltar que nos anos de 2012 e 2013 a queda de produção foi consequência da seca registrada como a maior dos últimos 30 anos na região nordeste, que em algumas situações implicou em perdas de 100% da área cultivada.

Segundo Loureiro (1962), durante o processamento industrial das bagas de mamona, para cada tonelada de óleo extraído é gerada 1,28 tonelada de torta, que apresenta toxicidade, devido à presença, no endosperma das sementes, da ricina, que é uma proteína que apresenta uma grande fitotoxidade, com dose letal de 22 µg/kg de peso vivo. A torta e/ou farelo de mamona também contém um alcaloide denominado ricinina, na concentração de 87 a 150 mg por 100 g de sementes, sendo de baixa toxicidade. Porém deve-se ressaltar que a proporção da produção de óleo e torta ou farelo depende do método de extração, e dependente do material genético utilizado, bem como as concentrações, ou mesmo a presença, dos compostos tóxicos ou alergênicos. Segundo Candido et al. (2008), a diferença entre torta e farelo é o método de extração do óleo, que no segundo é utilizado solvente, que implica na redução acentuada do teor de óleo no produto final. Já na extração a frio, ou extração por esmagamento, o coproduto resultante apresenta maior quantidades de óleo no material final, por ser menos eficiente na extração do mesmo (ANANDAN et al., 2005).

Outro composto presente na torta ou farelo é o complexo alergênico albumina 2S, que é uma mistura de proteínas de baixo peso molecular e polissacarídeos. O complexo alergênico albumina 2S representa cerca de 12,5% do peso da torta, como determinado pelo teste de precipitação de antígenos diluídos (Gardner et al., 1960), e

deve-se ter cuidado com o método usado no processo industrial de detoxificação e dealerginização para não afetar a qualidade final da torta ou farelo.

Atualmente a pesquisa busca a produção de genótipos com pouca ou nenhuma presença destes compostos tóxicos e alergênicos e que mantenham a qualidade necessária no seu produto principal, o óleo, bem como apresente potencial nutritivo para que possa ser utilizada na alimentação animal.

Em função do exposto, o objetivo foi caracterizar agrônômica e bromatologicamente 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA, a fim de obter conhecimento necessário do potencial da utilização desses materiais para futuras pesquisas no desenvolvimento de variedades produtoras de óleo e como fonte alternativa de alimentação animal, atendendo às necessidades da indústria e dos agricultores familiares.

REVISÃO DE LITERATURA GERAL

O estudo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil e no mundo, tomou uma dimensão *maior com o advento dos biocombustíveis*. Os diversos estudos direcionam-se a várias áreas do conhecimento, desde o comportamento dos diversos genótipos frente às condições ambientais até às modificações genéticas, visando a melhoria da produção e produtividade da cultura, e, resolução de problemas advindos da presença e quantidade de ricina, ricinina e albumina 2S nas variedades comercializadas para os agricultores.

Almeida, et al. (2002), analisando a diferença estatística para o vigor das sementes de mamona expresso em grama de matéria seca, das variáveis variedades e umidade e para a interação dessas variáveis. O resultado não significativo da interação variedade versus umidade para a germinação e sua primeira contagem, indica que as variáveis atuam isoladamente, isto é, o comportamento de uma não interfere no desempenho da outra. Ou seja, o teor de água, ou umidade das sementes não têm relação com o vigor das sementes, e que a umidade das sementes deve ficar entre 4 e 6% da sua massa. Os autores trabalharam com os genótipos Nordestina e Pernambucana. Nobre et al. (2013), estudando o comportamento do genótipo IAC 226 durante o processo de germinação, com tratamentos pré-germinativos, afirma que a percentagem de germinação deve ficar acima de 80% para se adequar ao padrão de comercialização de sementes, o que justifica a aplicação de tratamento pré-germinativo em sementes.

Guimarães et al. (2010) estudando o comportamento germinativo das sementes do genótipo BRS Energia, estudo realizado em Campina Grande, afirma que a velocidade de germinação pode ser influenciada pela profundidade de plantio, onde, existe uma maior concentração de CO₂. Porém, isso não se aplica ao percentual de germinação, ou seja, a profundidade de plantio interferiu na velocidade e não no percentual de germinação.

Brum et al. (2011), ao analisar os híbridos de mamona Sara e Lyra quanto a correlação canônica significativa entre algumas variáveis, dentre elas, sementes, plântula e planta adulta, plântula e produção e entre planta adulta e produção de grãos. A correlação entre sementes leva em consideração a massa ou o comprimento e que

essa correlação pode levar a plântulas mais vigorosas. Já Dantas et al. (2008) avaliou largura e espessura para um grupo de 12 genótipos e para a variável massa para um grupo de 11 genótipos, onde o genótipo BRA 3000 apresentou o maior valor para comprimento e largura, chegando a 83 gramas para 100 sementes, e o genótipo BRS Nordestina apresentou a massa média de 68 gramas para 100 sementes, e que não houve correlação entre massa e tamanho das sementes e velocidade de germinação ou emissão das folhas.

Drumond et al. (2010), avaliando as variáveis comprimento, largura, massa e espessura, fazendo a relação com produção e produtividade, chegou a conclusão de que não houve relação entre a morfologia das sementes com a produção, ou seja, sementes mais compridas e com massa maior não apresentaram maiores produções e produtividades, e que as variáveis produção e produtividade está mais relacionadas com o número de racemos e número de bagas nos racemos e precocidade na emissão dos racemos e maturação dos mesmos. Silva et al. (2010) estudando 9 genótipos de mamona do BAG da EBDA nos municípios de Jussara e Lapão, avaliou tempo de maturação, massa de 100 sementes e produtividade, chegando à conclusão de que houve variação na massa de sementes entre os genótipos e entre os municípios, os genótipos estudados foram EBDA-34; EBDA-26; EBDA-17; EBDA-31; EBDA-40; EBDA-35; EBDA-42; EBDA-41 e do cultivar EBDA-MPA-11, e tiveram os seguintes resultados: EBDA-34; EBDA-26; EBDA-17; EBDA-31; EBDA-40; EBDA-35; EBDA-42; EBDA-41 e do cultivar EBDA-MPA-11, 58,17, 69,50, 44,50, 63,30, 55,80, 57,10, 56,60, 56,46 e 54,70 gramas no município de Jussara e de 65,40, 62,50, 46,80, 57,10, 50,60, 61,40, 54,90, 60,20 e 57,40 gramas no município de Lapão . Na conclusão os autores afirmam que os genótipos EBDA 34 e EBDA 17, apesar de serem inferiores, frente aos demais genótipos em relação à massa de 100 sementes, os 2 genótipos são os mais produtivos quando analisa-se a produtividades dos 9 materiais.

Freitas et al. (2010) estudando os genótipos BRS Paraguaçu, IAC Guarani e Mirante 10 em função das suas respostas à várias lâminas de irrigação quanto a produtividade, massa das sementes e número de racemos. BRS Paraguaçu, IAC Guarani e Mirante 10 no estado do Ceará, constata que os genótipos tiveram comportamento diverso com o fornecimento de lâminas de irrigação. A cultivar BRS

Paraguaçu não teve diferença estatística para massa de 100 sementes, assim como a cultivar IAC Guarani. O cultivar Mirante 10 não apresenta diferenças significativas entre os tratamentos, porém apresenta um aumento da massa de 100 sementes no tratamento T3, diferentemente da cultivar BRS Paraguaçu que teve aumento da massa de 100 sementes no tratamento T5 e a cultivar IAC Guarani no tratamento T4, concluindo que o fornecimento de diferentes lâminas de água podem ser verificados pequenos aumentos de massa nas sementes, porém que não é essa variável que explica o aumento de produtividades dos genótipos e sim o número de racemos e número de bagas nos racemos.

Anthonisen et al. (2007), em estudo de 15 cultivares de mamona avaliados em Pelotas/RS, encontrou dados de 14,5 a 19,7%, sendo que, das variedades comerciais presente em ambos estudos os resultados encontrados foram diversos, Nordeste 17,7%, Paraguaçu 14,9% e Guarany 15,7% no RS e Nordeste 23,46%, Paraguaçu 19,27% e Guarany 16,34% na BA. O que pode explicar as diferenças observadas seria o efeito ambiental. Chaves (2001), onde ele relata que a interação de genótipos com o ambiente é um fenômeno biológico natural e que deve ser entendido e aproveitado no processo de seleção de plantas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.de A. C., MORAIS, A. M. de., CARVALHO, J. M. F. C. e GOUVEIA, J. P. G. de. **Crioconservação de sementes de mamona das variedades BRS Nordestina e pernambucana.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.2, p.295-302, 2002. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>

ANANDAN, S.; ANILI KUMAR, G.K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K.S.. **Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake.** Animal Feed Science and Technology, v. 120, n.l.p.159- 168, 2005.

ANTHONISEN, D. G.; SCHIRMER, M. A.; ANTHONISEN, E. F.; SILVA, S. D. dos A.; CASAGRANDE JR. J. G. e SILVA, C. A. B. da. **Caracterização química de sementes de mamona cultivadas em Pelotas/RS.** In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 1.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA-RS, 1., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 1 CD-ROM.

BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORK, L.; LÚCIO, A. D.; OLIVEIRA, P. H. de. e MILANI, M. **Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira.** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.3, p.404-411, mar, 2011.

CHAVES, C. J. **Interação de genótipos com ambientes.** In: NASS, L. et al. Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 4 , p. 79-99.

CONAB em <http://www.conab.gov.br/conabweb/Mamona>. acessado em Dezembro 2013.pdf.

DANTAS, F. V.; MACÊDO, F. da C. O.; PORTO, M. S. e MILANI, M. **Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de mamona da Embrapa**

Algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e ricinoquímica: **Anais...** Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. p. 109 1 CD-ROM. URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA-2009-09/21936/1/MG-29.pdf>.

DRUMOND, M. A.; TAVARES, J. A.; OLIVEIRA, A. R. de.; MILANI, M.; ANJOS, J. B. dos.; MORGADO, L. B. e SILVA, A. F. **Desempenho agronômico de genótipos de mamoneira na Chapa do Araripe, Pernambucano.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1693-1699.

FAO STATISTICS. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.[2011]. **Production and trade – Castor beans.** Disponível em: <http://faostat.fao.org/> Acesso em: 28/11/2013.

FREITAS, C. A. S. de; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A. da; PEREIRA FILHO, J. V. e FEITOSA, D. R. C. **Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.14, n.10, p.1059–1066, 2010. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – 2010.

GUIMARÃES, F. M.; CARDOSO, G. D.; VALE, D. G.; SILVA, J. C. A. da.; ALVES, I.; OLIVEIRA, G. dos S. e BELTRÃO, N. E. de M. **Germinação de sementes de mamona com e sem “marinheiro” em diferentes profundidades de semeadura.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 2101-2105.

IBGE 2014 -<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31&uf=29> acessado em 11/03/2014.

LOUREIRO, M.C. **Torta de semente da mamoneira na alimentação animal.**

Revista Ceres, v. 11. n. 66. p. 290-294, 1962.

MELO, C. L. R. de.; GONDIM, T. M. de S.; SAMPAIO, D. D.; ARAÚJO, D.R. de. e SOUZA, J. dos S. **Análise físico-químicas de sementes de 3 genótipos de mamona.**

CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju, Cenário Atual e Perspectivas: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

NOBRE, D. A. C.; DAMASCENA, J. G.; DAVID, A. M. S. de S.; SANTOS, M. P. dos; PEREIRA, A. R. & PEREIRA, C. G. **Pretratamientos de germinación en semillas de higuierillo, cultivar IAC 226.** Acta Biológica Colombiana. 18(3):473-478, 2013.

SANTIAGO, A. N.; ALCANTARA, J. dos P.; SILVA, V.; DOURADO, V.V.; OLIVEIRA, E. A. S.; LIMA, J. F. de.; PEIXOTO, C. P. e RIOS, D. M. **BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE MAMONA DA EMPRESA BAIANA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA S/A.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1593-1598.

SILVA, V.; SANTIAGO, A. N.; DOURADO, V. V.; OLIVEIRA, E. A. S.; LEDO, C. A. da S.; LIMA, J. F. de; PEIXOTO, C. P. & RIOS, D. M. **Características agronômicas de oito genótipos e um cultivar de mamoneira em Jussara e Lapão no Estado da Bahia.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1192-1196.

CAPÍTULO 1

**Caracterização agronômica e bromatológica de genótipos de mamona
(*Ricinus communis* L.) do BAG da EBDA**

Caracterização agronômica e bromatológica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.) do BAG da EBDA

RESUMO

A mamona como alternativa de produção de alimentos para animais vem sendo estudada há muitos anos, porém, ainda não se pode recomendar um processo de detoxificação e dealerginização viável do ponto de vista econômico, de segurança e de fácil utilização pelos agricultores familiares. Uma das alternativas de linhas de pesquisas é o estudo das características agromorfofisiológicas dos genótipos de mamona existentes nos Bancos Ativos de Germoplasma – BAGs. O estudo dos genótipos de mamona do BAG da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. – EBDA possibilita investigar a existência de genótipos com baixos teores de toxinas e alergênicos, principalmente a ricina e albumina 2S. Neste estudo foram investigados 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA instalado no município de Iraquara – Bahia. Seis dos dezoitos genótipos estudados já estão no mercado de sementes, porém, faz-se necessário, terem-se mais informações fisioquímicas dos mesmos para avaliar suas características e possibilidades de cruzamentos com outros genótipos para gerar novos materiais biológicos que atendam às necessidades da indústria ricinoquímica e petroquímica, e, que o coproduto da extração do óleo da mamona passe a ser realmente uma alternativa de alimentação para animais em função das suas características bromatológicas. Encontraram-se diferenças significativas entre os genótipos estudados, e essas diferenças analisadas estatisticamente, representam possibilidades de geração e utilização de novos materiais biológicos.

Palavras-Chave: Albumina, Alimentação, BAG, Bromatologia, Coproduto, Ricina

**Agronomic and bromatological characterization of castor bean genotypes
(*Ricinus communis* L.) at the Active Germplasm Bank of EBDA – Bahia State
Corporation for Agricultural Development**

ABSTRACT

Castor bean as an option for animal feed production has been studied for many years. However, it is still not possible to recommend a process for detoxification and allergen inactivation that would be viable from an economic point of view, as well as safe and easy to use by family farmers. One of the options among diverse lines of research is the study of agro-morpho-physiological traits of genotypes existing at castor bean Active Germplasm Banks (AGB). The study of castor bean genotypes at the AGB of the Bahia State Corporation for Agricultural Development - EBDA allows the investigation of the existence of genotypes with low levels of toxins and allergens, mainly ricin and 2S albumin. During the present study, investigations were conducted into 18 castor bean genotypes available in the Working Collection of the AGB of EBDA located in the municipality of Iraquara, state of Bahia. Six of the eighteen studied genotypes are already on the seed market. However, additional physicochemical information is required in order to evaluate their characteristics and the possibilities of crossbreeding with other genotypes to create new biological materials that meet the needs of the castor oil and petrochemical industry, and also, if the co-product of castor oil extraction is really going to be an alternative as animal feed due to its bromatological characteristics. Significant differences between the studied genotypes were found, and these differences, which were analyzed statistically, represent opportunities for creation and use of new biological materials.

Key words: AGB, Albumin, Bromatology, Co-product, Feed, Ricin

INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) criado pelo Governo Federal em 2004 justifica-se pela crescente demanda por combustíveis de fontes renováveis. Esta política pública justifica-se pelo potencial brasileiro em produzir uma série de plantas oleaginosas que atende parte expressiva dessas necessidades, gerando emprego e renda na agricultura familiar e contribuindo para melhoria das condições ambientais no país, reduzindo a emissão de gases que agravam o efeito estufa.

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família das *Euphorbiáceas*, com características bem adaptadas às condições edafoclimáticas do nordeste brasileiro, apesar de não ser originária do continente americano. Segundo Buzzetti (1999), a origem da mamoneira seria o continente asiático, porém essa informação não é consenso entre os estudiosos, existindo também a informação de que sua origem seria o continente africano, mais precisamente da região da antiga Abissínia, hoje Etiópia.

O Brasil tem a mamoneira disseminada em todo seu território, porém, é na região nordeste onde se concentra a maior área plantada e a maior produção do país.

A mamona é uma das alternativas que o Brasil dispõe, sendo uma grande alternativa para a agricultura familiar do semiárido nordestino. A Bahia produz 72% da mamona do Brasil, segundo Melo (2006), e o seu coproduto, a torta de mamona, hoje é utilizado basicamente para a adubação do solo. A impossibilidade da utilização da torta diretamente para alimentação animal deve-se à presença de ricina, ricinina e albumina 2S.

Algumas alternativas de alimentação para os rebanhos estão sendo adaptadas e pesquisadas. Dentre as alternativas existentes estão a torta e o farelo da mamona, que são coprodutos da produção do óleo de mamona para ser adicionado ao óleo diesel. Por lei o Brasil hoje já adiciona 10% de óleos vegetais ao óleo diesel (ANP 2013). Este percentual será aumentado ao longo do tempo, forçando o aumento da produção de óleos vegetais.

A existência de um Banco Ativo de Germoplasma de Mamona, de 927 acessos, sendo 580 caracterizados e preservados, com uma Coleção de Trabalho instalada na

Estação Experimental de Iraquara – BA possibilita à Bahia ter um trabalho diferenciado com esta cultura (Santiago et al. 2010). Esse trabalho é desenvolvido pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. – EBDA, através de pesquisadores que se dedicam a desenvolver variedades que atendam às necessidades dos agricultores familiares.

A ricina é uma proteína que pode ser hidrolisada com a utilização de alta temperatura, até 95 °C (Passos et al., 2009), ou tratamento químico, fazendo com que o processo torne-se caro. Já a ricinina é um alcaloide que está presente em toda a planta. A ricinina é pouco afetada pelos tratamentos térmicos com vapor, permanecendo assim resíduos nas tortas. Esse alcaloide encontra-se também nas bagas em quantidade relativamente pequena, cerca de 0,3% (LEITE et al., 2005).

A albumina 2S é um alergênico que tem uma menor importância, porém deve-se ter cuidado, já que causa problemas de alergias, principalmente para os trabalhadores que manipulam a torta da mamona.

O trabalho realizado busca atender às necessidades de resolver questões como produzir óleo de mamona com qualidade, e ter o coproduto desta produção incorporada ao sistema de produção como nova fonte de renda para a agricultura familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

O BAG de mamona da EBDA está localizado no município de Itaberaba na Unidade de Execução de Pesquisa do Paraguaçu, e a Coleção de Trabalho fica na Estação Experimental de Iraquara a 469 km de Salvador, onde foram cultivados os materiais testados neste trabalho. O município de Iraquara localiza-se na Chapada Diamantina na latitude 12°15'0" e longitude 41°37'0", tendo como bioma principal a caatinga, com altitude média de 700 metros.

Durante o estudo desenvolvido, verificou-se que os genótipos de mamona (Figura 1) apresentam diferenças visíveis no tamanho, forma e espessura das sementes, como demonstrado na descrição das características das sementes utilizadas no estudo.

Figura 1 – Características das sementes dos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA, com denominação e codificação, utilizadas para caracterização agrônômica e análises bromatológicas, Salvador/2013



Foto: Hugo Pereira

Porém, é necessário saber como os materiais objeto do estudo são diferentes, do ponto de vista físico e químico. Como essas diferenças influenciam na produção, produtividade e na qualidade do produto principal, o óleo, e do coproduto o farelo ou a torta da mamona.

Dentre os genótipos estudados, é possível encontrar referências das variedades que já se encontram disponíveis para comercialização, que são: BRS Nordestina, BRS Paraguaçu, IAC Guarany, EBDA MPB 01, EBDA MPA 11, e EBDA MPA 34. Vale

ressaltar que dentre as 6 variedades citadas as três primeiras são mais conhecidas e tem mais tempo no mercado, sendo que as duas primeiras foram lançadas pela EMBRAPA e a terceira pelo IAC/SP. Já as demais variedades foram lançadas pela EBDA com 5 anos, as EBDA MPB 01 e EBDA MPA 11, e a EBDA MPA 34 com 3 anos.

A fim de se identificar materiais que possam ser estudados com o intuito de desenvolvimento de variedades que tenham bom desempenho na produção de óleo, e baixas ou nenhuma toxicidade e alergenia, foram selecionadas as variáveis que foram avaliadas nos laboratórios do Instituto de Ciências da Saúde da UFBA, no Laboratório de Bioquímica, Biotecnologia e Bioprodutos – LBBB, no Laboratório de Solos e Plantas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA e no Laboratório de Nutrição da Central de Laboratórios da EBDA em Salvador.

Bromatologia

Como variáveis bromatológicas foram realizados a determinação de N através do método de Kjeldahl, e conseqüentemente a quantificação de proteínas totais, que segundo Jones (1941), de acordo com a constituição lipídica deve ser multiplicada por 5,3 ao se determinar a concentração de N. Foi determinado ainda fibra bruta pelo método de Wende; cinzas através da elevação da temperatura à 500° C em forno mufla e matéria seca, mantendo-se o material a 65° C por 72h ou até a determinação da massa constante; e os minerais fósforo, cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês, potássio, sódio, zinco, Figura 2.

Figura 2 - Preparação para análise de cinzas dos genótipos de mamona



Foto: Hugo Pereira

Para a determinação dos elementos cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês, zinco, potássio e sódio, as amostras foram submetidas à digestão seca, sendo os dois últimos analisados por fotometria de chama e o restante por Espectrometria de Absorção Atômica, conforme descrito por SILVA et al. (2009).

Para efetuar a quantificação de fósforo foi utilizada metodologia por colorimetria adaptada de Malavolta et al. (1989), descrita por MARTINS e REISSMANN, (2007) .

Análise Estatística

As análises estatísticas dos elementos químicos do farelo realizadas foram realizadas com 3 repetições, e a quantificação de N para determinação de Proteína Bruta foi realizada com 6 replicatas. Esta variação foi necessária devido ao número de amostras e dos métodos utilizados.

Procedeu-se análise de variância ANOVA com delineamento inteiramente casualizado – DIC, e para as variáveis que apresentam diferenças significativas, as médias foram tratadas, utilizando-se o teste de Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como as análises foram de farelo de mamona, não foram realizados a quantificação de extrato etéreo dos diferentes materiais, já que acredita-se que este é uma função do tratamento de extração do óleo, que foi o mesmo para todos os materiais, e não em função das características genéticas, e a quantidade presente não será impedimento à utilização deste coproduto na alimentação animal, pois fica em torno de no máximo 3%.

Segundo Santiago et al. (2010), a pesquisa para o melhoramento genético na cultura da mamona, tem grande importância para preservar o material genético disponível, e produzir materiais mais adaptados às necessidades dos agricultores e do clima das regiões produtoras.

Descritores Agromorfofisiológicos

Os resultados dos descritores utilizados para caracterizar os genótipos estudados, foram fornecidos pela EBDA, e então foram escolhidos parte desses para se construir uma Tabela que explicasse o comportamento esperado dos materiais a campo. Desta forma, as características agrônomicas foram utilizadas diretamente dos descritores, pois como já referenciado, são muito dependentes do ambiente e não fazem parte do objetivo do estudo, mas serão utilizados para algumas discussões de resultados obtidos. Fez-se uma divisão por características quantitativas (Tabela 4) e qualitativas que podem ser visualizadas no Apêndice do presente trabalho. Como os dados são de descritores, não foi realizado tratamento estatístico nos mesmos.

Dentre as características quantitativas destaca-se o número de dias para a floração, FL, que denota característica fundamental para cultivos em regiões semiáridas, onde a precocidade é um atributo fundamental para o enfrentamento aos períodos, recorrentes, de escassez hídrica (PASSOS et al., 2010).

Mittelmann et al. (2001), afirma que a precocidade normalmente está associada à produtividade, em função do maior número de colheitas em menor espaço de tempo.

Dentre os genótipos estudados destaca-se a variedade EBDA – MPB-01 (A 1), que foi desenvolvida com a finalidade de ser utilizada por agricultores com nível

tecnológico mais elevado, com a possibilidade de utilização de maquinário para realização da colheita, pois, a altura das plantas possibilita a colheita mecanizada, reduzindo a dependência de mão de obra e é mais intensiva na utilização de insumos, possibilitando produtividades mais elevadas, o que é muito importante para os agricultores que buscam maior produtividade em seus cultivos.

Tabela 4 – Características morfofisiológicas dos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA. Onde FL corresponde ao número de dias para floração, MAT ao número de dias para maturação, MCS a massa de 100 sementes em gramas, MCS** a massa de 100 sementes determinada neste estudo, REN a rendimento em kg/ha e TO ao teor de óleo em percentual.

	GENÓTIPOS	FL	MAT	MCS	MCS**	REN	TO
A 1	EBDA MPB 01	49	180	31	34,7 o	2.500	46
A 2	EBDA MPA 11	80	232	72	60,7 jl	1.900	46
A 3	NORDESTINA	88	180	63	61,4 j	1.500	48
A 4	PARAGUAÇU	86	227	58	73,8 d	1.500	48
A 5	GUARANY	136	218	52	39,6 n	1.545	47
A 6	EBDA MPA 12	45	200	85	79,2 c	1.117	46
A 7	EBDA MPA 17	45	191	52	51,7 m	1.158	49
A 8	EBDA MPA 18	85	230	84	64,4 hi	1.794	44
A 9	EBDA MPA 26	84	240	95	67,2 fg	1.188	48
A 10	EBDA MPA 31	87	222	56	69,0 ef	2.007	48
A 11	EBDA MPA 34	47	195	56	65,7 gh	1.883	49
A 12	EBDA MPA 35	83	225	42	73,4 d	1.770	48
A 13	EBDA MPA 37	84	241	53	62,5 ij	1.071	48
A 14	EBDA MPA 38	96	245	97	92,4 a	1.643	52
A 15	EBDA MPA 40	90	207	64	65,5 gh	1.283	49
A 16	EBDA MPA 41	87	188	56	58,7 l	1.313	49
A 17	EBDA MPA 42	100	223	66	70,2 e	1.415	49
A 18	EBDA MPA 45	88	127	51	83,5 b	2.120	48

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Os materiais EBDA MPA 12, EBDA MPA 17 também são promissores, embora tenham o mesmo comportamento da variedade já disponibilizada, EBDA MPA 34, que embora seja precoce apresenta-se como de porte alto e passível de dois cultivos sucessivos, a depender do ambiente em que for implantada.

Germinação

Outra questão importante é o tempo total entre germinação e maturação (MAT)

e o tempo entre a floração e a maturação, que geralmente está associado ao tempo para acúmulo de matéria seca nos frutos. Neste sentido, o genótipo EBDA MPA 45 apresenta um comportamento muito interessante, pois apesar de ter um período mais longo para floração, tem um período curto de maturação, mas uma massa de 100 sementes relativamente alta.

Massa de 100 Sementes

Embora nos descritores tenha os dados de massa de 100 sementes, este dado foi obtido novamente a partir do material utilizado para apresentar que esta variável é muito dependente da adaptação do material a cada ambiente Tabela 5.

Tabela 5 – Quantificação da Massa Seca (%), Proteína (%), Fibra (%) e Cinzas (g) com ANOVA e teste de Duncan com probabilidade de 5% dos 18 Genótipos de Mamona do BAG da EBDA.

Genótipos	Massa Seca *	Proteína**	Fibra ^{ns}	Cinzas**
	%	%	%	g
A 1 EBDA MPB 01	91,96 c	25,18 ab	29,77	2,23 cd
A 2 EBDA MPA 11	94,14 ab	18,67 gh	35,90	2,20 cd
A 3 BRS NORDESTINA	94,31 ab	21,82 de	35,70	2,20 cd
A 4 BRS PARAGUAÇU	93,92 ab	20,31 fg	34,69	2,02 de
A 5 IAC GUARANY	93,59 b	22,45 bc	35,24	1,65 f
A 6 EBDA MPA 12	93,84 ab	20,96 ef	40,51	1,95 ef
A 7 EBDA MPA 17	93,94 ab	23,89 ab	39,93	2,76 ab
A 8 EBDA MPA 18	93,56 b	19,90 fg	36,37	2,32 cd
A 9 EBDA MPA 26	94,91 a	19,80 fg	37,32	2,78 ab
A 10 EBDA MPA 31	93,78 ab	26,20 a	37,25	2,16 de
A 11 EBDA MPA 34	94,07 ab	21,76 de	30,11	2,05 de
A 12 EBDA MPA 35	94,43 ab	21,92 cd	37,74	2,04 de
A 13 EBDA MPA 37	94,01 ab	25,02 ab	35,14	2,57 bc
A 14 EBDA MPA 38	94,35 ab	19,86 fg	37,89	3,07 ab
A 15 EBDA MPA 40	93,84 ab	17,38 h	45,35	3,26 a
A 16 EBDA MPA 41	94,29 ab	25,35 ab	38,82	2,15 de
A 17 EBDA MPA 42	94,26 ab	21,62 ef	34,10	2,45 cd
A 18 EBDA MPA 45	94,05 ab	22,08 cd	37,63	2,56 bc
Média Geral =	93,96	21,90	36,64	2,36
Ponto Médio =	92,38	24,86	29,20	2,27
CV % =	0,70	11,49	13,29	13,00 .

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que houve diferença significativa para essa variável, onde o genótipo A 1 (EBDA MPB 01) apresenta o menor valor, enquanto que o genótipo A 14 (EBDA MPA38) foi o maior valor, assim como nos descritores. Nota-se que mesmo os valores apresentados nos descritores e os obtidos na avaliação sendo diferentes, seguem a mesma tendência Tabela 5. Na Tabela 5 são apresentados os resultados básicos da bromatologia do farelo de mamona, com as variáveis de Massa Seca (%), Proteína Bruta (%), Fibra (%) e Cinzas (%).

Por outro lado, o rendimento (kg ha⁻¹) não segue diretamente a massa das sementes, pois mesmo materiais com sementes mais leves podem produzir uma quantidade muito maior destas, implicando em maior produtividade, como é o caso EBDA MPB 01.

Massa Seca

De acordo com os resultados obtidos, a Massa Seca do farelo de mamona pode-se verificar que todos os materiais apresentaram valores de umidade inferiores a 7%, que é um valor dentro dos limites de umidade recomendado para armazenamento de sementes, porém inferior ao ideal recomendado por Queiroga e Beltrão,(2004). Apenas o material proveniente da EBDA MPB 01 (A1), que apresentou umidade superior a 8%. Este material apresentou a menor Massa Seca dentre os genótipos utilizados, e, embora não se tenha encontrado na literatura nada que possa justificar este comportamento, possivelmente há alguma relação com o fato de ser de porte baixo e com grãos muito pequenos, o que pode influenciar na perda de umidade. Por outro lado, a maior média foi encontrada para a EBDA MPA 26 que só foi diferente da IAC Guarany e EBDA MPA 18, ambas superiores a A1. De acordo com a obtenção do farelo de mamona, esperava-se que houvesse uma maior uniformidade entre os genótipos, e os resultados demonstram que há materiais que resistem em perder umidade, e isto pode influenciar na qualidade do alimento quando armazenado. Vale ressaltar que Rostagno (2005) aponta valores de aproximadamente 90% para farelo de mamona em seu trabalho, enquanto outros autores, como Gomes et al. (2009), trabalhando com farelo de mamona não detoxificado, encontrou 91,5%, valores próximos aos da MPB-01, porém muito abaixo dos outros genótipos.

Proteína Bruta

A quantidade de proteína bruta encontrada no presente trabalho difere de outros na literatura, como de Freitas et al. (2008), que trabalharam com 12 materiais de mamona em farelo e encontraram valores entre 29 e 32% de PB, ou Rostagno (2005) que apresenta o valor de 39,2%. Os genótipos EBDA MPB 01 – A 1, EBDA MPA 11 - A 2, BRS Nordestina, BRS Paraguaçu, IAC Guarany e EBDA MPA 34 – A 11, que são regularmente comercializadas, tem percentuais de proteína determinados em aproximadamente 42%, segundo Beltrão e Oliveira (2009), e Melo et al., (2006) estabelecem que o genótipo BRS Nordestina tem 23,36% de proteína, enquanto que Oliveira et al. (2006) afirmam que a torta de mamona apresenta 32,42% de proteína bruta. Enquanto que os valores obtidos neste trabalho variaram de 17,38 a 26,2%. Esta diferença entre os dados obtidos e os encontrados na literatura devem ser reflexo da transformação utilizada a partir da determinação de N pelo método de Kjeldahl, que normalmente é de 6,25%. Porém, segundo Jones (1941) e Tkachuk et al. (1969), este valor refere-se a material de fonte animal, onde a composição proteica é diferente da vegetal, e a utilização deste valor em alimentos de origem vegetal implicaria em um valor superestimado e de acordo com o primeiro autor, para a mamona, o valor a ser utilizado deve ser 5,3. Tkachuk (1969) corrobora os dados de Jones e apresenta uma tabela específica para cereais e oleaginosas, e refina os cálculos e estabelece um intervalo menor para o fator, que varia de 5,4 a 5,8 para cereais e oleaginosas, porém sem mencionar a mamona.

De acordo com os resultados, pode-se observar uma grande variação entre as médias dos diferentes materiais, com a EBDA-MPA 31 destacando-se entre as melhores, mas não diferindo estatisticamente da EBDA-MPB 01, EBDA-MPA 17, EBDA-MPA 37 e EBDA-MPA 41, sendo a menor média encontrada com a EBDA-MPA 40. De acordo com os valores obtidos, todos os materiais apresentaram médias superiores a 17%, estando acima, por exemplo, do farelo de trigo (Rostagno, 2005), e sendo assim há o potencial de utilização para a alimentação animal em mistura, complementando outras fontes, ou mesmo reduzindo a participação de componentes mais caros, diminuindo o custo total da ração.

Fibra Bruta

Não houve diferença significativa para a percentagem de fibra bruta entre todos os materiais testados. Os valores encontrados limitam a utilização desta fonte para monogástricos, principalmente pela ausência de aminoácidos essenciais que são necessários para os monogástricos, independentemente do material genético. (SEVERINO, 2005).

Já Santos et al. (2013), afirmaram que a ingestão de alimentos com grande quantidade de fibras insolúveis por parte de animais monogástricos trazem alguns problemas para a digestão, leva ao aumento de consumo de alimentos, pode provocar redução de desempenho zootécnico entre outros problemas. Logo a adição de farelo de mamona na alimentação de monogástricos teria que ser bem ministrada para minimizar os problemas que podem ocorrer. Em virtude desta restrição, não impossibilidade, recomenda-se a utilização do farelo de mamona prioritariamente para ruminantes.

Cinzas

Outras análises bromatológicas foram realizadas, onde analisou-se os macro e micronutrientes. As quantidades de nutrientes presentes nos genótipos são dados fundamentais quando se busca utilizar o coproduto da mamona na alimentação animal. Estas análises são realizadas a partir das cinzas geradas pela queima das 18 amostras dos genótipos de mamona. A cinza é constituída, principalmente pelos elementos K, Na, Ca e Mg e em menor quantidade por Al, Fe, Cu, Mn e Zn, além de traços de Ar, I, Fe e outros elementos.

A partir das cinzas podem-se fazer as análises e quantificação dos elementos presentes nos tecidos animais ou vegetais.

Em função das necessidades nutricionais das diversas espécies animais, deve-se proceder aos cálculos das rações, levando em consideração as quantidades de macro e micronutrientes que os ingredientes da ração proposta. Portanto a análise dos componentes do farelo de mamona é importante para não haver a escassez e/ou excesso dos macro e micronutrientes no arraçãoamento dos rebanhos.

Macronutrientes

Quando utilizado como alimentação animal, o farelo da mamona deve suprir as necessidades de ingestão de nutrientes por parte dos animais, logo este material deve ter as informações que possibilite o cálculo da ração com a segurança de fornecimento dos nutrientes necessários.

Na Tabela 6, construída a partir das NRC 1996 e 2001 estão compiladas as necessidades para bovinos de corte e leite, onde se pode verificar as quantidades dos nutrientes que são exigidos pelos animais.

Tabela 6 – Exigências nutricionais para bovinos de corte e leite dos nutrientes analisados no estudo com farelo de mamona dos 18 genótipos do BA da EBDA.

Minerais	Crescimento*	Vacas de corte *		Vacas de leite **	
		Prenhas	Lactação	Prenhas	Lactação
Cálcio (%)	0,40 – 0,80	0,16 – 0,27	0,28 – 0,58	0,44 – 0,48	0,53 – 0,80
Fósforo (%)	0,22 – 0,50	0,17 – 0,22	0,22 – 0,39	0,22 – 0,26	0,44 – 0,32
Magnésio (%)	0,10	0,12	0,20	0,11 – 0,16	0,18 – 0,29
Potássio (%)	0,60	0,60	0,60	0,51 – 0,62	1,00 – 1,24
Sódio (%)	0,06 – 0,08	0,06 – 0,08	0,10	0,10 – 0,14	0,19 – 0,34
Cobre (ppm)	10	10	10	12 – 18	9 – 16
Ferro (ppm)	50	50	50	13 – 18	12,3 – 22,0
Manganês (ppm)	20	40	40	16 – 24	12 – 21
Zinco (ppm)	30	30	30	21 – 30	43 -73

Fonte: NRC, 1996* ; NRC, 2001**

Na literatura não se encontra com facilidade dados sobre teores de nutrientes em farelo de mamona relacionando-o com o material genético, o que dificulta a discussão do presente trabalho.

Lima et al. (2008) encontraram valores de 7,54% e 1,86% de N, 3,11% e 0,26% de P, 0,66% e 4,5% de K, 0,75% e 0,67% de Ca e 0,51% e 0,38% de Mg na torta e casca de mamona, respectivamente, enquanto Oliveira et al. (2012), trabalhando com torta de mamona encontraram valores de 5,31% , 0,83%, 1,22%, 0,45% e 0,43% para N, P, K, Ca e Mg respectivamente. Estes dados demonstram que se pode utilizar a casca de mamona para incrementar o potencial nutritivo do farelo, ampliando a utilização dos coprodutos da mamona. Nenhum dos valores de N e P

conseguiu atingir o descrito por esses autores, enquanto que para o K todos os valores foram muito superiores, Ca alguns menores, mas muitos superiores e Mg giraram ao redor dos valores referenciados por Lima et al. (2008). Conforme já relatado, o grande problema é que a maioria absoluta dos trabalhos encontrados na literatura citam a torta de mamona, e muitas vezes até mesmo erroneamente quando trabalham com farelo, e não descrevem de qual material genético este dado é proveniente, implicando em dados muito discrepantes entre os trabalhos. Tabela 7.

Tabela 7 – Quantificação de macronutrientes (%) com ANOVA e teste de Duncan com probabilidade de 5% encontrados nos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA.

Genótipos	Nitrogênio ** %	Fósforo ** %	Potássio ** %	Cálcio ** %	Magnésio ** %
A 1 EBDA MPB 01	4,75 ab	0,92 cd	3,19 cd	0,98 bc	0,49 de
A 2 EBDA MPA 11	3,52 gh	0,71 cd	2,45 cd	0,76 de	0,49 de
A 3 BRS NORDESTINA	4,12 de	0,46 d	1,68 fg	0,64 ef	0,38 e
A 4 BRS PARAGUAÇU	3,83 fg	0,71 cd	2,12 de	1,59 ab	0,50 de
A 5 IAC GUARANY	4,24 bc	0,45 d	1,60 g	0,86 cd	0,39 e
A 6 EBDA MPA 12	3,95 ef	1,43 bc	2,91 cd	0,35 f	0,57 cd
A 7 EBDA MPA 17	4,51 ab	0,48 d	1,85 ef	1,34 bc	0,48 de
A 8 EBDA MPA 18	3,76 fg	1,45 bc	3,57 bc	1,23 bc	0,73 c
A 9 EBDA MPA 26	3,74 fg	1,37 bc	3,93 ab	1,38 ab	0,79 bc
A 10 EBDA MPA 31	4,94 a	1,30 bc	2,73 cd	1,33 bc	0,63 cd
A 11 EBDA MPA 34	4,11 de	1,41 bc	3,86 ab	1,08 bc	0,65 cd
A 12 EBDA MPA 35	4,14 cd	1,89 ab	3,31 cd	1,28 bc	0,71 cd
A 13 EBDA MPA 37	4,72 ab	1,19 bc	2,62 cd	1,65 ab	0,73 c
A 14 EBDA MPA 38	3,75 fg	2,75 ab	5,17 a	2,04 a	1,24 a
A 15 EBDA MPA 40	3,28 h	2,01 ab	2,81 cd	1,01 bc	0,68 cd
A 16 EBDA MPA 41	4,78 ab	0,62 cd	2,79 cd	1,27 bc	0,61 cd
A 17 EBDA MPA 42	4,08 ef	0,85 cd	2,63 cd	1,48 ab	0,72 c
A 18 EBDA MPA 45	4,17 cd	2,46 ab	4,84 ab	1,65 ab	0,98 b
Média Geral =	4,13	1,25	3,00	1,22	0,65
Ponto Médio =	4,69	2,59	3,57	1,19	0,88
CV% =	11,49	56,90	26,96	30,17	17,71

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Lucena et al. (2006), obtiveram teores de 2,35 a 3,31%, 0,49 a 0,69% e 0,27 a 1,30% de N, P e K, respectivamente, para o genótipo BRS Nordestina . Os valores encontrados neste estudo foram maiores, 4,12 e 1,68% de N e K, respectivamente, porém menor em P, 0,46%, para o genótipo BRS Nordestina. Neste sentido, quanto ao N, somente o material EBDA-MPA 40 apresentou valor próximo ao valor encontrados

por esses autores, e este material foi significativamente inferiores a todos os outros testados, exceto a EBDA-MPA 11. Embora o P tenha sido menor, para a cultivar Nordestina, esta foi a de menor média e não diferiu de outros 7 materiais, enquanto as maiores médias alcançaram 2,47% (EBDA-MPA 45) que não diferiu dos genótipos EBDA-MPA 35, EBDA-MPA 38 e EBDA-MPA 40.

Para o K também não foram encontrados valores similares, já que o menor valor foi de 1,6 para a IAC-Guarany, que não diferiu da BRS Nordestina. As maiores médias para o K foram encontrados com o material EBDA-MPA-38, não diferindo estatisticamente das EBDA-MPA 26, EBDA-MPA 34 e EBDA-MPA 45, todas com valores muito superiores aos encontrados pelos autores para a BRS Nordestina.

Se encontrar dados para macronutrientes é difícil, para encontrarem-se dados sobre os micronutrientes em farelo de mamona na literatura é mais difícil ainda. Deve-se ressaltar que os dados de micronutrientes é muito importante já que..esses nutrientes têm importância no desenvolvimento dos animais.

Micronutrientes

Na Tabela 8 são apresentados os resultados para micronutrientes encontrados no farelo de mamona dos materiais testados.

Oliveira et al. (2012), trabalhando com torta de mamona encontraram valores de 23,60 ppm para Cu, 229,20 ppm de Fe, 41,10 ppm de Mn e 683,70 ppm de Zn, que, quando comparados aos resultados da Tabela 8, nota-se discrepâncias muito grandes, como o caso do Fe, enquanto valores próximos dos outros elementos em relação aos materiais testados.

A grande variação entre os dados encontrados no presente estudo e os relatados na literatura podem estar relacionados, principalmente ao fato de que na maioria dos casos encontrados na literatura tratam-se de mistura de materiais genéticos diversos, cultivados em diferentes ambientes, o que impossibilita a simples comparação dos dados. Por outro lado tornam-se importantes esses dados para que seja possível avaliar a importância do conhecimento do material de origem do farelo para que se possa direcionar este produto para a alimentação animal.

Tabela 8 – Quantificação de micronutrientes (%) com ANOVA e teste de Duncan com probabilidade de 5% encontrados nos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA, todos os valores em ppm.

Genótipos	Cobre ** ppm	Ferro ** ppm	Manganês ** ppm	Sódio ^{ns} ppm	Zinco ** ppm
A 1 EBDA MPB 01	43,51 ab	36,77 ab	49,59 fg	548,22	349,34 de
A 2 EBDA MPA 11	43,02 ab	40,57 a	71,21 cd	921,45	360,66 cd
A 3 BRS NORDESTINA	33,07 bc	24,35 cd	45,21 g	611,15	222,73 h
A 4 BRS PARAGUAÇU	47,70 a	32,69 ab	83,23 ab	586,52	400,84 bc
A 5 IAC GUARANY	32,52 bc	21,45 de	40,20 g	776,49	238,44 gh
A 6 EBDA MPA 12	48,19 a	31,60 ab	90,80 ab	772,88	401,30 bc
A 7 EBDA MPA 17	21,97 de	26,84 bc	67,42 cd	629,81	412,13 bc
A 8 EBDA MPA 18	21,57 de	37,42 ab	71,51 cd	1.068,34	551,16 ab
A 9 EBDA MPA 26	22,45 de	39,28 ab	74,80 bc	908,29	395,89 bc
A 10 EBDA MPA 31	25,28 de	28,57 ab	64,96 cd	831,34	520,80 ab
A 11 EBDA MPA 34	41,53 ab	30,30 ab	74,79 bc	938,19	500,39 ab
A 12 EBDA MPA 35	45,76 a	30,44 ab	54,09 e	714,27	596,28 a
A 13 EBDA MPA 37	22,66 de	32,57 ab	68,94 cd	741,39	472,87 ab
A 14 EBDA MPA 38	29,70 cd	35,47 ab	95,67 a	694,16	511,40 ab
A 15 EBDA MPA 40	14,56 e	18,06 e	56,85 de	622,66	293,17 fg
A 16 EBDA MPA 41	16,70 e	19,63 de	64,42 cd	968,43	341,28 ef
A 17 EBDA MPA 42	21,16 de	20,01 de	70,70 cd	912,44	606,16 a
A 18 EBDA MPA 45	25,81 de	19,42 de	73,83 bc	1.026,20	500,74 ab
Média Geral =	30,95	29,19	67,68	792,90	426,42
Ponto Médio =	39,85	34,51	69,24	901,48	430,42
CV% =	21,41	23,98	14,84	27,09	19,94

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Ribeiro et al. (2007), a intoxicação de ovinos por causa do excesso de cobre é muito importante e pode causar perdas consideráveis no rebanho. Os autores relatam que a utilização de material com concentração de 158 mg kg⁻¹ de Cu não é recomendada, e mesmo a pastagem com 86 mg kg⁻¹ deve ser monitorada, bem como que rações contendo 18 mg kg⁻¹ de Cu, comum para bovinos, é tóxica para ovinos. Os sintomas desta intoxicação também são bem explorados por Miguel et al. (2013), que também fazem uma breve revisão sobre o assunto e descrevem vários trabalhos com diferentes valores de consumo. Percebe-se, pelos resultados obtidos, que a maior parte dos materiais testados apresentam valores relativamente altos, como a BRS Paraguaçu, EBDA-MPA 12, EBDA-MPA 35, EBDA-MPB 01, EBDA-MPA 11 e EBDA-MPA 34 que não diferiram entre si e ultrapassaram o limite descrito por Ribeiro et al. (2007)

para pastagens. Em contrapartida, há materiais que apresentam a metade ou menos desses valores e que poderiam ser utilizados em confecção de rações que possam ser oferecidas em maior quantidade para ovinos.

Nguyen et al. (2008), relataram que o enriquecimento da ração com manganês e zinco para larvas de dourada do Japão (*Pagrus major*) apresentou maior desenvolvimento esquelético e menor mortalidade dos animais e neste sentido o material EBDA-MPA 38 seja interessante por apresentar grandes concentrações desses dois nutrientes entre os demais materiais testados.. Já Lovell, (1998), elenca os efeitos da deficiência de manganês na dieta na mesma espécie, onde relata a ocorrência de anormalidades esqueléticas, reduzida quantidade de manganês em ovócitos e redução na eclosão de ovócitos.

Segundo Tokarnia et al. (2000) a deficiência de sódio em ruminantes é de ocorrência ampla em todo o mundo, inclusive no Brasil, devido as baixas concentrações nas pastagens, ficando atrás somente da de P, o que torna interessante o uso de farelo de mamona que apresenta quantidades significativas em sua constituição.

Barros et al. (2004), relatam que a deficiência de sódio acarreta redução do ganho de peso e na conversão alimentar em frangos de corte machos e fêmeas em períodos de 22 a 42 dias e de 43 a 53 dias de idade. Já o excesso de sódio na ração provoca o aumento de ingestão de água, aumento de umidade da cama. Na NRC(1994), fica estabelecida e exigência de 0,12 a 0,15% de sódio nas rações de frango e Rostagno et al. (2011) recomendam 0,22% de sódio da ração para frangos machos.

Deve-se ressaltar que usualmente no Brasil ministram-se as misturas de sal mineral com vários minerais, deixados a disposição no cocho, como a principal prática de fornecimento desses elementos, porém esta prática normalmente apresenta-se antieconômica, por apresentar elementos a mais, ou menos, do que realmente é necessário aos animais, bem como por não levar em consideração as relações entre os elementos minerais, como o efeito competidor do Fe sobre o P, e as ações antagônicas do Mo e Zn sobre o Cu, do Mn sobre o Fe e Ca sobre Zn (Tokarnia et al., 2000). Neste sentido, ao oferecer um alimento onde esses minerais encontram-se balanceadas e em forma mais fácil de ser absorvida pelos organismos animais.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições deste trabalho, conclui-se que as diferenças entre os materiais genéticos estudados permite a indicação de materiais com alto potencial para utilização na alimentação animal na agricultura familiar, a fim de diminuir custo de produção e aumentar a renda.

Devido a grande quantidade de Fibra Bruta apresentada em todos os materiais, a utilização de farelo de mamona para alimentação de monogástricos somente é possível como aditivo.

Novos estudos são necessários a fim de se avaliar a interação entre os diferentes ambientes e os resultados bromatológicos apresentados pelos diferentes materiais, que se sabe, respondem diferentemente às condições edafoclimáticas.

AGRADECIMENTOS

À EBDA pela disponibilização do material genético da Coleção de Trabalho do BAG de mamona e da Central de Laboratórios.

À Petrobras pelo financiamento do projeto que possibilitou a realização do trabalho.

Ao amigo Carlos Alberto Vasconcelos Oliveira pela ajuda nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

- ANANDAN, S.; ANILI KUMAR, G.K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K.S..
Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. Animal Feed Science and Technology, v. 120, n.1.p.159- 168, 2005.
CONAB em <http://www.conab.gov.br/conabweb/Mamona>. acessado em Dezembro 2013.pdf.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia - Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP) [2013]. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/?pg=17680&m=produ%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 17/07/2013.
- BARROS, J. M. S. de.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; e COSTA, L. F.. **Exigência de Sódio para Frangos de Corte nas Fases de Crescimento (22 a 42 Dias) e Final (43 a 53 Dias).** R. Bras. Zootec., v.33, n.6, p.1721-1733, 2004 (Supl. 1).
- BELTRAO, N. E. de M. e OLIVEIRA, M. I. P. de **Detoxicação e aplicações da torta de mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 35 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 217) Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2009/DOC217>.>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. p. 346.
- BUZZETTI, A. R. **Falta estímulo à produção de mamona.** Óleos & grãos, v. 8, n. 47, p. 39-45, 1999.
- FAO STATISTICS. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.[2011]. **Production and trade – Castor beans.** Disponível em:

<http://faostat.fao.org/> Acesso em: 28/11/2013.

FREIRE, R.M.M. e SEVERINO, L. S. (2006). **Óleo de Mamona. In: Severino L.S., Milani M, Beltrão NEM (editores técnicos) Mamona: o produtor pergunta e a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.210-218.

FREITAS, S. C.; ANTONIASSI, R.; OLIVEIRA, L. A.; LOPES, G. E. M.; JÚNIOR, I. G. R. **Composição de farelo desengordurado de variedades de mamona cultivadas no município de Itaocara, Estado do Rio de Janeiro – III Congresso Brasileiro de Mamona – Energia e Ricinoquímica, 2008.**

IBGE 2014 - <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31&uf=29> acessado em 11/03/2014.

JONES, D. B. **Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins.** Circular N° 183 ISSUED August, 1931 , Slightly Revised February 1941. United States Department of Agriculture, Washington, D. C. p

LACERDA, R. S. **Caracterização química, bioquímica e físico-química da torta de mamona para seu aproveitamento na produção de material biodegradável e na alimentação animal.** 2013. 209f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2013.

LEAL, M. A. de A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A. e ARAUJO, E. da S.. **Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. [online]. 2013, vol.17, n.11, pp. 1195-1200. ISSN 1807-1929.

LEITE, A. C.; CABRAL, E. C.; FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P. C. e DA SILVA, M. F. G. F. **Isolamento do alcalóide ricinina das folhas de *Ricinus communis* através de cromatografias em contracorrente.** 2005. Química Nova 28:983-985.

Lima et al. 2008

LOBÃO, J. S. B., FRANCA ROCHA, W. J. S, FREITAS, N. B. **Semi-Árido da Bahia, Limites Físico ou Sócio-Político? Uma Abordagem Geotecnológica**. **Anais... I I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 10 a 12 de novembro de 2004.**

LOVELL, T.. **Dietary Requirements.** In: Nutrition and feeding of fish. 2. ed. Auburn: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 61-68.

LUCENA, A. M. A. de; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, M. A. de O. e DANTAS NETO, J. **Composição química de sementes de mamona separadas em classes pela cor do tegumento.** In CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju, Cenário Atual e Perspectivas: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. e; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MARTINS, A. P. L e REISSMANN, C. B. **Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos.** Scientia Agraria, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2007.

MELO, C. L. R. de.; GONDIM, T. M. de S.; SAMPAIO, D. D.; ARAÚJO, D.R. de. e SOUZA, J. dos S. **Análise físico-químicas de sementes de 3 genótipos de mamona.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju, Cenário Atual e Perspectivas: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

MIGUEL, M. P.; SOUZA, M. A.; CUNHA, P. H. J.; COSTA, G. L. e ABUD, L. J. **Intoxicação crônica por cobre em ovinos: conduta para o diagnóstico conclusivo**

[Chronic copper toxicities in sheep: conduct for diagnostic confirmation]. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.65, n.2, p.364-368, 2013.

MIRANDA, R.M. et al. **O farelo de mamona destoxicado na alimentação de novilhas leiteiras.** Rio de Janeiro: Instituto de Zootecnia, 1961. p. 12.

MITTELMANN, A.; CARVALHO, F. I. F.; BARBOSA NETO, J. F.; AMARAL, A. L. e PANDINI, F. **Herdabilidade para os caracteres ciclo vegetativo e estatura de planta em aveia.** Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n. 6, p. 999-1002, 2001.

NRC, 1996. **Nutrient Requirement of Beef Cattle, seventh ed.** National Research Council, National Academy Press, Washington, DC.

NRC, 2001. **Nutrient Requirement of Dairy Cattle, seventh ed.** National Research Council, National Academy Press, Washington, DC.

NGUYEN, V.T., SATOH, S., HAGA, Y., FUSHIMI, H., KOTANI, T.. **Effect of zinc and manganese supplementation in Artemia on growth and vertebral deformity in red sea bream (Pagrus major) larvae.** Aquaculture, Amsterdam, v. 285, p. 184-192, 2008.

OLIVEIRA, A. A. G.; PEREIRA, J. e ALVARENGA, T. M. P. **Análise bromatológica e mineralógica das tortas de amendoim, girassol e mamona.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju, Cenário Atual e Perspectivas: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

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

PASSOS, E. E. M. e ARAGÃO, W. M. **The influence of vapour pressure déficit on leaf water relations os *Cocos nucifera* in northeast Brazil.** Experimental Agriculture, 45: 93-106. 2009.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; SOUZA, C. da S.; SOUZA, C. M. M. de; FERNANDES, L. dos S. **Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em genótipos de mamoneira.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, n.7, p.709-714, 2010.

QUEIROGA, V. de P.; BELTÃO, N. E. de M. **Produção e Armazenamento de Sementes de Mamona (*Ricinus communis* L.).** Comunicado Técnico 206, ISSN 0102-0099 . abril/2004, Campina Grande, PB

RIBEIRO, L. A. O.; RODRIGUES, N. C.; e SMIDERLE, W. A.. **Intoxicação crônica por cobre em ovelhas pastoreadas em pomar de videiras adubado com cama aviária.** Braz. J. vet. Res. anim. Sci., São Paulo, v. 44, n. 3, p. 208-211, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais .** Viçosa: UFV.2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SANTANA, J. C. N. **Avaliação nutricional e energética dos farelos de mamona sob diferentes processamentos para frangos de corte.** 2010.62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTIAGO, A. N.; ALCANTARA, J. dos P.; SILVA, V.; DOURADO, V.V.; OLIVEIRA, E. A. S.; LIMA, J. F. de.; PEIXOTO, C. P. e RIOS, D. M. **BANCO**

ATIVO DE GERMOPLASMA DE MAMONA DA EMPRESA BAIANA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA S/A. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1593-1598.

SANTOS, P. A. dos.; LUDKE, M. do C. M. M.; LUDKE, J.V.; SANTOS, M.J.B. dos.; MELO, A.G. da S.; OLIVEIRA, A. da C. e CAVALCANTI, A.S.A. **FARELO DE MAMONA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES.** REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br Artigo 217- Volume 10 - Número 06 – p. 2814 – 2827 – Novembro – Dezembro/2013.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona.** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2005. 31p. (EMBRAPA Algodão. Documentos, 134). Campina Grande, 2005.

SILVA, V.K.; SILVA, J.D.T.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; HADA, F.H.; MORAES, V.M.B. **Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.4, p.690-696, 2009.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. **A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

SILVA, F. de A. S. e. e AZEVEDO, C. A. V. de. **Versão do programa**

computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

SILVA, F. de A.S.e. **The ASSISTAT Software: statistical assistance.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais. Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

TKACHUK, R. **Nitrogen to Protein Conversion Factors for Cereals and Oilseed Meals.** 1969. Paper N° 279 of the Grain Research Laboratory, Board of Grain Commissioners for Canada, Winnipeg 2, Manitoba, Canada. Presented in part at the 51st Annual Meeting, New York, N. Y.,April 1966.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J. e PEIXOTO, P. V.. **Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo.** Pesq. Vet. Bras. 20(3):127-138, jul./set. 2000

CAPÍTULO 2

Avaliação morfofisiológica e bioquímica de genótipos de mamona

(Ricinus communis L.)

Avaliação morfofisiológica e bioquímica de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.)

RESUMO

A qualidade das sementes de mamona (*Ricinus communis* L.), é um item fundamental no sistema de produção da cultura, pois, uma semente de qualidade deve garantir o stand de plantas por hectare em condições climáticas normais na área de plantio. Em função da necessidade de conhecer a semente a ser utilizada, fez-se uma série de testes com as sementes para determinar o nível de confiabilidade das mesmas. Foram realizados testes de germinação e morfometria nas sementes, determinação de massa seca, extração de óleo, como também a determinação de presença de ricina e albumina 2S através de eletroforese com gel de poliacrilamida. Com os testes e análises foi possível demonstrar a existência de diferenças entre os 18 genótipos de mamona testados da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG, que visa gerar novos materiais genéticos para auxiliar no incremento de produção e produtividade da cultura da mamona, o que é fundamental para o Brasil continuar sendo um dos mais importantes produtores de mamona do mundo. Com os estudos realizados, foi possível identificar genótipos promissores para a produção de sementes de mamona com menor teor de ricina e albumina 2S, o que é fundamental para a agricultura familiar, já que a cadeia produtiva da mamona, hoje, não contempla a utilização da torta ou farelo da mamona para alimentação animal em função da sua toxicidade e alergênia. Este importante coproduto é destinado tão somente à adubação, principalmente para jardinagem. O presente trabalho objetiva servir de base para o desenvolvimento de variedades que mantenham a qualidade de óleo ao mesmo tempo em que permite que seu coproduto possa ser utilizado para o arração animal com segurança e baixo custo, incorporando nova fonte de renda no sistema de produção da agricultura familiar.

Palavras-Chave: albumina, alimentação animal, coproduto, eletroforese, ricina

Morphophysiological and biochemical evaluation of genotypes of castor bean (*Ricinus communis* L.).

ABSTRACT

The quality of the seeds of castor bean (*Ricinus communis* L.) is a key item in the production system of the culture as quality seeds ensure the stand of plants per hectare under normal weather conditions in the planting area. Due to this need of knowledge as to which seeds to use a series of tests were carried out with the seeds to determine their level of reliability. Among them were seed germination tests and seed morphometry, determination of dry mass, oil extraction, as well as the determination of the presence of ricin and 2S albumin through electrophoresis in polyacrylamide gel. Through these tests and analyses it was possible to demonstrate the existence of differences between the 18 tested castor bean genotypes in the Working Collection of the Active Germplasm Bank - AGB, which aims at creating new genetic materials to assist in the enhancement of yield and productivity of the castor crop, which is essential for Brazil to continue being one of the most important producers of castor bean in the world. By means of these studies, it was possible to identify promising genotypes for the production of castor seeds with lower contents of ricin and albumin 2S, which is crucial for family agriculture, as the productive chain of castor bean at present does not include the use of castor bean cake or meal for animal feeding due to its toxicity. This important co-product is only used as a fertilizer, mainly for gardening. The present work intends to serve as a basis for the development of varieties that maintain the oil quality, whilst allowing that their co-product may be used as safe low-cost animal feed, thus including a new income source into the family agriculture production system.

Keywords: albumin, animal feed, co-product, electrophoresis, ricin

INTRODUÇÃO

A espécie *Ricinus communis* L., popularmente conhecida como mamona, pertencente à família Euphorbiaceae é cultivada em mais de 15 países, sendo os maiores produtores a Índia, China e Brasil. Comumente encontrada em solo brasileiro, especialmente nas condições da região nordeste, é uma oleaginosa de elevada importância econômica e social para a região (Amorim-Neto et al., 2001). A Bahia é responsável por 75% da produção nacional (SANTOS et al., 2007; CONAB, 2010).

O produto principal desta planta é o óleo contido em suas sementes, onde os teores significativos de óleo variam entre 35% e 55% (Vieira et al., 1998), com ampla utilização na indústria ricinoquímica, a exemplo de seu uso para produção de plásticos e fibras sintéticas, fabricação de lubrificantes para motores de alta rotação, fluido hidráulico para aeronaves, fabricação de corantes, anilinas, desinfetantes, germicidas, colas, aderentes, tintas, vernizes, cosméticos e sabões. Destaca-se ainda pela sua aplicação na medicina para elaboração de próteses, principalmente em cirurgias ortopédicas, de mama e próstata, além da possibilidade da sua utilização na produção do biodiesel (BDMG, 2000; Santos et al., 2007), onde no ano de 2005 a mamona foi eleita pelo Programa Nacional para Produção e uso do Biodiesel e pela Petrobras como a principal espécie oleaginosa para a produção de matéria-prima para biodiesel pela agricultura familiar (BOODEY, et al., 2005).

Para a manutenção da cultura para as utilizações acima mencionadas é relevante que exista tecnologia de produção da mamoneira. Um dos segmentos dessa tecnologia é a produção de sementes de mamona responsável por multiplicar sementes e disponibilizá-las em quantidade no mercado, visto que a propagação via semente é a forma mais barata e eficiente de se produzir mamona. Essas sementes além de quantidade precisam ter qualidade, e dentre os atributos que compõem essa qualidade está o sanitário, que garantirá a isenção de patógenos na semente que podem interferir na germinação da semente e/ou no vigor da planta (KOBORI, 2011).

O trabalho de caracterização dos genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S. A. – EBDA. busca obter o conhecimento necessário sobre os genótipos

para direcionar pesquisas com o intuito de gerar variedades que atendam às necessidades dos agricultores familiares. Onde a produção de óleo é uma parte da sua produção e que a torta e/ou farelo sejam uma nova fonte de renda para os agricultores familiares.

A pesquisa com genótipos de mamona apresentam alguns direcionamentos, dentre eles destacam-se a busca por modificações genéticas em materiais biológicos que já estão no mercado, e a pesquisa de materiais dos Bancos Ativos de Germoplasmas – BAGs.

Segundo Loureiro (1962), durante o processamento industrial das sementes de mamona, para cada tonelada de óleo extraído é gerada 1,28 tonelada de torta que apresenta em sua composição 42% de proteína bruta tornando-a com grande potencial, no uso como ração animal. Entretanto, só é utilizada como adubo devido à presença no endosperma das sementes, da ricina, que é uma proteína que apresenta uma grande toxicidade, com dose letal de 22 microgramas/kg de peso vivo.

A ricina é uma proteína que inativa de maneira específica e irreversivelmente os ribossomos do tipo II (RIP-2) de eucariotos paralisando a síntese proteica e levando a morte celular. Apresenta cerca de 60kDa e duas cadeias ligadas por uma ponte dissulfeto, sendo uma cadeia α (componente catalítico) e uma cadeia β (contendo açúcar lectina específico). As RIPs possuem essa denominação, pois promovem enzimaticamente a depuração de uma adenina específica (A^{4324}), situada no RNAr 28S, ou seja, há uma lise da ligação glicosídica entre a base e a ribose, o que inviabiliza a síntese proteica levando a morte celular (MORAIS, 2010; LIMA, 2007).

Outro composto presente na torta ou farelo é o complexo alergênico albumina 2S, que é uma mistura de proteínas de baixo peso molecular e polissacarídeos. A albumina 2S representa cerca de 12,5% da massa da torta, como determinado pelo teste de precipitação de antígenos diluídos (Gardner et al., 1960). Apresenta baixo peso molecular, 10 - 18 KDa, resistente a desnaturação térmica e química, solúvel em água e insolúvel em álcool à 75%, não tóxica, porém altamente alergênica (SEVERINO, 2005).

As albuminas fazem parte da família das prolaminas, da qual fazem parte também às prolaminas de cereais, além de outras proteínas alérgicas como inibidores de α -amilase do tipo cereal e inibidores de tripsina de cereais. Essas proteínas

apresentam um esqueleto de cisteínas conservado e uma estrutura tridimensional rica em α -hélice. São classificadas como proteínas de reserva em sementes de mamona e representam cerca de 12% da massa total da semente (BREITENEDER e RADAUER, 2000).

A torta e/ou farelo de mamona também contém um alcaloide denominado ricinina, na concentração de 87 a 150 mg por 100 g de sementes, sendo de baixa toxicidade. Atualmente a torta está sendo utilizada unicamente como adubo devido a sua toxicidade, apesar do elevado potencial para utilização na alimentação animal. Por esses motivos vem-se buscando alternativas para detoxificação da torta e desenvolvimento de metodologias sensíveis que visem avaliar o teor dessa toxina no farelo (SEHGAL, 2010).

Hoje, a pesquisa busca a produção de genótipos com pouca ou nenhuma presença destes compostos tóxicos e alergênicos e que mantenham a qualidade necessária no seu produto principal, o óleo. Atualmente vários estudos vêm sendo realizados visando promover a detoxificação das sementes de mamona, entretanto deve-se ter cuidado com o método usado no processo industrial de detoxificação e dealerginização para não afetar a qualidade final do farelo ou da torta.

Assim como acontece com a albumina 2S, a ricina, apesar da indicação de métodos de detoxificação já estabelecidos, não tem um método viável do ponto de vista econômico. A identificação de genótipos com menor quantidade de ricina, na sua composição, é uma alternativa de linha de pesquisa que temos.

Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização morfofisiológica, extração e quantificação de frações proteicas contendo ricina e albumina 2S de 18 genótipos de mamona que fazem parte da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA a fim de verificar o potencial da utilização desses materiais como produtores de óleo e de fonte alternativa de alimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização morfológica e bioquímica de mamona foi realizada no Laboratório de Bioquímica, Biotecnologia e Bioprodutos - LBBB, do Instituto de Ciências da Saúde da UFBA, no Laboratório de Solos e Planta da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA e no Laboratório de Nutrição da Central de Laboratórios da EBDA em Salvador.

Material Biológico

Os 18 genótipos de mamona utilizados neste estudo foram provenientes da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), localizada no município de Iraquara – BA, a 469 km de Salvador. O município fica na Chapada Diamantina, situado a 688 metros de altitude, latitude 12° 14' 53" Sul e longitude 41° 37' 16" Oeste.

Todos os genótipos foram cultivados no mesmo período, para que as características expressas tenham uniformidade da influência ambiental. Estes foram identificados com a letra A e um número que variou de 1 a 18, como a seguir: EBDA MPB 01 (A 1); EBDA MPA 11(A 2); BRS Nordestina (A 3); BRS Paraguaçu (A 4); Guarany (A 5); EBDA MPA 12 (A 6); EBDA MPA 17 (A 7); EBDA MPA 18 (A 8); EBDA MPA 26 (A 9); EBDA MPA 31 (A 10); EBDA MPA 34 (A 11); EBDA MPA 35 (A 12); EBDA MPA 37 (A 13); EBDA MPA 38 (A 14); EBDA MPA 40 (A 15); EBDA MPA 41 (A 16); EBDA MPA 42 (A 17) e EBDA MPA 45 (A 18).

Caracterização inicial e morfofisiologia das sementes

A caracterização dos diversos genótipos é importante para que se possa, a partir dos estudos realizados, determinar o comportamento dos genótipos frente às diferentes condições ambientais a que são submetidos os materiais estudados.

A caracterização inicial de cada um dos 18 genótipos de mamona foi realizada conforme determina as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, onde são explicitados os materiais, métodos e equipamentos utilizados.

Os ensaios foram realizados em triplicata (excetuando o teste de germinação), utilizado-se o Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC com análise de variância ANOVA a 5% de probabilidade, e para os genótipos que apresentaram diferenças, houve a comparação de médias das sementes dos 18 genótipos, com o teste de Duncan utilizando o software estatístico ASSISTAT versão 7.7 (SILVA (1996)).

Morfometria das sementes

Foram usadas 200 sementes de cada um dos lotes dos 18 genótipos de mamona, correspondendo a quatro repetições de 50 sementes. Destas foram determinados o comprimento, a largura e a espessura (mm), com a utilização de paquímetro digital (Marathon) com precisão de 0,01 mm. Os resultados foram expressos em milímetros, conforme determinam as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

Massa de 100 sementes

A massa média das sementes dos 18 genótipos de mamona foi determinada pela massa média de 100 sementes. As sementes tiveram suas massas determinadas em balança analítica (Shimadzu AUXX 220 unibloc) e o resultado foi expresso em gramas. Para tanto, foram realizadas 8 replicatas de 100 sementes de cada genótipo e estimada a massa segundo a recomendação da RAS (Brasil, 2009), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Variância} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

Onde: x = massa de cada repetição

n = número de repetições

\sum = somatório

$$\text{Desvio Padrão (S)} = \sqrt{\text{variância}}$$

$$\text{Coeficiente de Variação (CV)} = \frac{S}{X} \times 100$$

Onde: X = massa média de 100 sementes.

Teor de umidade

A determinação da umidade foi realizada visando definir qual a quantidade de matéria seca existente em cada amostra de sementes dos 18 genótipos de mamona utilizados, uma vez que a matéria seca é utilizada para as demais análises. Utilizou-se o método de secagem em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009) De cada genótipo de mamona, 10g de sementes foram pesadas em balança (Shimandzu AUXX 220 unibloc), realizando-se um corte prévio das sementes em quatro partes, antes de coloca-las em latas de alumínio, previamente pesadas, e na estufa (Nova Ética) a 105°C ± 3°C. O percentual de umidade foi calculado com base no peso úmido, aplicando a seguinte fórmula (RAS, 1992):

$$\% \text{ de umidade (U)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde:

P= peso inicial, o peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p= peso final, o peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, o peso do recipiente com sua tampa.

Teste de Germinação

Antes do teste de germinação foi realizada a desinfecção química das sementes com hipoclorito de sódio a 5%, por 10 minutos sob agitação constante. Em seguida, as sementes foram lavadas com água corrente em abundância e com água destilada e tiveram seus tegumentos secados em temperatura ambiente (RIBEIRO 2009).

Foram retiradas as carúnculas das sementes e colocadas para germinar em rolo de papel de germinação (substrato) do tipo “germitest” (28 cm x 38 cm), embebidos em água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Cada rolo de papel foi acondicionado em saco plástico para evitar o ressecamento do substrato e posteriormente foram colocados em germinador B.O.D. (Eletrolab. Mod EL202) a temperatura de 25°C na ausência de luz.

A contagem do material germinado (protusão da radícula) foi realizada em duas oportunidades, com intervalo de sete dias, num total de 14 dias, como descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), onde foram anotados e posteriormente calculados os percentuais de sementes germinadas, duras, com fungos

e sementes defeituosas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado - DIC, com 4 replicatas de 20 sementes, totalizando 80 sementes de cada genótipo de mamona. Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA com 5% de probabilidade, e as médias foram comparadas com o teste de Duncan, utilizando o software estatístico ASSISTAT versão 7.7 SILVA, (1996).

Caracterização Bioquímica

O estudo bioquímico dos genótipos possibilita a caracterização e identificação das diferenças entre genótipos em estudo em relação à concentração de proteínas. Para tanto, foi realizado a extração, quantificação e realização do perfil eletroforético de frações proteicas contendo ricina e albumina 2S de sementes de mamona dos 18 genótipos analisados.

Extração e Quantificação de Proteínas Totais

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado – DIC com análise de variância ANOVA a 5% de probabilidade, e para os genótipos que apresentaram diferenças, houve a comparação de médias com o teste de Duncan das sementes dos 18 genótipos, utilizando o software estatístico ASSISTAT versão 7.7.

Extração da Fração Proteica contendo Ricina

Para a extração das frações proteicas contendo ricina foi utilizado o método descrito por Godoy et al, (2009), que consiste em pesar cerca de 1,0 g a 1,5 g de sementes de mamonas inteiras (com testa) congelá-las com nitrogênio líquido e triturar até a obtenção de um pó fino. Este pó foi transferido para tubos de fundo cônico ao qual adicionou-se 20 vezes o volumes de água destilada em relação à massa das sementes.

As amostras foram então incubadas em banho-maria sem agitação durante 6 horas a 60°C, e em seguida por 18 horas a 37 °C. Após a incubação, as amostras foram centrifugadas a 2000 giros durante 30 minutos e os sobrenadantes contendo as proteínas foram aliquoteados em volumes de 1 mL, em microtubos de 1,5 mL e

armazenados a -20 °C. As extrações foram realizadas em triplicata com 3 repetições cada..

Extração da Fração Proteica contendo Albumina 2S

Os extratos proteicos contendo albumina 2S foram obtidos pela metodologia descrita por Ahn & Chen (2007), através da trituração de 1g da semente de mamona, de cada um dos 18 genótipos, com auxílio de nitrogênio líquido até obtenção de um pó fino. Em seguida as amostras foram homogeneizadas em 10 mL de solução tampão de extração de albumina 2S, pH 7,4, incubado a 70°C por 5 min e, em seguida colocadas em banho de gelo durante 10 min. Depois centrifugado a 2000 giros por 30 min a 4°C. O sobrenadante foi aliqotado e armazenado a -20°C. As extrações foram realizadas em duplicata com 3 repetições cada.

Quantificação de Proteínas

As proteínas presentes em cada extrato dos 18 genótipos de mamona foram quantificadas utilizando-se os procedimentos do Kit “Micro-protein” (Bio-Rad, cod. nº 500-0002), modificado a partir dos métodos descritos por Bradford (1976). As leituras das absorbâncias foram realizadas em espectrofotômetro Analyzer 850M, no comprimento de onda de 595 nm, e a curva analítica foi obtida a partir de diluição da solução estoque padrão de albumina sérica bovina – BSA (1440 µg.mL⁻¹, Molecular probes cod. nº T-7451). Para a determinação da concentração das proteínas totais, expressa em µg/µL, utilizou-se a curva analítica obtida com padrão de BSA. Os experimentos foram realizados em triplicata.

Figura 3 - Cuba de Eletroforese utilizada para produção dos géis de poliacrilamida.

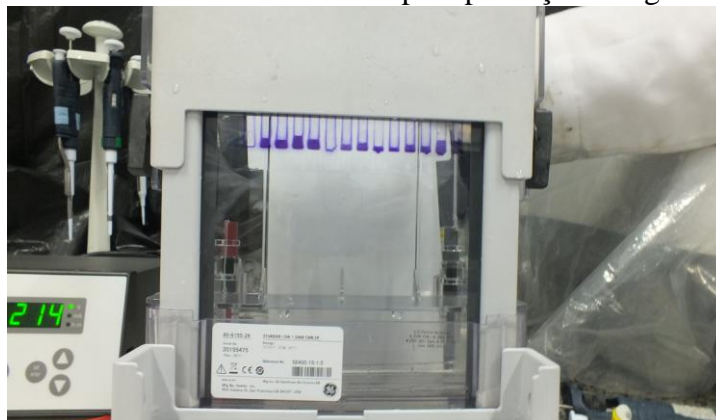


Foto: Hugo Pereira

Perfil Eletroforético da Fração Proteica contendo Ricina

Para avaliação do padrão de bandas referentes às proteínas totais extraídas e contendo ricina o perfil eletroforético foi obtido em condições desnaturantes de acordo com o protocolo descrito por Laemili (1970). Foi utilizado o sistema descontínuo composto por dois géis, sendo o superior o gel empilhador (2,92% acrilamida) e o gel inferior que é o gel de corrida (12,5% de acrilamida). Os géis foram montados em um sistema vertical fabricado por GE Healthcare. A partir da concentração das proteínas totais em cada amostra, calcularam-se as alíquotas necessárias para aplicação de 30µg/µL de cada extrato proteico, dos 18 genótipos, em nos respectivos poços do gel. A corrida foi realizada por 1h, a 300 V e 30 mA. Ao término da corrida, o gel foi mergulhado em solução corante contendo coomassie blue R-250, durante a noite toda. Para a visualização das bandas, o excesso de corante foi retirado com solução descorante feita com 400 mL de metanol 40%, 70 mL de ácido acético glacial (99%) e água destilada. Após o descoramento o gel foi fotografado.

Perfil eletroforético da Fração Proteica contendo Albumina 2S

O perfil eletroforético das frações proteicas contendo albumina 2S foi obtido em condições desnaturantes de acordo com o protocolo descrito por Laemili (1970). Foi utilizado o sistema descontínuo composto por dois géis, sendo o superior o gel empilhador (2,92% acrilamida) e o gel inferior que é o gel de corrida (18% de acrilamida). Os géis foram montados em um sistema vertical fabricado por GE Healthcare e realizada a aplicação de 20µg/µL de cada extrato proteico, dos 18 genótipos, nos respectivos poços do gel. A corrida foi realizada por 1h, a 300 V e 30 mA. Ao término da corrida, o gel foi mergulhado em solução corante contendo coomassie blue R-250, durante a noite toda. Para a visualização das bandas, o excesso de corante foi retirado com solução descorante feita com 400 mL de metanol 40%, 70 mL de ácido acético glacial (99%) e água destilada. Após o descoramento o gel foi fotografado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos estudos realizados, foram verificadas diferenças significativas entre os 18 genótipos de mamona analisados. As análises foram desde os aspectos físicos até a bioquímica das sementes apresentadas na Figura 5.

Figura 4 – Sementes de mamona dos 18 genótipos da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013.



Foto: Hugo Pereira

Caracterização inicial e morfofisiológica das sementes

Morfometria

Os dados das análises morfométricas dos 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA foram analisados, quanto à largura, comprimento, espessura e massa, sendo encontradas diferenças significativas entre os 18 genótipos conforme fica demonstrado na Tabela 9.

Há diferença significativa para 5% de probabilidade entre os 18 genótipos quanto a largura das sementes, entretanto, os genótipos podem ser separados em diversos grupos de acordo com os resultados do teste de Duncan. Dentre os grupos destacam-se os genótipos A 14, que apresenta a maior largura, entre todos os

genótipos estudados, já os genótipos A 1 e A 5 apresentam as menores medidas com 8,66 e 8,77 mm.

Tabela 9 - Média dos valores de largura, comprimento, espessura (mm) e massa (g) de 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013.

Genótipos		Morfometria (mm)			Massa **
		Largura **	Comprimento **	Espessura ^{ns}	
A 1	EBDA MPB 01	8,66 e	12,96 i	6,21	34,70 o
A 2	EBDA MPA 11	11,98 cd	15,15 g	6,99	60,69 jl
A 3	BRS NORDESTINA	12,10 cd	15,80 f	6,96	61,42 jl
A 4	BRS PARAGUAÇU	12,92 bc	17,35 b	7,15	73,81 d
A 5	IAC GUARANY	8,77 e	14,25 h	6,09	39,59 n
A 6	EBDA MPA 12	12,23 cd	20,63 a	6,94	79,19 c
A 7	EBDA MPA 17	11,36 d	14,28 h	6,73	51,68m
A 8	EBDA MPA 18	12,59 bc	15,88 ef	7,12	64,40hi
A 9	EBDA MPA 26	12,64 bc	16,81 c	7,45	67,22fg
A 10	EBDA MPA 31	12,66 bc	16,67 c	7,36	69,00ef
A 11	EBDA MPA 34	12,27 bc	16,63 c	7,09	65,73gh
A 12	EBDA MPA 35	12,64 bc	16,48 cd	7,33	73,44 d
A 13	EBDA MPA 37	12,13 cd	15,05 g	7,12	62,54 ij
A 14	EBDA MPA 38	14,68 a	17,60 b	10,41	92,40 a
A 15	EBDA MPA 40	12,02 cd	15,56 f	7,22	65,47gh
A 16	EBDA MPA 41	12,81 bc	14,90 g	9,04	58,65 l
A 17	EBDA MPA 42	12,72 bc	16,20 de	7,27	70,20ef
A 18	EBDA MPA 45	13,27 b	16,85 c	7,87	83,54 b
Média Geral =		12,14	16,06	7,35	65,20
Ponto Médio =		13,16	16,86	11,83	64,35
CV =		4,85	1,66	19,85	2,30

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Dentre os genótipos estudados, destaca-se o acesso EBDA MPA 38 (A 14), o mesmo apresenta o maior valor de largura da semente encontrado (14,68 mm), porém os genótipos BRS Paraguaçu (A 4), EBDA MPA 18 (A 8), EBDA MPA 26 (A 9), EBDA MPA 31 (A 10), EBDA MPA 35 (A 12), EBDA MPA 41 (A 16), EBDA MPA 42 (A 17) e a EBDA MPA 45 (A 18), estatisticamente não apresentam diferença significativa em relação a largura de suas sementes Já os acessos EBDA MPB 01(A 1) e Guarany (A 5), que apresentam os menores valores de largura das sementes, dentre

os 18 genótipos estudados não diferem significativamente entre si, entretanto diferem dos demais genótipos como verifica-se na Tabela 9.

Com relação ao comprimento, os 18 genótipos apresentam diferenças significativas conforme se verifica na Tabela 1. Destacam-se os genótipos EBDA MPA 12 (A 6) com 20,36 mm de comprimento, EBDA MPA 38 (A 14) com 17,60 cm, BRS Paraguaçu (A 4) com 17,35 mm e EBDA MPB01 (A 1) com 12,96 mm de comprimento, que também diferem significativamente, excetuando A 4 e A 14 que não diferem significativamente. Já os genótipos EBDA MPA 26 (A 9), EBDA MPA 31 (A 10), EBDA MPA 34 (A 11) e EBDA MPA 35 (A 12) são idênticos do ponto de vista estatístico e poderiam ser considerados como pertencentes ao mesmo grupo, em relação a esta variável, dentre os 18 genótipos estudados.

Figura 5 - Imagem de genótipo de mamona e paquímetro digital.



Fotos: Hugo Pereira

Brum, et al. (2011), afirmaram que a separação de sementes de mamona por largura, comprimento ou massa pode permitir a obtenção de plântulas mais vigorosas. Enquanto Dantas et al. (2008), descreveram que não houve correlação entre massa, tamanho e velocidade de germinação das sementes de mamonas analisadas. Já Drumond et al. (2010), avaliando diferentes genótipos de mamona na Chapada do Araripe, concluíram que apesar de destacarem-se negativamente quanto a massa de 100 sementes, os genótipos CNPAM 2001-9 (56,80 g), CNPAM 2001-77 (43,80 g) não está relacionado com a diminuição da produção. O CNPAM 2001-77 destaca-se

pela produção final juntamente com outros 6 genótipos, ou seja, apesar de ter uma massa menor estatisticamente isso não levou o genótipo a ter uma produção menor.

Neste estudo verificou-se que os genótipos testados apresentam diferenças significativas em massa, comprimento e largura e que os dados da coleção de trabalho estão de acordo com os resultados obtidos por Drumond et al. (2010). Estes autores concluíram que comprimento, largura massa e espessura das sementes de mamona não determinam a produção ou produtividade dos genótipos. Essas informações são importantes se analisadas conjuntamente com número de racemos, densidade de bagas nos racemos, número de dias para floração e precocidade na emissão dos racemos e maturação.

Já quanto à espessura das sementes de mamona, é possível afirmar que não existem diferenças significativas conforme fica demonstrado na Tabela 8, apesar de variar entre 6,09 (A 5) a 10,41mm (A 14), com CV de 19,85%.

Massa de 100 sementes

Através da análise dos dados da massa de 100 sementes dos 18 genótipos, verifica-se a existência de diferenças significativas entre os genótipos, com variação grande entre eles. É possível separar os 18 genótipos em 13 grupos diferentes quanto ao valor da média da massa de 100 sementes. Destaca-se em relação à média da massa o genótipo EBDA MPA 38 (A 14) com a média de 92,40g por 100 sementes. Já os genótipos EBDA MPB 01 (A 1) e IAC Guarany (A 5), apresentaram os menores valores, 34,70 e 39,59 g respectivamente entre os 18 genótipos, enquanto os genótipo A 7 e A 16 também diferem significativamente dos demais com 51,68 e 58,65 g respectivamente.

O genótipo A 14 difere significativamente ($p < 0,05$) dos demais genótipos por apresentar a maior massa, 92,40 g. Já os genótipos A 18 (83,54 g), A 6 (79,19) também diferem significativamente entre si e dos demais genótipos de mamona analisados. Os genótipos A 4 (73,81 g) e A 12 (73,44 g) não diferem estatisticamente entre eles ($p < 0,05$) e formam um outro conjunto quanto a massa de 100 sementes. Os genótipos A 17, A 10, A 9, A 11, A 15, A 8, A 13, A 3, A 2 e A 16, que apresentam massa média de 100 sementes variando entre 70,20 e 58,65 g podem ser agrupados em um conjunto único de genótipos, pois não diferem significativamente.

Silva et al. (2010), analisando os resultados do trabalho de avaliação de 9 genótipos de mamona na região de Jussara e Lapão, encontraram os seguintes resultados de massa média de 100 sementes para os genótipos produzidas nas duas localidades, respectivamente: EBDA-34 (58,17 e 65,40g); EBDA-26 (69,50 e 62,50g); EBDA-17 (44,50 e 46,80 g); EBDA-31 (63,30 e 57,10 g); EBDA-40 (55,80 e 50,60 g); EBDA-35 (57,10 e 61,40 g); EBDA-42 (56,60 e 54,90 g); EBDA-41 (56,46 e 60,20 g) e do cultivar EBDA-MPA-11 (57,40 e 54,70 g). Os autores concluíram que os genótipos EBDA 34 e EBDA 17, apesar de serem inferiores, frente aos demais genótipos em relação à massa média de 100 sementes, os 2 genótipos são os mais produtivos quando se compara a produtividades dos 9 genótipos. Ao comparar estes dados com os resultados obtidos no presente estudo é possível afirmar que um mesmo genótipo de mamona pode apresentar variação na massa média de 100 sementes em função do local e condições de cultivo, e que a massa média de 100 sementes menor não indica se o genótipo será menos produtivo que um genótipo com massa média de 100 sementes maior.

Freitas et al. (2010), ao analisar o comportamento de 3 genótipos de mamona, BRS Paraguaçu, IAC Guarani e Mirante 10 no estado do Ceará, constataram que os genótipos tiveram comportamento diverso com o fornecimento de lâminas de irrigação. A cultivar BRS Paraguaçu não teve diferença estatística para massa de 100 sementes, assim como a cultivar IAC Guarani. O cultivar Mirante 10 não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, porém apresentou um aumento da massa de 100 sementes no tratamento T3, onde é fornecido 0,75 da evaporação da água medida em tanque classe A (ECA), diferentemente da cultivar BRS Paraguaçu que teve aumento da massa média de 100 sementes no tratamento T5, onde é fornecido 1,25 da evaporação da água medida em tanque classe A (ECA), e a cultivar IAC Guarani no tratamento T4, onde é fornecido 1,00 da evaporação da água medida em tanque classe A (ECA). Os referidos autores concluíram que com o fornecimento de diferentes lâminas de água podem ser verificados pequenos aumentos na massa média das sementes de mamona, porém não é essa variável que explica o aumento de produtividades dos genótipos.

Teor de Umidade

Os resultados de umidade (%) dos 18 genótipos estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10 - Teor de umidade % 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013.

Genótipos		Umidade ** %
A 1	EBDA MPB 01	6,39 ab
A 2	EBDA MPA 11	5,89 cd
A 3	NORDESTINA	5,94 cd
A 4	PARAGUAÇU	5,93 cd
A 5	GUARANY	5,80 de
A 6	EBDA MPA 12	6,71 a
A 7	EBDA MPA 17	6,12 bc
A 8	EBDA MPA 18	6,33 ab
A 9	EBDA MPA 26	6,19 ab
A 10	EBDA MPA 31	6,39 ab
A 11	EBDA MPA 34	6,06 bc
A 12	EBDA MPA 35	6,29 ab
A 13	EBDA MPA 37	6,01 cd
A 14	EBDA MPA 38	5,58 e
A 15	EBDA MPA 40	6,42 ab
A 16	EBDA MPA 41	6,42 ab
A 17	EBDA MPA 42	6,55 ab
A 18	EBDA MPA 45	6,20 ab
Média Geral =		6,18
Ponto Médio =		6,12
CV =		3,58

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade.

Almeida, et al. (2002), afirmaram que o percentual de umidade nas sementes de mamona deve estar entre 4 e 6% da massa total das sementes. O teor de umidade variou entre 5,58 a 6,71 %, entretanto, verificam-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os 18 genótipos estudados. Este percentual de umidade presente nas sementes reflete a boa qualidade das mesmas e viabilidade destas para germinação e o armazenamento correto.

Germinação

A média do teste de germinação dos 18 genótipos de mamona apresenta

diferença significativa como pode ser visto na Tabela 11.

Tabela 11 - Médias dos testes de germinação utilizando ANOVA com probabilidade de 5% e teste de Duncan para os 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA.

	Genótipos	Germinação** %
A 1	EBDA MPB 01	82,50 ab
A 2	EBDA MPA 11	90,00 ab
A 3	NORDESTINA	80,00 ab
A 4	PARAGUAÇU	82,50 ab
A 5	GUARANY	88,75 ab
A 6	EBDA MPA 12	91,25 ab
A 7	EBDA MPA 17	72,50 bc
A 8	EBDA MPA 18	70,00 cd
A 9	EBDA MPA 26	51,25 f
A 10	EBDA MPA 31	85,00 ab
A 11	EBDA MPA 34	55,00 de
A 12	EBDA MPA 35	90,00 ab
A 13	EBDA MPA 37	57,50 de
A 14	EBDA MPA 38	53,75 ef
A 15	EBDA MPA 40	70,00 cd
A 16	EBDA MPA 41	93,75 a
A 17	EBDA MPA 42	77,50 ab
A 18	EBDA MPA 45	48,75 f
	Média Geral =	74,44
	Ponto Médio =	67,50
	CV =	15,12

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Foi aplicada análise de variância ANOVA a 5% de probabilidade, porém, o resultado obtido foi significativo até a 1% de probabilidade e aplicado o teste de Duncan entre as médias.

No estudo realizado os 18 genótipos apresentaram comportamento diverso quanto ao percentual de germinação como pode ser verificado na Tabela 11, sendo que nove genótipos apresentaram percentagem de germinação acima de 80%.

Nobre, et al. (2013), analisando a germinação do genótipo IAC 226, afirma que a percentagem de germinação deve ficar acima de 80% para se adequar ao padrão de comercialização de sementes, o que justifica a aplicação de tratamento pré-germinativo em sementes. Dentre os genótipos estudados haveria a necessidade de

tratamento pré-germinativo para cerca de 50% dos genótipos, e dentre as variedades comerciais que fazem parte do estudo, apenas o genótipo A 11, que corresponde à EBDA MPA 34 precisaria de tratamento pré-germinativo.

Figura 6 - Preparação de sementes para teste de germinação.



Foto: Hugo Pereira

Já Guimarães et. al (2010) afirma que a velocidade de germinação pode ser influenciada pela profundidade de plantio, onde, existe uma maior concentração de CO₂. Porém, isso não se aplica ao percentual de germinação, ou seja, a profundidade de plantio interferiu na velocidade e não no percentual de germinação.

Caracterização Bioquímica

Extração e Quantificação de Proteínas Totais

Os métodos utilizados para extração de proteínas são descritos como específicos para extração de ricina e albumina 2S, entretanto, nos dois casos realizou-se extração de frações proteicas contendo ricina e contendo albumina 2S, além de uma série de outras proteínas.

Com a determinação da concentração de proteínas totais obtidas pelos dois métodos de extração foi possível diferenciar os 18 genótipos de mamona quanto as frações proteicas tóxicas e alergênicas Tabela 12.

Tabela 12 – Concentração de Proteínas Totais das frações proteicas contendo Ricina e Albumina 2S de 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA.

Genótipos		Proteínas Totais ** µg/µL
A 1	EBDA MPB 01	17,62 de
A 2	EBDA MPA 11	19,90 ab
A 3	BRS NORDESTINA	23,46 ab
A 4	BRS PARAGUAÇU	19,27 c
A 5	IAC GUARANY	16,34 e
A 6	EBDA MPA 12	25,55 a
A 7	EBDA MPA 17	20,03 ab
A 8	EBDA MPA 18	18,18 cd
A 9	EBDA MPA 26	24,95 ab
A 10	EBDA MPA 31	20,23 ab
A 11	EBDA MPA 34	20,40 ab
A 12	EBDA MPA 35	23,77 ab
A 13	EBDA MPA 37	18,13cd
A 14	EBDA MPA 38	19,42bc
A 15	EBDA MPA 40	16,15 e
A 16	EBDA MPA 41	19,12cd
A 17	EBDA MPA 42	22,88 ab
A 18	EBDA MPA 45	21,44 ab
Média Geral =		20,38
Ponto Médio =		28,78
CV % =		25,28

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade.

Com a análise de variância, fica demonstrado a existência de diferenças significativas entre os genótipos a 5% de probabilidade, e com o teste de Duncan configura-se a formação de vários grupos com quantidades de proteínas totais diferentes, variando de 16,15 a 25,55%. Dentre as variedades comerciais a que apresenta o maior percentual de proteína é a A 3 que corresponde à variedade BRS Nordestina, enquanto o genótipo A 6, que corresponde ao genótipo EBDA MPA – 12.

Anthonisen et al. (2007), em estudo de 15 cultivares de mamona avaliados em Pelotas/RS, encontrou dados de 14,5 a 19,7%, sendo que, das variedades comerciais presente em ambos estudos os resultados encontrados foram diversos, BRS Nordestina 17,7%, BRS Paraguaçu 14,9% e IAC Guarany 15,7% no RS e BRS Nordestina

23,46%, BRS Paraguaçu 19,27% e IAC Guarany 16,34% na BA. O que pode explicar as diferenças observadas seria o efeito ambiental como explica Chaves (2001), onde ele relata que a interação de genótipos com o ambiente é um fenômeno biológico natural e que deve ser entendido e aproveitado no processo de seleção de plantas.

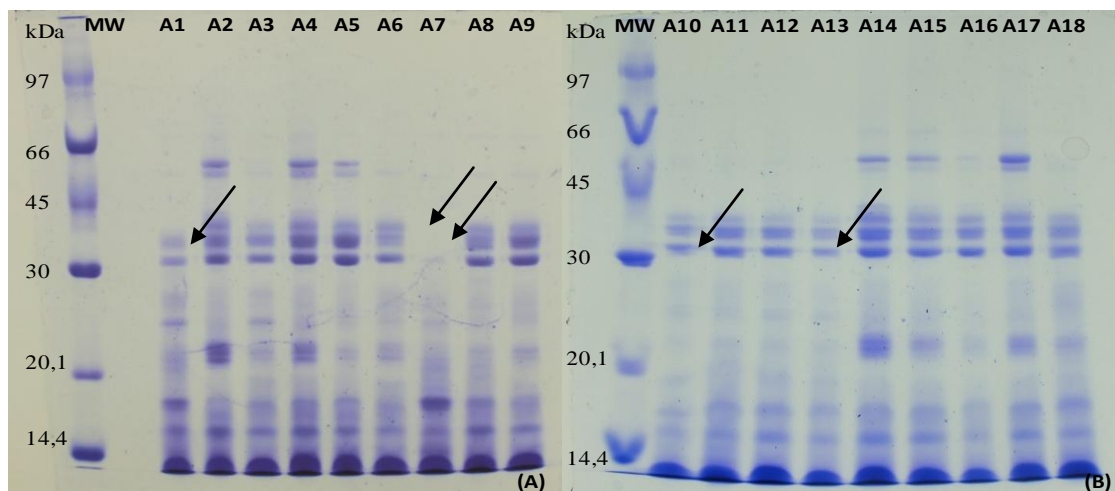
Perfil Eletroforético da Fração Proteica contendo Ricina

O perfil eletroforético da fração proteica contendo ricina dos 18 genótipos de mamona objeto deste estudo, difere quanto a presença e ausência de bandas correspondente a proteínas com peso molecular entre 50 e 66 kDa. A ricina apresenta peso molecular entre 28 e 32 kDa, banda que está claramente presente em 17 genótipos e quase ausência em 1 genótipo avaliado Figura 7.

Na parte superior da figura podemos identificar os códigos dos genótipos de mamona, e nas colunas pode-se observar como ficaram distribuídas as proteínas nas diferentes bandas de peso. A ricina apresenta peso molecular entre 28 e 32 kDa.

Como podem ser observados, os genótipos indicados abaixo correspondem aos genótipos promissores, que devem ter os estudos aprofundados, visando confirmar as menores concentrações de ricina Tabela 13.

Figura 7 - Eletroforese em gel de poliácridamida para identificação de ricina, nos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA. Genótipos EBDA MPB01 (A1); EBDA MPA11(A2); Nordestina (A3); Paraguaçu (A4); Guarany (A5); EBDA MPA 12 (A6); EBDA MPA 17 (A7); EBDA MPA 18 (A8) e EBDA MPA 26 (A9), e (B) Genótipos EBDA MPA 31 (A10); EBDA MPA 34 (A11); EBDA MPA 35 (A12); EBDA MPA 37 (A13); EBDA MPA 38 (A14); EBDA MPA 40 (A15); EBDA MPA 41 (A16); EBDA MPA 42 (A17) e EBDA MPA 45 (A18).



MW= Marcador de peso molecular; kDa = Peso Molecular de proteínas;

O genótipo A 7 destaca-se dentre eles pela pouca presença da banda no gel correspondente ao peso molecular de ricina. Visualmente podem-se identificar diferenças de concentração nas diversas colunas. Foram identificados os genótipos A 1, A 7, A 10 e A 13, como os genótipos com menor concentração de proteínas entre as bandas que identificam a ricina Figura 7.

Tabela 13 - Média das análises das Frações Protéicas Contendo Ricina e Albumina 2S dos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA

GENÓTIPO		FPC ** Ricina	FPC ** Albumina 2S
A 1	EBDA-MPB 01	17,62 de	3,43 ab
A 2	EBDA-MPA 11	19,90 ab	3,27 bc
A 3	BRS NORDESTINA	23,46 ab	3,87 ab
A 4	BRS PARAGUAÇU	19,27bc	3,85 ab
A 5	IAC GUARANY	16,34 e	3,91 ab
A 6	EBDA-MPA 12	25,55 a	4,55 a
A 7	EBDA-MPA 17	20,03 ab	3,73 ab
A 8	EBDA-MPA 18	18,18 cd	3,16 bc
A 9	EBDA-MPA 26	24,95 ab	3,03 bc
A 10	EBDA-MPA 31	20,23 ab	2,48 de
A 11	EBDA-MPA 34	20,40 ab	0,92 f
A 12	EBDA-MPA 35	23,77 ab	2,42 de
A 13	EBDA-MPA 37	18,13 cd	3,19 bc
A 14	EBDA-MPA 38	19,42 bc	2,72 bc
A 15	EBDA-MPA 40	16,15 e	2,57 cd
A 16	EBDA-MPA 41	19,12 cd	3,00 bc
A 17	EBDA-MPA 42	22,88 ab	2,03 e
A 18	EBDA-MPA 45	21,44 ab	2,38 de
Média Geral =		20,38	3,03
Ponto Médio =		28,78	3,11
CV% =		25,28	29,25

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 13 estão os resultados da quantificação de proteínas presente na fração proteica onde estão presentes as proteínas com peso molecular correspondentes ao da ricina.

Perfil Eletroforético da Fração Proteica contendo Albumina 2S

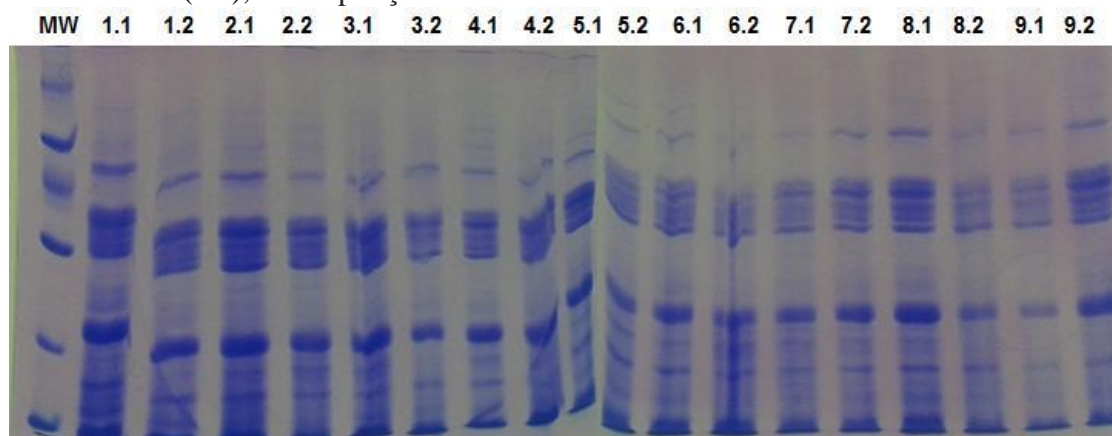
Oliveira et al. (2010), afirma que a eliminação da alergia causada pela presença da albumina 2S na torta de mamona é mais difícil que a toxicidade apresentada pela presença de ricina, e que o tratamento com compostos de cálcio promoveu a redução na reatividade dos epitopos alergênicos presentes na torta em cerca de 70%.

Já Gama et al. (2008), desenvolveu trabalho visando suprimir a alergenicidade da albumina 2S com a utilização do reagente Woodward (WRK), concluiu pela validade do processo proposto, enquanto experimento, porém, recomenda a otimização do processo para a torta in natura.

Santos et al. (2012), analisando os genótipos BRS Paraguaçu, IAC Guarany, EBDA MPB 01, EBDA MPA 12, EBDA MPA 41 e EBDA MPA 42, observou a presença de albumina 2S nas faixas de 10 a 18 kDa, com diferença de intensidade de coloração, indicando a variação na quantidade de albumina 2S entre os genótipos.

Para visualizar a ocorrência e concentração da albumina 2S nos 18 genótipos de mamona do BAG da EBDA foram realizadas eletroforeses de géis de poliacrilamida, resultando nas figuras 8 e 9.

Figura 8 - Eletroforese em Gel de Poliacrilamida para Identificação de albumina 2S com 9 genótipos da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da EBDA, 2013. Genótipos EBDA MPB01 (A1); EBDA MPA11(A2); Nordestina (A3); Paraguaçu (A4); Guarany (A5); EBDA MPA 12 (A6); EBDA MPA 17 (A7); EBDA MPA 18 (A8); EBDA MPA 26 (A9), com repetição.



MW= Marcador de peso molecular; kDa = Peso Molecular de proteínas;

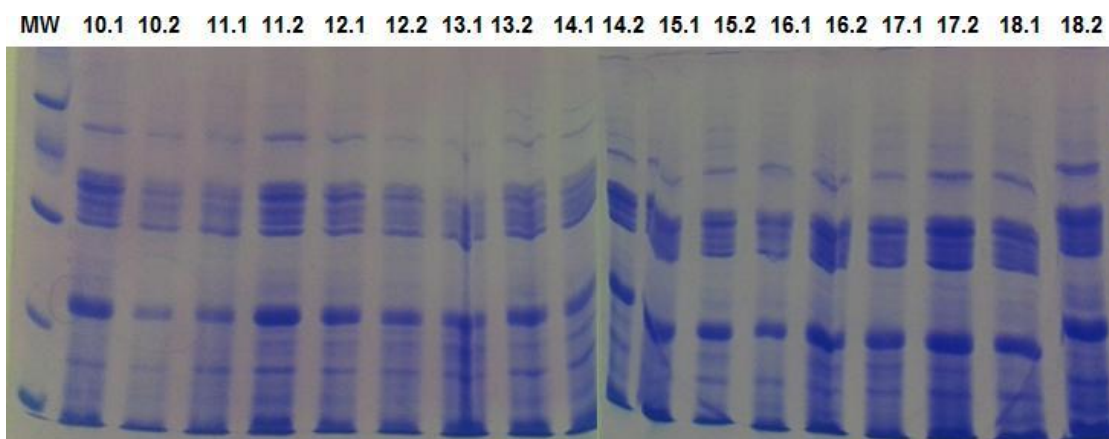
Em função do supracitado, as pesquisas por genótipos com menor quantidade

de albumina 2S na sua composição são importantes, uma vez que a redução da albumina 2S pode viabilizar a utilização do farelo de mamona com mais segurança por parte dos trabalhadores.

As colunas correspondem aos genótipos estudados, onde se pode observar, da mesma forma que Santos et al.(2012) a diferença de concentração dentre os genótipos.

Assim com acontece com a albumina 2S, a ricina, apesar da indicação de métodos de detoxificação já estabelecidos, não tem um método viável do ponto de vista econômico. A identificação de genótipos com menor quantidade de ricina, na sua composição, é uma alternativa de linha de pesquisa que temos.

Figura 9 - Eletroforese em Gel de Poliacrilamida para Identificação de Albumina 2S com 9 genótipos da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), 2013. Genótipos EBDA MPA 31 (A10); EBDA MPA 34 (A11); EBDA MPA 35 (A12); EBDA MPA 37 (A13); EBDA MPA 38 (A14); EBDA MPA 40 (A15); EBDA MPA 41 (A16); EBDA MPA 42 (A17) e EBDA MPA 45 (A18), com repetição.



MW= Marcador de peso molecular; kDa = Peso Molecular de proteínas;

Os genótipos de mamona apresentam diferenças, do ponto de vista físico e químico, e essas diferenças influenciam na produção, produtividade e na qualidade do produto principal, o óleo, e seu coproduto a torta e/ou farelo.

Essas diferenças podem definir quais dos genótipos são desejados para os futuros estudos e variedades a serem lançadas no mercado.

Os diversos materiais objeto do estudo apresentam diferentes características físicas e bioquímicas, dentre essas diferenças está a quantificação de proteínas e a qualificação das mesmas. Para o estudo realizado é importante a quantificação de ricina e albumina 2S.

As diferenças servirão de base para futuras pesquisas com a finalidade de incorporar a torta ou farelo de mamona ao sistema de produção da pecuária, principalmente na região nordeste, onde a produção de mamona se concentra, e, existe necessidade de alternativas alimentares para os rebanhos.

CONCLUSÕES

Existem diferenças significativas entre os genótipos estudados, e, se faz necessária a quantificação da ricina e da albumina 2S.

Os genótipos de mamnoa (*R. communis*) MPB01 (A1); EBDA MPA11(A2); Nordestina (A3); Paraguaçu (A4); Guarany (A5); EBDA MPA 12 (A6); EBDA MPA 17 (A7); EBDA MPA 18 (A8) e EBDA MPA 26 (A9); Genótipos EBDA MPA 31 (A10); EBDA MPA 34 (A11); EBDA MPA 35 (A12); EBDA MPA 37 (A13); EBDA MPA 38 (A14); EBDA MPA 40 (A15); EBDA MPA 41 (A16); EBDA MPA 42 (A17) e EBDA MPA 45 (A18) da Coleção de Trabalho do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da EBDA diferem quanto suas características morfofisiológicas e concentração de frações de proteínas contendo ricina e albumina 2S.

Os genótipos EBDA – MPB 01 - A 1, EBDA MPA 17 - A 7, EBDA MPA 31 – A 10 e EBDA MPA 37 – A 13 aparentam ter menor quantidade de ricina dentre os 18 genótipos estudados, e devem ser aprofundadas as análises das suas características bioquímicas.

AGRADECIMENTOS

À Petrobras pelo financiamento do projeto que possibilitou a realização do trabalho.

Aos amigos que de alguma forma me apoiaram na decisão de realizar este trabalho.

REFERÊNCIAS

- AHN, Y.J. e CHEN, G.Q. **Temporal and Spatial Expression of 2S Albumin in Castor (*Ricinus communis* L.)**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007.
- ALMEIDA, F.de A. C., MORAIS, A. M. de., CARVALHO, J. M. F. C. e GOUVEIA, J. P. G. de. **Crioconservação de sementes de mamona das variedades BRS Nordestina e pernambucana**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.2, p.295-302, 2002. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A.E. de; **Clima e solo**. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E.F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. cap.3, p.63-76.
- ANTHONISEN, D. G.; SCHIRMER, M. A.; ANTHONISEN, E. F.; SILVA, S. D. dos A.; CASAGRANDE JR. J. G. e SILVA, C. A. B. da. **Caracterização química de sementes de mamona cultivadas em Pelotas/RS**. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 1.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA-RS, 1., 2007, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 1 CD-ROM.
- BALDONI, A. B. **Acúmulo de ricina em sementes de mamona e silenciamento do gene em plantas geneticamente modificadas**. Brasília.ICB/DBC/UnB. 2010, 71p. Tese de Doutorado.
- BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS – BDMG. **Zona da Mata: diagnóstico e indicações de ações prioritárias para seu desenvolvimento**. Belo Horizonte, 2000.
- BOODEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. **Produção de Biocombustíveis: a questão do balanço energético**. Revista de Política Agrícola. Ano XIV, Nº1, Jan/Fev/Mar de 2005. 42-46 p

BRADFORD, M. M. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.** Analytical biochemistry, v. 72, n. 1, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. p. 346.

BREITENEDER, H., RADAUER, C. **A classification of plant food allergens.** *Journal of Allergy Clinical Immunology* 113 (5): 821-830. 2000.

BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORK, L.; LÚCIO, A. D.; OLIVEIRA, P. H. de. e MILANI, M. **Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.3, p.404-411, mar, 2011.

CHAVES, C. J. **Interação de genótipos com ambientes.** In: NASS, L. et al. Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 4 , p. 79-99.

CONAB em <http://www.conab.gov.br/conabweb/Mamona>. acessado em Dezembro 2013.pdf.

DANTAS, F. V.; MACÊDO, F. da C. O.; PORTO, M. S. e MILANI, M. **Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de mamona da Embrapa Algodão.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e ricinoquímica: **Anais...** Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. p. 109 1 CD-ROM. URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA-2009-09/21936/1/MG-29.pdf>.

DRUMOND, M. A.; TAVARES, J. A.; OLIVEIRA, A. R. de.; MILANI, M.; ANJOS,

J. B. dos.; MORGADO, L. B. e SILVA, A. F. **Desempenho agronômico de genótipos de mamoneira na Chapa do Araripe, Pernambucano.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1693-1699.

FERNANDES, K. V.; MACIEL, F. M. e MACHADO, O. L. T. **Análise dos níveis de albuminas 2S e de ricina em sementes de diferentes cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.)** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e ricinoquímica: **Anais...** Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. p. 109 1 CD-ROM.

FREITAS, C. A. S. de; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A. da; PEREIRA FILHO, J. V. e FEITOSA, D. R. C. **Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.v.14, n.10, p.1059–1066, 2010. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>. Protocolo 113.09 – 24/07/2009 • Aprovado em 05/07/2010.

GAMA, C. C.; OLIVEIRA, N. D. de; FELIX, S. P. e MACHADO, O. L. T.. **Desativação de alérgenos de mamona pelo uso do reagente Woodward (WRK).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA.2008.

GARDNER JR., H. K.; D'AQUIN, E. L.; KOULTUN, S. P.; McCOURTNEY, E. J.; VIX, H. L. E. e GASTROCK, E. A. **Detoxification and deallergenization of Castor Beans.** The Journal of the American Oil Chemists Society. v.37, p.142-148, 1960.

GODOY, M. G. et al. **Use of a low-cost methodology for biodetoxification of castor bean waste and lipase production.** Enzyme and Microbial Technology. Rio de Janeiro, 2009.

GUIMARÃES, F. M.; CARDOSO, G. D.; VALE, D. G.; SILVA, J. C. A. da.; ALVES, I.; OLIVEIRA, G. dos S. e BELTRÃO, N. E. de M. **Germinação de sementes de mamona com e sem “marinheiro” em diferentes profundidades de semeadura.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 2101-2105.

KOBORI, M.; MASUMOTO, S.; AKIMOTO, S. e OIKE, H. **Chronic dietary intake of quercetin alleviates hepatic fat accumulation associated with consumption of a Western-style diet in C57/BL6J mice.** *Molecular Nutrition & Food Research* Volume 55, Issue 4, pages 530–540, 2011

LAEMMLI, U.K. **Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4.** 1970, *Nature* 227: 680-685.
(LIMA, 2007)

LOUREIRO, M.C. **Torta de semente da mamoneira na alimentação animal.** *Revista Ceres*, v. 11. n. 66. p. 290-294, 1962.

MORAIS, G. L. de. **Caracterização filogenética das proteínas inativadoras de ribossomos (RIPs) de mamona (*Ricinus communis* L.) e análise da expressão dos genes Rcom RIPs durante o desenvolvimento da semente.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Biotecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular. Dissertação. 2010.

NOBRE, D. A. C.; DAMASCENA, J. G.; DAVID, A. M. S. de S.; SANTOS, M. P. dos; PEREIRA, A. R. & PEREIRA, C. G. **Pretratamientos de germinación en semillas de higuierillo, cultivar IAC 226.** *Acta Biológica Colombiana*. 18(3):473-478, 2013.

OLIVEIRA, N. D. de; FERNANDES, K. V.; CRESPO, L. M. e MACHADO, O. L. T.

Tratamento químico inativa alergénos e toxinas da torta de mamona (*Ricinus communis* L.). CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1922-1926.

PAQUOT, C. **Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives.** 6.ed. Oxford:Pergamon Press, 1979. 170 p.

RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; GHEYR, H. R. e LACERDA, R. D. de. **Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio.** Rev. Cienc. Agron., Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 465-473, out-dez, 2009.

SANTOS, S.; CASTRO, É. A. de.; JESUS FILHO, H. P. de.; TAKAHASHI, D.; CASTRO, R. D. de. e FERNANDEZ, L. G. **Análise de albumina 2S em diferentes acessos de *Ricinus communis* L.** In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 5. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 8. **Anais...** Salvador – Bahia/editores, NETO, P.C. et al. – Lavras:UFLA, 2012.3v.: il. p. 1653-1654.

SANTOS, R.F.; BARROS, M.A.L.; MARQUES, F.M.; FIRMINO, P.T.; REQUIÃO, L.E.G. **Aspectos econômicos do agronegócio da mamona.** In: **O agronegócio da mamona no Brasil.** Ed. AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, p.23-41; 506 p., 2007.

SAVY FILHO A. **Mamona (*Ricinus communis* L.).** Desenvolvimento de Tecnologia de Produção. Disponível em URL: <http://www.fundacaopetermuranyi.org/br/downloads/2007resumo.pdf>.

SEHGAL, R. N. M. **Deforestation and avian infectious diseases.** *J Exp Biol* 213: 955-960, 2010.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona.** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2005. 31p. (EMBRAPA Algodão. Documentos, 134). Campina Grande, 2005.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. **A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. **Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

SILVA, F. de A. S. e. The **ASSISTAT Software: statistical assistance.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. **Anais...** Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

SILVA, V.; SANTIAGO, A. N.; DOURADO, V. V.; OLIVEIRA, E. A. S.; LEDO, C. A. da S.; LIMA, J. F. de; PEIXOTO. C. P. & RIOS, D. M. **Características agronômicas de oito genótipos e um cultivar de mamoneira em Jussara e Lapão no Estado da Bahia.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1192-1196.

VIEIRA, R. de M.; LIMA, E.F.; AZEVEDO, D.M.P.; BATISTA, F.A.S.; SANTOS, J.W ; DOURADO, R.M.F. **Competicao de cultivares e linhagens de mamoneira no nordeste do Brasil-1993/96.** Campina Grande: EMBRAPA- CNPA, 1998. 14p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado Técnico, 71).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A partir dos resultados alcançados pode-se confirmar a hipótese inicial, onde a existência de diferenças significativas entre os genótipos nos aspectos agromorfofisiológicos, nos direciona a novos estudos, para caracterizar, hierarquizar e definir quais materiais deve-se selecionar para cruzamentos e melhoramentos, com o intuito de disponibilizar novos materiais genéticos para cultivo por parte dos agricultores familiares.

São necessárias mais análises sobre os genótipos promissores para que sejam confirmadas as conclusões a que se chegou.

Além de análises sobre os materiais já estudados, deve-se proceder estudos sobre outros materiais existentes nos Bancos Ativos de Germoplasmas, onde deve-se identificar novos materiais para que sejam alcançados os objetivos de tornar o farelo de mamona uma alternativa real e viável economicamente para alimentação animal dos rebanhos, sejam eles monogástricos ou ruminantes.

Espera-se que os cálculos de proteínas, a partir do método de Kjeldahl, existentes nos diversos materiais, sejam realizados com fator de conversão próprio, tornando-os mais próximos da realidade de cada material.

São necessários estudos para e definir quais os valores devem ser utilizados para o cálculo da quantidade de proteínas nos materiais de origem vegetal, caso não queira utilizar os valores apresentados em 1931 nos EUA.

APÊNDICE

Dados qualitativos dos 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA, 2013

	GENÓTIPO	CDC	CDF	TF	PCE	DFM	DEI	DEC	FDC	CPS	CSS	PIG	TS
A 1	EBDA-MPB-01	ROXO CLARO	ONDULADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CILINDRICO	MARRON	CINZA	NÃO	MÉDIA
A 2	EBDA-MPA-11	ROXO	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	ESFÉRICO	PRETA	PRETA	NÃO	GRANDE
A 3	NORDESTINA	VERDE	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	ESFÉRICO	PRETA	NÃO	NÃO	MÉDIA
A 4	PARAGUAÇU	ROXO	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CÔNICO	PRETA	BRANCA	NÃO	GRANDE
A 5	GUARANY	VERDE	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CONICO	VERMELHA	MARRON	NÃO	GRANDE
A 6	EBDA-MPA-12	VERMELHO	ESPALMADA	LISA	NÃO	BASAL	IN	RALO	CILINDRICO	BRANCA	CINZA	SIM	GRANDE
A 7	EBDA-MPA-17	VERDE	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	ESFÉRICO	BRANCA	MARRON	NÃO	GRANDE
A 8	EBDA-MPA-18	ROXO	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CILINDRICO	PRETA	PRETA	NÃO	GRANDE
A 9	EBDA-MPA-26	VERDE	ESPALMADA	LISA	NÃO	BASAL	IN	RALO	CILINDRICO	MARRON	BRANCA	NÃO	GRANDE
A 10	EBDA-MPA-31	ROXO	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	ESFÉRICO	CINZA	BRANCA	SIM	GRANDE
A 11	EBDA-MPA-34	VERDE	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CÔNICO	PRETA	PRETA	NÃO	GRANDE
A 12	EBDA-MPA-35	VERDE	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	DENSO	CONICO	PRETA	BRANCA	SIM	GRANDE
A 13	EBDA-MPA-37	ROXO	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CILINDRICO	PRETA	BRANCA	SIM	GRANDE
A 14	EBDA-MPA-38	VERDE	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CÔNICO	AMARELA	AMARELA	NÃO	GRANDE
A 15	EBDA-MPA-40	ROXO	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	ESFÉRICO	PRETA	PRETA	NÃO	GRANDE
A 16	EBDA-MPA-41	VERDE	ESPALMADA	LISA	NÃO	BASAL	IN	RALO	CÔNICO	CINZA	MARRON	NÃO	GRANDE
A 17	EBDA-MPA-42	ROXO	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CONICO	MARRON	PRETA	NÃO	GRANDE
A 18	EBDA-MPA-45	VERDE	ESPALMADA	LISA	SIM	BASAL	IN	RALO	CONICO	MARRON	PRETA	NÃO	MÉDIA
LEGENDA													
CDC	COR DO CAULE		CCP	COMPRIMENTO CACHO PRIMÁRIO				CSS	COR SECUNDÁRIA SEMENTE				
CDF	CONFORMAÇÃO DA FOLHA		DEI	DEISCÊNCIA				PIG	PIGMENTAÇÃO INTERNA DAS SEMENTES				
TF	TIPO DAS FOLHAS		DEC	DENSIDADE DO CACHO				TS	TAMANHO DAS SEMENTES				
PCE	PRESENÇA CERA		FDC	FORMA DO CACHO									
DFM	DISPOSIÇÃO DAS FLORES MASCULINAS		CPS	COR PRINCIPAL DA SEMENTE									

Dados quantitativos dos 18 genótipos de mamona da Coleção de Trabalho do BAG da EBDA, 2013

	GENÓTIPO	FL	MAT	AP	ACP	NI	DC	REN	PCS	CCP	CFM	CFF	TO
A 1	EBDA-MPB-01	49,00	180,00	1,00	0,45	24,00	2,32	2.500,00	31,00	23,54	8,94	21,30	46,00
A 2	EBDA-MPA-11	80,00	232,00	2,50	0,65	21,00	2,72	1.900,00	72,00	23,21	7,50	14,20	46,00
A 3	NORDESTINA	88,31	180,31	2,35	0,67	18,03	2,51	1.500,00	63,00	28,81	8,46	22,46	48,00
A 4	PARAGUAÇU	85,75	227,00	2,25	0,42	17,68	1,83	1.500,00	58,00	11,43	5,62	5,75	48,00
A 5	GUARANY	136,00	218,00	2,20	1,12	28,00	3,10	1.545,00	52,00	35,50	27,00	8,20	47,12
A 6	EBDA-MPA-12	45,00	200,00	2,33	0,45	13,00	4,15	1.117,00	85,00	27,00	7,12	9,12	45,77
A 7	EBDA-MPA-17	45,00	191,00	2,35	1,66	37,12	3,45	1.158,00	52,00	23,80	9,07	23,64	49,32
A 8	EBDA-MPA-18	85,00	230,00	2,49	0,98	24,00	4,03	1.794,00	84,00	24,25	14,00	20,00	44,33
A 9	EBDA-MPA-26	84,00	240,00	2,23	0,85	17,00	3,76	1.188,00	95,00	23,25	5,00	22,00	48,27
A 10	EBDA-MPA-31	87,00	222,00	2,25	0,79	27,85	2,83	2.007,00	56,00	23,98	7,87	16,62	48,20
A 11	EBDA-MPA-34	47,00	195,00	2,20	0,56	20,53	2,52	1.883,00	56,00	21,76	8,00	13,57	49,00
A 12	EBDA-MPA-35	83,00	225,00	2,15	0,44	18,00	4,00	1.770,00	42,00	22,20	6,58	11,97	48,47
A 13	EBDA-MPA-37	84,00	241,00	2,25	0,83	15,00	2,56	1.071,00	53,00	28,35	6,98	15,37	47,76
A 14	EBDA-MPA-38	96,00	245,00	2,89	1,05	27,00	4,80	1.643,00	97,00	23,85	22,00	23,00	51,76
A 15	EBDA-MPA-40	90,00	207,00	2,32	0,85	26,50	2,60	1.283,00	64,00	27,62	8,00	19,62	49,11
A 16	EBDA-MPA-41	87,26	188,33	2,15	0,68	20,43	2,65	1.313,00	56,00	17,00	5,62	10,62	48,95
A 17	EBDA-MPA-42	100,00	223,00	1,91	1,18	29,68	3,10	1.415,00	66,00	26,18	6,40	21,00	48,95
A 18	EBDA-MPA-45	88,00	127,00	1,75	0,48	20,00	2,20	2120,00	51,00	34,50	8,20	26,30	48,20

LEGENDA

FL - DIAS PARA A FLORAÇÃO

MAT - MATURAÇÃO

AP - ALTURA DE PLANTA (m)

ACP - ALTURA ATÉ CACHO PRINCIPAL

NI - Nº DE INTERNÓDIOS ATÉ O CACHO PRIMÁRIO

DC - DIAMETRO CAULE

REN - RENDIMENTO (Kg)

PCS - PESO DE 100 SEMENTES

CCP - COMPRIMENTO CACHO PRIMÁRIO

CFM - COMPRIMENTO OCUPADO POR FLORES MASCULINAS NO PRIM. CACHO

CFF - COMPRIMENTO OCUPADO POR FLORES FEMININAS NO PRIM. CACHO

TO - TEOR DE ÓLEO DAS SEMENTES (%)