



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO E
PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DA TORTA DE MAMONA EM
FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO E DO TEOR DE UMIDADE

ROBSON CÉSAR ALBUQUERQUE

Campina Grande – Paraíba

AGOSTO – 2006

MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DA TORTA DE MAMONA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO E DO TEOR DE UMIDADE

ROBSON CÉSAR ALBUQUERQUE

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de
Produtos Agrícolas

ORIENTADORES: Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

AGOSTO - 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A345m
2006

Albuquerque, Robson César

Modificações na composição da torta de mamona em função do armazenamento e do teor de umidade / Robson César Albuquerque. — Campina Grande, 2006.

57f. :il.

Referências.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadores: Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza e Prof. Dr. Napolcão Esberard de Macedo Beltrão.

Armazenamento de Produtos Agrícolas Mamona -

1— Armazenagem 2— Caracterização Química 3— Ricinus communis L.

I— Título

CDU 631.564:633.85
631.563(043)

| | |
|------------------------------|-----------|
| UFCG - BIBLIOTECA - CAMPUS I | |
| 418 | 34.02.031 |



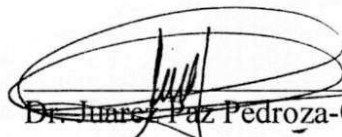
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

ROBSON CÉSAR ALBUQUERQUE

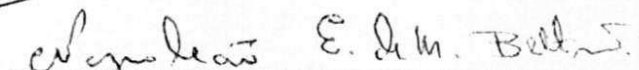
MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DA TORTA DE MAMONA EM FUNÇÃO DO
ARMAZENAMENTO E DO TEOR DE UMIDADE

BANCA EXAMINADORA

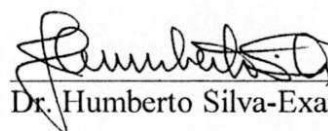
PARECER


Dr. Juarez Paz Pedroza-Orientador

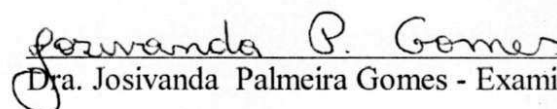
Aprovada


Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão-Orientador

A. PROVADO


Dr. Humberto Silva-Examinador

Aprovado


Dra. Josivanda Palmeira Gomes - Examinadora

APROVADO

AGOSTO - 2006

“Determinação, coragem e autoconfiança, são fatores decisivos para o sucesso. Não importa quais sejam os obstáculos e as dificuldades. Se estamos possuídos de uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho”

(Dalai Lama)

Com muito Amor

A meus pais, José Fausto e Maria Lúcia, em especial a minha mãe, pela presença constante em minha vida, incentivando-me e me apoiando em prol de um futuro mais digno.

A meus irmãos, João e Giselle, pelo apoio e convivência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, a nosso senhor Jesus Cristo, por me iluminar e proteger em toda esta caminhada, não me abandonando nas horas difíceis, dando-me força, sabedoria, inteligência e coragem para seguir em frente, e superar mais essa etapa da minha vida.

A minha Família, pelo apoio, incentivo e força; enfim, por tudo que fizeram por mim nessa caminhada. Por tudo, meu muito obrigado.

A Universidade Federal de Campina Grande, por me acolher e me ajudar na realização desse ideal.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela oportunidade e realização deste trabalho.

A PETROBRÁS, que apoiou e incentivou financeiramente parte da pesquisa.

À CAPES, pela bolsa concedida.

Ao grande mestre, com muito apreço e respeito, Napoleão Beltrão, pela sabedoria, amizade, conhecimento e eficiente orientação prestada ao longo do experimento.

Ao professor Juarez Pedroza, pela orientação, amizade e incentivo durante toda a execução deste trabalho.

A Rosiane Lima, pela grande ajuda, disponibilidade, incentivo e amizade durante todo o período do experimento e na confecção da dissertação. A você meu muito obrigado.

Aos pesquisadores da EMBRAPA, Liv Soares Severino e Rosa Maria, pela grande ajuda, orientação, amizade e acompanhamento na pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Química: Adeilva (Diva), Menezes, José Carlos (Vovô), Jose Carlos (Genérico), seu Chico, Mário Brito, Jânio e a todos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram a concretizar as análises de laboratório, dedicando-me atenção e apoio.

Com muito carinho, à professora Josivanda P. Gomes, pela atenção e ajuda nos momentos de dificuldade, durante toda a elaboração da dissertação.

Às secretárias da coordenação de pós-graduação, Rivanilda e Aparecida, pela atenção, colaboração e amizade.

Às companheiras de laboratório, Lígia Sampaio e Rúbia Rafaela, pela amizade, companheirismo e grande ajuda nas análises.

Aos muitos amigos conquistados: Aline, Amanda, Cleandro, Fernanda, Hermeval, Isabel (Bel), Jeane, Joabson, João Carlos, Josilda, Jozan, Luciana, Márcia, Marcondes, Marta, Regilane, Sandra, Ticiane e Wolia.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o bom desempenho deste trabalho.

Muito Obrigado!!!

INDICE

| | Pg. |
|---|------------|
| LISTA DE TABELAS | iii |
| LISTA DE FIGURAS | vi |
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | ix |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Objetivos específicos | 3 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1. A mamona | 4 |
| 2.1.1. Características botânicas | 4 |
| 2.1.2. Importância socioeconômica | 6 |
| 2.2. Produtos da mamona | 8 |
| 2.2.1. Óleo | 8 |
| 2.2.2. Torta | 10 |
| 2.3. A torta de mamona como adubo orgânico | 11 |
| 2.4. Adubação orgânica | 12 |
| 2.5. Umidade | 13 |
| 2.6. Armazenamento | 13 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 3.1. Localização do experimento | 15 |
| 3.2. Matéria-prima | 15 |
| 3.3. Temperatura de armazenamento | 16 |
| 3.4. Embalagens de armazenamento | 16 |
| 3.5. Umidades de armazenamento | 17 |
| 3.6. Procedimentos de laboratório | 17 |
| 3.7. Períodos de análises | 17 |
| 3.8. Avaliação das características químicas | 17 |
| 3.8.1. Teor de umidade | 17 |
| 3.8.2. Teor de cinza e matéria orgânica | 18 |
| 3.8.3. Teor de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) | 19 |
| 3.8.4. Teor de proteína bruta | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 3.8.5. Teor de acidez | 20 |
| 3.9. Análise estatística | 21 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 4.1. Teor de umidade | 22 |
| 4.2. Teor de cinza e matéria orgânica | 25 |
| 4.3. Teor de nitrogênio, fósforo e potássio..... | 28 |
| 4.4. Teor de proteína bruta | 32 |
| 4.5. Teor de acidez | 34 |
| 5. APRECIÇÃO GERAL DOS RESULTADOS | 37 |
| 5.1. Teor de umidade | 37 |
| 5.2. Teor de cinza e matéria orgânica | 37 |
| 5.3. Teor de nitrogênio, fósforo e potássio..... | 38 |
| 5.4. Teor de proteína bruta | 39 |
| 5.5. Teor de acidez | 39 |
| 6. CONCLUSÕES | 41 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 42 |
| APÊNDICES | 49 |

LISTA DE TABELAS

| TABELA | | Pg |
|---------------|---|-----------|
| 1 | Valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2005 | 16 |
| 2 | Resumo da análise de variância para o teor de umidade da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de seis meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005 | 22 |
| 3 | Valores médios de umidade (%) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens. Campina Grande, PB, 2005 | 22 |
| 4 | Resumo das análises de variância para o teor de cinza e matéria orgânica da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de 6 meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005 | 25 |
| 5 | Valores médios de cinza e matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens. Campina Grande, PB, 2005 | 26 |
| 6 | Resumo das análises de variância para o teor de nitrogênio, fósforo e potássio da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de 6 meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005 | 29 |
| 7 | Teor médio de nitrogênio, fósforo e potássio (%) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens. Campina Grande, PB, 2005 | 29 |
| 8 | Resumo da análise de variância para o teor de proteína bruta da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de seis meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005 | 32 |
| 9 | Valores médios de proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada em função de diferentes teores de umidades e das embalagens. Campina Grande, PB, 2005 | 33 |
| 10 | Resumo da análise de variância para o teor de acidez da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de 6 meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005 | 34 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 11 | Valores médios de acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens., Campina Grande, PB, 2005 | 35 |
| 12 | Valores médios de umidade (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade, e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 50 |
| 13 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de umidade (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 50 |
| 14 | Valores médios de cinza (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 51 |
| 15 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de cinza (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 51 |
| 16 | Valores médios de matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 52 |
| 17 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 52 |
| 18 | Valores médios de nitrogênio (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 53 |
| 19 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de nitrogênio (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 53 |
| 20 | Valores médios de fósforo (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. | |

| | | |
|-----------|--|----|
| | Campina Grande, PB, 2005 | 54 |
| 21 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de fósforo (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 54 |
| 22 | Valores médios de potássio (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 55 |
| 23 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de potássio (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 55 |
| 24 | Valores médios de proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 56 |
| 25 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 56 |
| 26 | Valores médios de acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 57 |
| 27 | Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005 | 57 |

LISTA DE FIGURAS

| FIGURA | | Pg |
|---------------|--|-----------|
| 1 | Fruto da mamoneira | 5 |
| 2 | Sementes de mamoneira | 6 |
| 3 | Torta de mamona antes do armazenamento | 15 |
| 4 | Embalagens do armazenamento da torta de mamona (A) saco plástico (polipropileno); (B) saco de nylon | 16 |
| 5 | Torta de mamona armazenada a 22% de umidade em embalagem plástica. Campina Grande, PB, 2005 | 23 |
| 6 | Torta de mamona armazenada com 22% de umidade em embalagens de nylon e plástica. Campina Grande, PB, 2005 | 24 |
| 7 | (A) Umidade (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Umidade (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005 | 24 |
| 8 | (A) Cinza (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Cinza (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005 | 28 |
| 9 | (A) Matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005 | 28 |
| 10 | (A, C, E) Teores de nitrogênio, fósforo e potássio (%), respectivamente, da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B, D, F) Teores de nitrogênio, fósforo e potássio (%), respectivamente, da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005 | 31 |
| 11 | (A) proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) | |

| | |
|--|----|
| proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005 | 34 |
| 12 (A) Acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005 | 36 |



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

Dissertação de Mestrado: Modificações na composição da torta de mamona em função do armazenamento e do teor de umidade

Autor: Robson César Albuquerque

Orientadores: Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

RESUMO

Embora a torta de mamona (*Ricinus communis* L.), se venha destacando como



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA
Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

M. Sc. Thesis: Changes in the composition of castor seed meal as influenced by storage systems and humidity levels.

Author: Robson César Albuquerque

Supervisors: Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

ABSTRACT

The meal is the main by-product of the productive chain of the castor (*Ricinus communis* L.), originated after the extraction of the oil of the seeds, being used all over the world as organic fertilizer and as protein supplement for livestock after detoxification. This research aimed to evaluate the chemical composition of castor seed meal when stored under different packing bags and in several humidity levels in the period of six months. Entirely casualized experimental design was used with three replications. Twenty four treatments were tested, arranged in a 3 x 2 x 4 factorial, with the following factors: Humidity levels (HL) - lower (6%), middle (14%) and high (22%); Packing bags - raffia and plastic; and Storage periods: 0, 2, 4 and 6 months. Castor seed meal (CSM) was evaluated regarding HL, ash, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, gross protein and acidity. CSM humidity levels were significantly ($P < 0.01$) influenced by packing system, there being increase under raffia packing (32.83 vs. 24.44%). When stored under high HL, CSM tended to mineralize quickly, promoting significant increase in ash content (6.21 for low vs. 9.91% for high) and consequently decreasing organic matter content (71.7 for low vs. 51.7% for high); however, this high HL influenced significantly its nutrient content for it contributed to the incidence of microorganisms, causing increase of NPK level and gross protein during long storage period. Acidity level increased along the whole storage time, according to increases in HL of CSM (7.63, 9.15 and 11.66 mgKOH/g of oil, for low, middle and high respectively) mainly in the nylon packing (10.43 vs 8.53 mgKOH/g of oil).

Key-words: storage, chemical characterization, *Ricinus communis* L.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa possivelmente, originária da Etiópia, no Leste da África; esta planta apresenta grande potencial para ser cultivada em amplas áreas do território brasileiro, em razão de apresentar expressiva resistência à seca, exigência em calor e luminosidade e se adaptar perfeitamente ao clima semi-árido (CARTAXO *et al.*, 2004); além disso, a extraordinária multiplicidade de aplicações industriais do seu óleo e do valor agregado da sua torta como fertilizante orgânico e suplemento protéico para alimentação animal, quando desintoxicada, situa a mamona entre as oleaginosas tropicais mais importantes da atualidade (FORNAZIERI JUNIOR, 1986).

De acordo com Severino (2005), a torta é o principal subproduto da cadeia produtiva da mamona, produzida a partir da extração do óleo das sementes na proporção aproximada de 1,2 tonelada para cada tonelada de óleo extraída, ou seja, corresponde a 55% de peso das sementes, valor que pode variar de acordo com o teor de óleo da semente e do processo industrial de extração do óleo.

Na Índia, principal produtor mundial de mamona, cerca de 85% da torta são utilizados como fertilizante orgânico (KONNUR e SUBBARAO, 2004) por ser excelente fonte de nitrogênio e apresentar propriedades inseticidas e nematicidas (DIRECTORATE OF OILSEEDS RESEARCH, 2004); além disso, a torta pode ser usada como matéria-prima para a produção de aminoácidos, plásticos, em especial biodegradáveis, colas e outros produtos (MACHADO *et al.*, 1954).

No Brasil, o Nordeste poderá ter mais de 4.0 milhões de hectares em condições de sequeiro para produzir mamona, sendo o óleo a matéria-prima principal para a produção do biodiesel e o resíduo, a torta, poderá ser base para recuperação dos solos desta região que encontram degradados e empobrecidos. De acordo com Beltrão (2002), poderão ser cultivados cerca de até 6,0 milhões de hectares por ano com mamona no Nordeste, com uma produção total de torta de aproximadamente 3,0 milhões de toneladas; esta produção de torta poderá beneficiar cerca de 1,5 milhão de hectares, quando usada como fertilizante orgânico.

Alguns estudos já demonstraram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza e conseqüentemente disponibiliza seus nutrientes para o solo com estimativa de que 75 e 100% do nitrogênio são nitrificados em três meses de observação. Para Severino *et al.* (2004) a velocidade de mineralização da torta de mamona, medida pela respiração microbiana, é cerca

de seis vezes mais rápida que a de esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que o bagaço de cana.

Quanto aos efeitos da umidade na conservação da torta de mamona, a literatura não faz qualquer menção. De acordo com Oliveira (2004) a maioria dos produtos biológicos apresenta propriedades de ceder ou absorver umidade do ar circundante; quando submetidos a uma mesma temperatura, a umidade contida no material tende a entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar; contudo, quando a pressão de vapor do material é menor que a do ar, o material tenderá a absorver umidade e em situação inversa, o material cederá umidade para o ar, este fenômeno ocorre em função, possivelmente, da relação entre a pressão de vapor da água do material e a pressão de vapor da água do ambiente.

A água é um dos mais importantes componentes dos produtos biológicos, afetando todas as suas propriedades físicas; a forma como ela afeta a natureza física e as propriedades dos produtos biológicos, é complexa devido à existência de interações entre a água e o meio que a envolve, a estrutura física e à composição química dos diversos solutos, incluindo polímeros e colóides ou partículas diversas (BROD *et al.*, 1999).

Quanto ao armazenamento de alguns produtos biológicos, Andrade *et al.*, (2003) relatam que a importância da armazenagem reside no fato de que, quando conduzida adequadamente, evita-se a ocorrência de perdas e se preserva a qualidade do produto. O armazenamento prolongado de um produto só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem e combate aos insetos, fungos e roedores. Segundo esses autores, as interações entre fatores abióticos (temperatura, teor de umidade, concentração de gás, umidade relativa ambiente, tipo e condições do armazém e características do sistema de aeração) e fatores bióticos (grãos, insetos, ácaros, fungos e bactérias) fazem com que o produto armazenado se torne um ecossistema e, dependendo dos níveis dos fatores e do grau das interações, o processo de deterioração poderá ser acelerado ou não. A manutenção da qualidade do produto armazenado está relacionada principalmente ao teor de umidade e à temperatura do produto.

Embora a torta de mamona se venha destacando como fertilizante orgânico e ração animal, são escassas as informações que abordam a influência da umidade e dos tipos de embalagem na sua composição química durante o armazenamento. Com base nessas considerações, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de analisar a composição química da torta de mamona armazenada em diferentes embalagens em vários níveis de umidade, no período de 6 meses.

1.1. Objetivos específicos

- Estudar a influência de diversos tipos de embalagens e de níveis de umidade na composição química da torta da mamona
- Acompanhar a evolução dos teores de cinzas e matéria orgânica da torta de mamona armazenada
- Determinar os teores de N, P e K na torta de mamona armazenada em diferentes embalagens e nos níveis de umidade
- Quantificar o teor de proteína bruta e de acidez da torta de mamona armazenada em diferentes embalagens e nos níveis de umidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A mamona

2.1.1. Características botânicas

Também conhecida como carrapateira, palma-cristi e enxerida, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) é um arbusto bastante complexo no que tange à morfologia, biologia floral e fisiologia, apresentando metabolismo fotossintético ineficiente (C₃), porte muito variado, de 0,8 a mais de 7,0 m de altura, ramificação caulinar simpoidal, raiz fistulosa e vários tipos de expressão da sexualidade (AZEVEDO *et al.*, 1997).

A mamoneira apresenta sistema radicular pivotante e raízes fistulosas, bastante ramificadas; os tipos gigantes apresentam raízes semelhantes às das árvores e podem atingir alguns metros de profundidade, dependendo do solo (MAZZANI, 1983); o caule apresenta grande variação na cor, presença de cera, rugosidade e nós bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes; é brilhante, tenro e suculento, quando a planta é nova e, na medida em que envelhece, torna-se lenhoso; sua coloração pode ser verde, arroxeadada e vermelha (PRATA, 1969).

O caule é geniculado, espesso e ramificado, terminando com a inflorescência, tipo racemo; a haste principal cresce de forma vertical, sem ramificação, até o surgimento da primeira inflorescência, denominada cacho principal; os ramos laterais se desenvolvem da axila da última folha, logo abaixo da inflorescência, enquanto a haste principal e as ramificações podem ser cobertas por uma capa de cera, sendo mais abundante em plantas jovens; há, ainda, cultivares com caule de coloração violeta, cinza e marrom (POPOVA e MOSHKIN, 1986).

As folhas são simples, grandes, com largura do limbo variando de 10 a 40 cm, podendo chegar a 60 cm de comprimento. Do tipo digitolobadas, denticuladas e pecíolos longos, com 20 a 50 cm de comprimento, apresentam filotaxia alternada do tipo 2/5 (duas folhas em cada cinco voltas de 360° no eixo do caule); em geral, são sete lóbulos em cada folha a qual pode apresentar a cor verde ou avermelhada (PRATA, 1969).

O fruto

O fruto da mamona é uma cápsula que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes a espinho (Figura 1), podendo ser deiscente ou indeiscente. De acordo com Graner & Godoy Júnior (1967), os frutos podem ser pouco papilados ou muito papilados. O cacho, que é a infrutescência, tem conformação cônica, cilíndrica ou mais ou menos esférica, comprimento variando de 10 cm até 80 cm, dependendo do ambiente e, principalmente, da cultivar (PRATA, 1969). Pode apresentar cor verde ou vermelhada, com coloração intermediária; no amadurecimento ele se abre ou não e pode liberar as sementes, dependendo do nível de deiscência.



Figura 1. Fruto da mamoneira

Segundo Mazzani (1983), a variabilidade dos frutos se manifesta na cor, na cerosidade, na forma, no tamanho, na deiscência, na caducidade e na presença e ausência de papilas – acúleos – vulgarmente denominadas espinhos.

A semente

De acordo com Távora (1982), a semente da mamoneira apresenta tamanho variável; o peso de 100 sementes pode variar de 10 a 100g, com média de 30g nas cultivares anãs e de 45 a 75g nas cultivares de porte médio, como é o caso da BRS 149 Nordestina, que é de 68g/100 sementes (EMBRAPA, 1998) e de 71 g/100 sementes na BRS 188 Paraguaçu (EMBRAPA,

1999). O comprimento das sementes de mamona varia de 0,8 a 3 cm, de 0,6 a 1,5 cm de largura e de 0,4 a 1 cm de espessura.

A semente de mamona (Figura 2) apresenta dormência que varia entre cultivares e racemos, chegando à quase nulidade após nove meses de armazenamento (LAGO *et al.*, 1979). Távora (1982) descreve a constituição da semente de mamona da seguinte forma: tegumento externo e interno; carúncula; endosperma e embrião. O tegumento externo da semente é representado pela casca, dura e quebradiça tendo ainda uma película interna, fina, que envolve o albúmen, que é branco, compacto e rico em óleo (RIBEIRO FILHO, 1966).



Figura 2. Sementes de mamoneira

2.1.2. Importância socioeconômica

Entre as espécies cultivadas economicamente no Brasil, a mamoneira é uma das menos exigentes, em termos de clima, solo e manejo cultural; tem a capacidade de gerar um produto cujo leque de possibilidades de aplicações industriais é bastante amplo; trata-se do óleo de mamona ou de rícino, cujo principal componente, o ácido ricinoléico, abriga moléculas com propriedades bastante flexíveis e estrutura, de certa forma incomum entre os ácidos graxos existentes nos óleos vegetais. Segundo Vieira *et al.* (1998) essas características conferem, ao óleo da mamona, condições especiais, permitindo sua utilização em mais de 400 processos industriais, tais como na produção de anticongelantes de combustível de avião e espaçonaves, dentre outras utilidades.

A mamona é um arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial. Conhecido desde a antiguidade por suas propriedades medicinais e como azeite para iluminação (COELHO, 1979). Da sua industrialização obtém-se, como produto principal, o óleo e como subproduto, a torta de mamona que possui a capacidade de restaurar terras esgotadas. Devido ao seu alto teor de proteínas, está sendo desenvolvido um processo para tirar a toxidade da mamona. Porém, por se tratar de um processo de desintoxicação bastante complexo e, muitas vezes, caro, as usinas de óleo preferem vender a torta apenas como fertilizantes.

O óleo de mamona tem uma estrutura química peculiar, predominando o ácido ricinoléico em 90% de sua composição. As características do ácido ricinoleico são conferidas pela sua estrutura química com grupo hidroxila no carbono 12 e dupla ligação no carbono 8, sendo a única fonte comercial com esta singularidade (SAVY FILHO *et al.*, 1999). A extração do óleo da semente ou da baga é realizada por meio de máquinas apropriadas em que o método utilizado para se extrair o óleo pode ser por prensagem, a frio ou a quente, ou extração por solvente.

A produção de óleo de mamona no Brasil sofreu grande redução no período de 1980 a 1999, mas a produção de 1999 correspondeu a 23% da maior quantidade produzida no Brasil no período de 1980. Entre 1991 e 1996, ocorreram as maiores quedas de produção, o que acarretou aumento nas importações, que foram reduzidas em 1997, quando se verificou pequena recuperação na produção brasileira e em 1998, mesmo com a nova redução ocorrida na produção.

No período de 1980 a 1999, a Índia e a China se mantiveram nesta ordem, como principais produtores mundiais de mamona em baga (sementes), tanto em termos de área cultivada como em quantidade produzida. A participação desses países na área total mundial era, em média, no período 1980/85, de 50%, mantendo-se em crescimento até 1998, quando atingiu 82%, declinando ligeiramente para 80%, em 1999. O Brasil, que tinha a segunda maior área cultivada de mamona em bagas no mundo, em média, nos períodos 1980/1985 e 1986/1991, teve sua participação na área mundial reduzida de 26%, em 1980/1985, para 8%, em 1999 mantendo, no entanto, a terceira posição entre os principais países produtores (SANTOS *et al.*, 2001).

De início, no Brasil a mamoneira se desenvolveu internamente de forma comercial nas Regiões Sudeste, Sul e Nordeste. Nas Regiões Sudeste e Sul para garantir a competitividade

com outros produtos concorrentes foi necessário o emprego de técnicas que facilitassem a mecanização e o desenvolvimento de variedades mais rentáveis (COELHO, 1979).

Nas décadas de 80 e 90 as taxas médias de crescimento anual da área colhida, da produção e do rendimento médio da mamona em baga, e dos preços recebidos e da renda bruta percebida pelos produtores rurais, foram negativas, sendo as da renda bruta as que mais se destacaram. No Estado da Bahia, responsável por 85% da produção brasileira de mamona em baga, o comprador final deste produto é a indústria de óleo, que recebe a maior parte do produto via intermediários, e cuja distorção ocorre em virtude da dispersão da produção e do grande número de pequenos produtores, sem meios de levar seu produto diretamente à indústria (SICM, 1995).

A comercialização da mamona passou a ter nova fase na Bahia, com a indústria comprando diretamente ao produtor, em especial das associações dos pequenos produtores rurais oferecendo, a título de incentivo, 2% do valor da saca para as associações; mesmo assim, a figura do intermediário continua presente, comprando não só para as indústrias instaladas nos Estados da Bahia, Brasil Way, Candeeiros e para a própria Bom Brasil mas, também, para outras instaladas em São Paulo, a exemplo de Bi-óleo, Olema e Ceralite.

2.2. Produtos da mamona

2.2.1. Óleo

O óleo de mamona, seu principal constituinte é extraído de suas sementes, cujo conteúdo se situa, em geral, entre 40 e 60%, em variedades comerciais. É composto quase totalmente de triglicerídeos em particular de ricinoléico (cerca de 90%), cuja fórmula molecular é $C_{17}H_{32}OHCOOH$ (FREIRE, 2001). De acordo com Pinto (1963), o teor de óleo na amêndoa varia de 55% a 70%. O mesmo pesquisador ressalta, ainda, que nos Estados Unidos o processamento industrial da semente é feito com casca, enquanto na Europa as sementes são processadas sem casca.

No Brasil, a mamona foi trazida pelos portugueses com a finalidade de utilizarem seu óleo para iluminação e lubrificação de eixos de carroça; o clima tropical aqui predominante facilitou o seu alastramento; assim, hoje se pode encontrar a mamona em quase

toda a expansão territorial, como se fosse uma planta nativa, e em culturas destinadas à produção de óleo (CHIERICE e CLARO NETO, 2001).

Também conhecido no Brasil como óleo de rícino, possui enorme versatilidade química dentro do ramo industrial, podendo ser utilizado em rotas de síntese para uma grande quantidade de produtos, com aplicação na área de cosméticos, lubrificantes, polímeros etc., além de poder ser um substituto do petróleo na síntese de vários produtos. A partir do óleo de mamona se pode obter também o diesel vegetal, que substitui o óleo diesel derivado do petróleo no uso como combustível.

O potencial industrial do óleo de mamona é caracterizado por dois fatores primordiais: primeiro pela predominância de uma única molécula em sua composição, composto de 89,5% do triglicerídeo do ácido ricinoléico e pela versatilidade química da molécula em que o ácido ricinoléico possui três grupos funcionais altamente reativos permitindo a síntese de um grande número de derivados. Segundo Vieira *et al.*, (1998), a capacidade de processamento da indústria nacional é de 750 mil toneladas de bagas de mamona por ano enquanto cerca de 75% da capacidade industrial se encontram no Nordeste.

O óleo bruto é de coloração palha-claro que, ao ser refinado, fica quase incolor, com odor característico e considerado insalubre por muitas pessoas, mas pode ser facilmente desodorizado: seu sabor desagradável causa náuseas; tradicionalmente medicinal, é laxante e causa irritação na mucosa intestinal, estimulando a evacuação dos intestinos humano e animal; além disso, é solúvel em solventes, como etanol, metanol, éter, clorofórmio e no ácido acético glacial (FREIRE, 2001).

Segundo Ribeiro Filho (1966), sua solubilidade no álcool, com cerca de 44° Cartier possibilita o uso do álcool como combustível sem causar ressecamento nos motores a explosão. De acordo com Gaspar e Silva (1956) e Lins (1964), o óleo de mamona é classificado, comercialmente, como óleo industrial número I, o qual deve ser límpido e brilhante, com no máximo 1% de acidez, 0,5% de impurezas e umidade.

A composição química da semente pode ser afetada pelas altas temperaturas. Os conteúdos de óleo e de proteína se tornam reduzidos em temperaturas acima de 35°C e, abaixo de 15°C, o teor de óleo ficaria reduzido e suas características se tornariam alteradas. De maneira geral, os fertilizantes exercem leve efeito sobre a quantidade de óleo nas sementes (FREIRE, 2001). De acordo com Krug e Mendes *apud* Ribeiro Filho (1966), o teor de óleo das sementes depende de vários fatores, como cultivar utilizada, condições ambientais e

formas de obtenção; quando é obtido das sementes com casca, varia de 36 a 58% na semente inteira e, sem casca, de 50 a 72%, na amêndoa. As variedades atualmente em distribuição no Brasil são IAC 80 e IAC 226 para o Estado de São Paulo (CARVALHO, 1988), com teores de óleo de 47 e 48%, respectivamente.

Para a região Nordeste existem as cultivares Sipeal 28, Baianita e Pernambucana, todas com cerca de 47% de óleo. As cultivares lançadas pela Embrapa Algodão, para as condições semi-áridas do Nordeste são BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, ambas com conteúdo de óleo entre 49 e 48%, respectivamente e consideradas, por Vieira et al. (1998) como as melhores cultivares em distribuição.

2.2.2. Torta

A mamona é conhecida, hoje, como a única oleaginosa que produz óleo glicérido, solúvel em álcool; ela possui entre 35 a 55% de óleo nas sementes. que variam de 0,1 a 10 g/unidade de massa (AZEVEDO *et al.*, 1997), sendo o resíduo de extração do óleo, a torta, que pode ter diversos usos, desde fonte de alimento protéico para animais monogástricos e poligástricos, além de servir de fonte de aminoácidos para os mais variados fins nutricionais (BOSE e WANDERLEY, 1988); depois de desintoxicada, a adubação, com no máximo 70%

Atualmente, com o desenvolvimento de técnicas eficientes para eliminar a sua toxidez, a torta de mamona passou a ter outros usos, embora os mais representativos sejam a adubação e a alimentação animal; como adubo, a torta vem sendo utilizada há muito tempo. Bayma, *apud* Hemerly (1981) afirmava que de todos os adubos vegetais as tortas e os resíduos oleaginosos eram os mais eficientes da classe e, dentre eles os obtidos da mamona eram os de mais alto poder na restauração dos solos. Na Europa e nos Estados Unidos da América, também na década de 30, sua utilização já era muito significativa. Ressalta-se que, nesta época, e nesses países, os adubos minerais já eram largamente fabricados.

2.3. A Torta de mamona como adubo orgânico

Como adubo, a torta é utilizada desde meados do século passado, em diversos países, inclusive no Brasil onde, inicialmente, foi utilizada como tal, na cultura do café. Em comparação com algumas fontes orgânicas de nitrogênio, a mamona apresenta a maior quantidade, na proporção de 37,70 kg/t, enquanto os demais apresentam 3,40 kg/t (esterco bovino), 55 kg/t (esterco misto) e 31,30 kg/t (torta de algodão); além de sua aplicação como adubo e ração animal, outros usos da torta de mamona são mencionados destacando-se, entre eles, os seguintes: matéria-prima para fabricação de material plástico; fontes de ácido aminado, matéria-prima para fabricação de cola e inseticidas de solo (BELTRÃO, 2002).

É aconselhável que a torta, mesmo sendo usada como adubo, passe pelo processo de destoxicação e desalergenização, visto que, como relatado por Small *apud* Icoa (1989), a aplicação deste produto pode causar alergia aos trabalhadores e aos moradores da proximidade para onde a poeira da torta pode ser levada pelo vento, além de poder provocar intoxicação de animais domésticos. Por outro lado, a desintoxicação provavelmente diminua o efeito nematicida do produto, que é um importante atrativo.

Segundo FORNAZIERI JUNIOR (1986), uma torta de boa qualidade é a obtida pelo processo de extração dupla, isto é, submete-se a mamona à prensa e, posteriormente, a tratamento por solventes. A torta, assim obtida, tem baixo teor de óleo residual (1,5%), favorecendo a sua assimilação rápida pelo solo e aproveitamento ao máximo do benefício das chuvas; condições em que a torta de mamona apresenta elevadíssima porcentagem de matéria orgânica e riqueza de macronutrientes, atingindo os seguintes teores: nitrogênio 6,5%; fósforo 2,0% e potássio 1,0%.

2.4. Adubação orgânica

A planta absorve do solo, os nutrientes minerais que ocorrem no solo; só uma ínfima fração (menos de 0,2%) está dissolvida na água do solo, enquanto a maior parte restante, quase 98%, é ligada em detritos orgânicos, húmus e compostos inorgânicos, relativamente insolúveis ou incorporada a substâncias minerais (LARCHER, 1986). Segundo Potafos (1998), todos os nutrientes essenciais necessários à produção de alimentos e fibras estão envolvidos com a qualidade do ambiente. Os dois nutrientes mais freqüentemente associados ao manejo inadequado e à poluição ambiental são o nitrogênio (N) e o fósforo (P). A maior preocupação em relação ao nitrogênio e ao ambiente, diz respeito ao movimento potencial do nitrato não utilizado ou em excesso, através do perfil do solo, estando livre para lixiviar a medida em que a água se movimenta no solo.

Malavolta (1980), afirma que a absorção de elementos pelas raízes é influenciada por fatores externos e internos, ligados à própria planta, em que os fatores externos são: disponibilidade de elementos, aeração, temperatura, umidade e micorrizas. A exigência nutricional de qualquer planta é determinada pela quantidade de nutrientes que ela extrai durante o seu ciclo para obtenção de produções econômicas (STAUT e KURIHARA, 1998). Segundo van Raij (1991), nos solos ácidos há baixa disponibilidade de nitrogênio às plantas, em função da alta adsorção de nitrato e da insuficiente taxa de decomposição bacteriana da matéria orgânica.

Do ponto de vista da sustentabilidade dos sistemas de produção, a aplicação dos resíduos orgânicos, unicamente como forma de restabelecer o balanço de nutrientes do solo, tornou-se função de menor importância. A sincronia da liberação de nutrientes com a necessidade das plantas é uma das metas desejadas (BUNEMANN *et al. apud* AQUINO *et al.*, 2005). O grau de decomposição da matéria orgânica, especialmente da que apresenta alta relação C/N, é muito importante do ponto de vista dos efeitos decorrentes de sua aplicação no solo, já que pode afetar significativamente a produção (BACA *et al.*, 1995), não somente em razão dos efeitos tóxicos, bem conhecidos como, também, pela influência do grau de humificação dos compostos orgânicos na disponibilidade de alguns nutrientes (WALLACE, *apud* AQUINO, 2005).

2.5. Umidade

Segundo Berjak (1987) a umidade na semente tem sido considerada principal fator que permite ou restringe a proliferação de fungos específicos de armazenamento, sendo, assim, o principal determinante na sucessão das espécies fungicas. Apesar da umidade ser o ponto crítico do armazenamento, a temperatura e a umidade relativa estão interrelacionadas e devem ser consideradas de ação complexa, uma dependendo da outra para afetar ou não a incidência de fungos de armazenamento em produtos biológicos (CHRITENSEN *apud* GARCIA *et al.*, 2003).

Segundo Smith *apud* Sousa *et al.* (1986), entre os fatores de maior relevância nas interações físico-biológicas capazes de provocar danos às sementes armazenadas, estão a temperatura e a umidade. Da interação desses fatores podem surgir reflexos indesejáveis que propiciam a infestação por insetos, o desenvolvimento de microrganismos e a aceleração de várias reações químicas, provocando alterações nas características e qualidade do produto armazenado ou, mesmo, inviabilizando sua utilização.

O clima, muitas vezes imprevisível, determina o grau de estabilidade do armazenamento mais do que qualquer outro fator; em geral, um clima quente e úmido nos trópicos fornece condições mais favoráveis para rápida multiplicação das pragas mais destrutivas em produtos de grãos armazenados, enquanto, nas regiões temperadas o clima frio e seco favorece a multiplicação mais lenta de espécies menos destrutivas (SINHA, 1973)

2.6. Armazenamento

As principais condições que influem no desenvolvimento de fungos no armazenamento são: teor de água, temperatura, período de armazenamento, grau de contaminação, quantidade de impurezas, presença de insetos, teor de oxigênio, cuidados com a colheita, beneficiamento e transporte do grão ou semente (GARCIA *et al.*, 2003)

Dentre os fatores que influenciam a manutenção da viabilidade e vigor durante o armazenamento, os principais são: umidade inicial das sementes, temperatura de secagem, umidade relativa do ar e temperatura de armazenamento, tipos de embalagem e duração do

armazenamento (BOSCO *et al.* 1980). As melhores condições a serem usadas variam em relação à espécie. É necessário o controle de todos os fatores devido à sua interdependência, e a falha de um deles pode comprometer o armazenamento (Holmes e Buszewics *apud* QUEIROGA, 1997).

O armazenamento de grãos é parte integrante da cadeia produtiva de alimentos e do processamento de produtos agrícolas. Um armazenamento adequado é um dos principais responsáveis pela manutenção da qualidade do produto que, por sua vez, é considerada parâmetro controlador de seu valor econômico na comercialização (BROOKER *et al.*, 1992). Um fator de muita importância e de grande influência na conservação da qualidade dos produtos armazenados, em particular daqueles biológicos, é o tipo de embalagem a ser utilizada para este fim (SOARES *et al.*, 2001).

BERGEROT (1980) define embalagem como um meio de manter as condições ideais exigidas para cada produto isolando-o, total ou parcialmente, do ambiente que o cerca. Este pensamento, ao mesmo tempo em que ressalta a necessidade do perfeito conhecimento do produto, simplifica o entendimento dos vários aspectos envolvidos na perda de sua qualidade durante a estocagem (CABRAL & FERNANDES, 1980). Os autores citam como exemplo, uma embalagem de café torrado e moído, na qual se destacam os componentes majoritários do produto, o gás carbônico e o ar atmosférico no interior da embalagem e os fatores extrínsecos: umidade relativa ambiente, oxigênio, luz e temperatura que, em maior ou menor escala, interferem na sua deterioração. Para que se possa proteger o produto com eficiência é fundamental o conhecimento de como este perde qualidade – fatores intrínsecos.

Em decorrência, a embalagem cria um micro-ambiente no seu interior, menor ou maior influência do macro ambiente, em função do material utilizado. As principais funções das embalagens são: conter, proteger, transportar, vender e educar (MENDES e ANJOS 1980). Produtos desidratados necessitam de proteção contra penetração de umidade, de modo a não ocorrer o empedramento ou aglomeração. Há casos em que a embalagem deverá impedir a passagem de oxigênio e luz, evitando a rancificação de produtos com alto teor de gordura (CABRAL *et al.*, 1983).

O polipropileno é um material largamente utilizado na embalagem de alimentos; este tipo de embalagem apresenta boa resistência a ácidos fortes e álcalis, muito boa resistência a gases e ao vapor de água, excelente resistência a gorduras e sua permeabilidade ao oxigênio é inferior ao poliestileno.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

A etapa experimental deste trabalho foi conduzida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e no Laboratório de Química, do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Campina Grande, PB.

3.2. Matéria-prima

Utilizou-se a torta de mamona (Figura 3), oriunda de sementes da cultivar BRS Nordestina, produzida pelo processo de prensagem (sem extração por solvente) em mini-usina, no Município de Quixeramobim, CE.



Figura 3. Torta de mamona antes do armazenamento

3.3. Temperatura de armazenamento

As tortas foram armazenadas em temperatura e umidade relativa do ar, cujos valores médios no período do experimento, janeiro a julho de 2005, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios mensais de temperatura e Umidade Relativa do ar do ambiente de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2005

| Meses | Temperatura (°C) | Umidade Relativa (%) |
|-----------|------------------|----------------------|
| Janeiro | 25,1 | 76 |
| Fevereiro | 25,4 | 79 |
| Março | 25,3 | 77 |
| Abril | 24,8 | 77 |
| Maiο | 23,5 | 83 |
| Junho | 21,8 | 89 |
| Julho | 21,3 | 80 |

3.4. Embalagens de armazenamento

As amostras foram armazenadas em embalagens de 500g (Figura 4), em plástico transparente impermeável (polipropileno), e em saco de rafia (nylon), ao abrigo da luz, simulando o armazenamento em propriedades de pequenos produtores rurais.

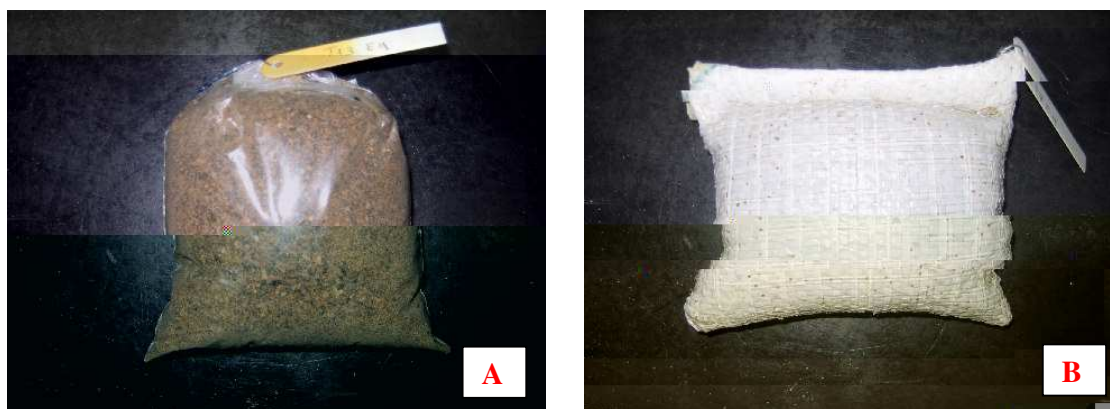


Figura 4. Embalagens do armazenamento da torta de mamona, (A) saco plástico (polipropileno); (B) saco de rafia (nylon)

3.5. Umidades de armazenamento

As amostras foram armazenadas com três teor de umidade inicial: baixa (6% b.u.), média (14% b.u) e alta (22% b.u.).

3.6. Procedimentos de laboratório

Após o armazenamento as amostras foram peneiradas (3,36 mm), com o objetivo de remover resíduos da casca do fruto e uniformizar o tamanho das partículas.

3.7. Períodos de análise

As amostras foram analisadas antes do armazenamento e a cada 2 meses até 6 meses de armazenamento, totalizando 4 avaliações.

3.8. Avaliação das características químicas

3.8.1. Teor de umidade (U)

Determinou-se a quantidade de água pelo método padrão da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, utilizando-se quatro repetições de 5 g por tratamento; a metodologia consistiu em se pesar as amostras em recipientes previamente tarados para se obter o peso úmido (P_1); após o tempo de exposição na estufa, de 24 horas, a amostra foi resfriada em dessecador e pesada obtendo-se, assim, o peso final (P_2). Com os valores iniciais do peso úmido (P_1) e finais do peso seco (P_2) das amostras, calculou-se a quantidade de água, pela seguinte expressão:

$$U = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

donde:

U = umidade (%bu)

P₁ = peso inicial (g)

P₂ = peso final (g)

3.8.2. Teor de cinza e matéria orgânica

Determinou-se o teor de cinzas por meio da metodologia n° 14006, descrita em AOAC (1975), seguindo-se as etapas seguintes:

Inicialmente, os cadinhos foram colocados na mufla a 600°C, durante 30 min aproximadamente e, em seguida, no dessecador, por meia hora, para posterior pesagem da tara; depois, pesaram-se 2g da amostra no cadinho e se fez uma pré-queimagem para facilitar a combustão na mufla; quando esta atingiu a temperatura de 600 °C, prolongou-se o aquecimento por mais 2h; depois, colocou-se o cadinho com cinza durante meia hora no dessecador e se procedeu à pesagem. O cálculo foi feito da seguinte forma:

$$Cz(\%) = \frac{P(\text{cad} + cz) - P(\text{cad})}{PA} \times 100$$

em que:

Cz – teor de cinzas

P (cad+cz) – peso de cadinho + cinza, em g

P (cad) – peso de cadinho, em g

PA – peso amostra, em g

Para o cálculo do teor de matéria orgânica utilizaram-se os valores de teor de umidade e o teor de cinzas, descritos anteriormente, subtraídos de 100, conforme fórmula a seguir:

$$MO = 100 - Cz - U$$

em que:

MO – porcentagem de matéria orgânica

Cz – porcentagem de cinzas

U – porcentagem de umidade

3.8.3. Teor de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK)

✓ *O extrato*

O extrato foi obtido pela digestão da amostra, para a qual se pesaram 100 mg acrescentando-lhe 50 mg de sulfato de sódio, cerca de 10 gotas de sulfato de cobre a 5% e 5 mL de ácido sulfúrico, deixando-se em repouso durante a noite; no dia seguinte, fez-se a digestão, aquecendo-se gradativamente para não haver perda de material; após a completa digestão, resfriou-se e transferiu-se o extrato para balões de 50 mL, aferindo-os com água destilada e homogeneizando bem.

Para determinação do nitrogênio numa alíquota de 1 mL do extrato, adicionou-se 1 mL de NaOH 10%, 1 mL silicato de sódio a 10% e 2mL do Reativo de Nessler, completando-se o volume para 50 mL com água destilada, em balão volumétrico; após 30 minutos, procederam-se às leituras no Thermo Spectronic Genesys 10 UV, em comprimento de onda () de 410 nm. Obtidas as leituras, utilizo-se a fórmula abaixo, nos cálculos.

$$\%N_{sas} = 0,125 \times L \times 2 \times f.U$$

em que,

f.U. – fator de umidade

L – leitura em absorbância

N_{sas} – porcentagem de Nitrogênio sobre amostra seca

Para determinação do fósforo (P), uma alíquota de 20 mL do extrato da solução mineral foi neutralizada com NH₄OH a 20% e transferida, quantitativamente, para balão de 100 mL, aferindo-se com água destilada. Para a dosagem do fósforo (P), pipetou-se uma

alíquota de 5ml do extrato neutralizado e se procedeu à reação do P com o ácido molibídico, formando o fosfomolibdato que foi reduzido pelo ácido ascórbico a frio, formando o complexo do azul de molibdênio, medindo-se por colorimetria, após 30 minutos, a absorbância em comprimento de onda de 720 nm no Thermo Spectronic Genesys 10 UV. Fez-se o cálculo através da equação de regressão do fósforo.

Para determinação do potássio (K), retirou-se uma alíquota do extrato e se fez a leitura no fotômetro de chama digital; antes, aferiu-se o aparelho com soluções padrões em meq K/L; e procederam-se as leituras, obtendo-se o resultado diretamente, apenas multiplicando-se pelo fator de diluição.

3.8.4. Teor de proteína bruta

O teor de proteína foi medido pelo método semimicro Kjeldahl, com adaptação para N, por espectrometria-VIS, segundo o método descrito em LE POIDEVIN e ROBINSON (1964). Para obtenção da proteína bruta multiplicou-se o resultado obtido pelo fator de transformação 6,25.

$$Pr_{sas} = N_{sas} \times 6,25$$

em que:

Pr_{sas} – proteína bruta sobre a matéria seca

N_{sas} – Nitrogênio sobre amostra seca (%)

3.8.5. Teor de acidez

Determinou-se o teor de acidez pela quantidade de hidróxido de potássio necessária para neutralizar os ácidos livres de 1 grama da amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Para determinação da acidez, pesaram-se 2 g de óleo, extraído da torta armazenada, adicionaram-se 25 mL de solução de éter-alcool (2+1) neutra, agitou-se, e 2 gotas do indicador fenolftaléina foram adicionadas. Em seguida, homogeneizou-se bem e titulou-se

com solução de hidróxido de sódio 0,1N até coloração rósea. O índice de acidez foi obtido pela equação seguinte:

$$\text{Índice de acidez} = \frac{V * f * 5,61}{P}$$

donde:

V – volume da solução de hidróxido de sódio 0,1N, gasto na titulação, em ml

f – fator da solução de hidróxido de sódio

P – peso da amostra, em g

3.9. Análise estatística

Os resultados foram analisados objetivando-se identificar mudanças na composição química da torta. O experimento foi conduzido segundo esquema de análise fatorial 3 x 2 x 4, sendo os fatores: 3 umidades (baixa, média e alta), 2 embalagens (plástica e nylon) e 4 períodos de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses), com 3 repetições usando-se ainda, o delineamento inteiramente casualizado.

A análise estatística das características químicas avaliadas durante o armazenamento, foi realizada através o programa computacional ASSISTAT versão 7.2 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2002). A comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey a 1%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teor de umidade

O resumo da análise de variância dos dados da variável umidade da torta está apresentado na Tabela 2. De acordo com os resultados obtidos, a umidade foi significativamente influenciada (1%) pelo teor de umidade inicial, pelas embalagens e pelo período de armazenamento, com presença de interações entre os fatores estudados. O desdobramento das interações entre umidade inicial e embalagens encontra-se na Tabela 3.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o teor de umidade da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de seis meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005

| Fonte de Variação | GL | Q.M. |
|---------------------|----|--------------|
| Umidade inicial (U) | 2 | 1395,07292** |
| Embalagem (E) | 1 | 514,67014** |
| Tempo (T) | 3 | 903,67940** |
| U x E | 2 | 694,19097** |
| U x T | 6 | 19,59606** |
| E x T | 3 | 74,83681** |
| U x E x T | 6 | 98,42708** |
| Resíduo | 48 | 0,54861 |
| C.V. % | | 3,42 |

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade; Q.M. – Quadrado médio

Tabela 3. Valores médios de umidade (%) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens. Campina Grande, PB, 2005

| Níveis de umidade | Embalagens | |
|--------------------|------------|---------|
| | Plástica | Nylon |
| Baixa (6%) | 7,70 cB | 21,8 cA |
| Média (14%) | 16,04 bB | 24,6 bA |
| Alta (22%) | 33,16 aA | 26,5 aB |

DMS para colunas = 0,7313; DMS para linhas = 0,6083; MG = 21,64%;

DMS – Desvio mínimo significativo; MG – Média geral;

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se, de acordo com a Tabela 3, a umidade da torta de mamona foi influenciada pela embalagem. O teor de umidade foi mais elevado quando a torta foi armazenada na embalagem de nylon apresentando em média um acréscimo de 15,8, 10,6 e 4,5% para as umidades iniciais de 6, 14 e 22%; por outro lado, a torta armazenada na embalagem de plástico, que tem menor permeabilidade, permitiu que os ganhos de umidade fossem de 1,7, 2,0 e 11,2% para os níveis de umidade testados 6, 14 e 22%, respectivamente.

Na embalagem de plástico esperava-se menor variação da umidade, haja vista possuir baixa permeabilidade e este comportamento ocorreu quando a umidade inicial foi de 6 e 14%, porém, quando a umidade inicial foi de 22%, o ganho de umidade desta embalagem foi destacadamente maior, de forma que a umidade final atingiu 33%, o que deve ter provocado diminuição na massa de torta sem a equivalente perda de água e, conseqüentemente, houve aumento no teor de umidade por concentração. Observou-se crescimento de fungos e produção de odor de material em decomposição na torta armazenada com alta umidade (22%) na embalagem de plástico (Figura 5).



Figura 5. Torta de mamona armazenada a 22% de umidade na embalagem plástica. Campina Grande, PB, 2005

A embalagem de nylon confirmou sua maior permeabilidade, o que permitiu maiores variações no teor de umidade final, principalmente quando a torta foi armazenada sob baixa umidade inicial; na torta armazenada com alta umidade inicial (22%) houve pequeno aumento, pois o produto já estava próximo à umidade de equilíbrio com o ambiente; portanto, o crescimento e o desenvolvimento de fungos e odores nesta embalagem foram menores que na embalagem de plástico, mesmo na torta armazenada com alta umidade (Figura 6).

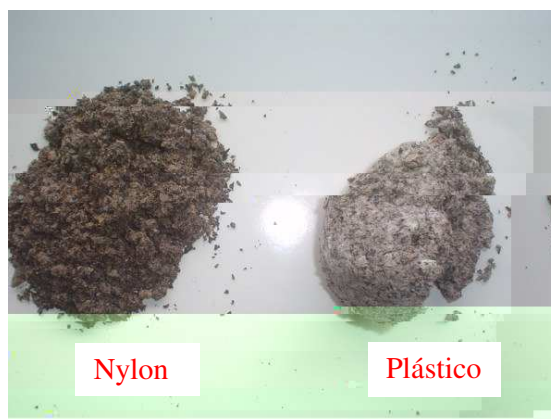


Figura 6. Torta de mamona armazenada com 22% de umidade nas embalagens de nylon e plástico, Campina Grande, PB, 2005

Quanto ao comportamento da umidade inicial durante o período de armazenamento, observando-se a Figura 7A, verificando-se a ocorrência de alterações nos três níveis de umidade (baixa, média e alta) durante todo o armazenamento (seis meses), obtendo-se os maiores teores de umidade (%), cerca de 38,33% quando se aplicou 22% de umidade no início do armazenamento. Obteve-se os menores teores de umidade (22,25%) quando se submeteu a torta de mamona a 6% de umidade inicial a seis meses do armazenamento. Avaliando-se a evolução do teor de umidade em função do tempo de armazenamento, verifica-se que a umidade aumentou sucessivamente com o tempo de armazenamento, além de um ganho de 52,3%, quando então se aumentou o tempo de 2 para 4 meses e de 7% de 4 para 6 meses do armazenamento na maior umidade inicial (22%).

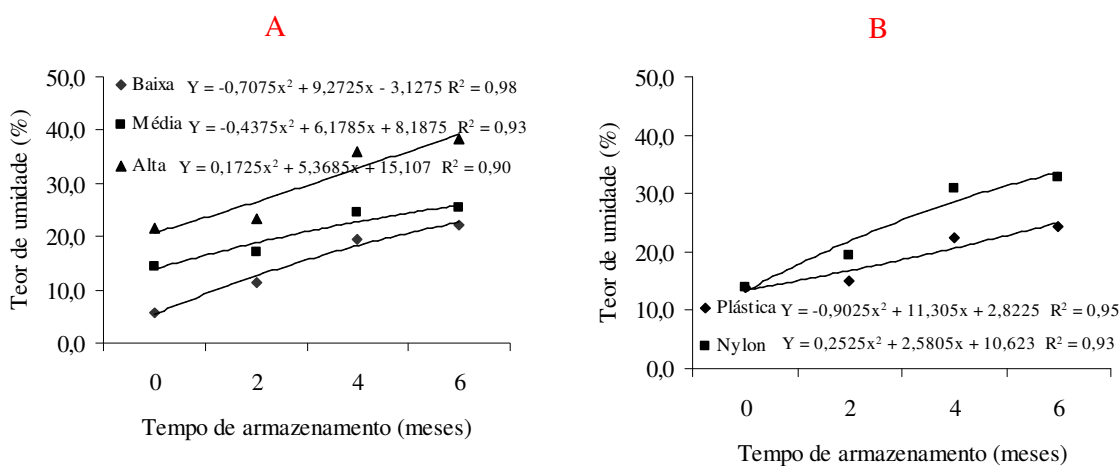


Figura 7. Umidade (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Umidade (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástico e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005

No tocante aos efeitos das embalagens no teor de umidade da torta de mamona durante o armazenamento e se observando a Figura 7B, nota-se que o teor de umidade aumentou de forma quadrática em ambas as embalagens testadas, embora se tenha observado uma pequena diferença entre as embalagens. Observou-se, também, teor máximo de umidade de 32,83% quando se armazenou a torta na embalagem de nylon, avaliada aos 6 meses. Para a embalagem plástica foi transparente o teor de umidade de 24,44% no mesmo tempo de armazenamento aplicado à embalagem de nylon, representando um ganho de 8,4%, que pode ser atribuído à permeabilidade da embalagem de nylon em virtude de entrada de vapor de água e, conseqüentemente, aumentando o teor de umidade da torta de mamona.

4.2. Teor de cinza e matéria orgânica

De acordo com a análise de variância (Tabela 4) observa-se, pelo teste F que o teor de cinzas e de matéria orgânica da torta de mamona diferiram significativamente ao nível de 1% de probabilidade e os efeitos das interações após o desdobramento (Tabela 5).

Tabela 4. Resumo das análises de variância para o teor de cinza e matéria orgânica da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de 6 meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005

| Fonte de Variação | GL | Quadrado médio | |
|-------------------|----|----------------|------------------|
| | | Cinza | Matéria orgânica |
| Umidade (U) | 2 | 18,10601** | 1698,15748** |
| Embalagem (E) | 1 | 7,26440** | 646,92045** |
| Tempo (T) | 3 | 28,80684** | 1219,54313** |
| U x E | 2 | 25,89607** | 937,47604** |
| U x T | 6 | 5,83253** | 19,42506** |
| E x T | 3 | 3,65552** | 96,18042** |
| U x E x T | 6 | 14,62099** | 150,60611** |
| Resíduo | 48 | 0,40168 | 0,93924 |
| C.V.(%) | | 9,14 | 1,35 |

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade

Tabela 5. Valores médios de cinza e matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens. Campina Grande, PB, 2005

| Níveis de umidade | Cinzas | | Matéria orgânica | |
|--------------------|----------|---------|------------------|----------|
| | Plástica | Nylon | Plástica | Nylon |
| Baixa (6%) | 5,47 bB | 6,44 bA | 86,82 aA | 71,72 aB |
| Média (14%) | 5,95 bB | 6,46 bA | 78,00 bA | 66,85 bB |
| Alta (22%) | 7,42 aB | 8,47 aA | 58,41 cB | 66,67 bA |

DMS para colunas = 0,6257; DMS para linhas = 0,5205; MG = 6,93%; (Cinza)

DMS para colunas = 0,9568; DMS para linhas = 0,7959; MG = 71,41%; (M. orgânica)

DMS – Desvio mínimo significativo; MG – Média geral;

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

A percentagem de cinza da torta de mamona, diferiu significativamente entre os diferentes níveis de umidade e os tipos de embalagem, maior percentagem de cinzas foi obtida quando se armazenou a torta de mamona na embalagem de nylon a 22% de umidade (umidade alta) e menor quando se armazenou a torta na embalagem plástica a 6% de umidade. Quando se compara a percentagem de cinza da torta de mamona armazenada na embalagem plástica em relação aos níveis de umidade aplicados no armazenamento, constata-se um incremento de 1,95% entre o menor e o maior nível de umidade testado. Para a embalagem de nylon o incremento na percentagem de cinza em detrimento da umidade, foi de 2,03%. A percentagem de cinza obtido na torta de mamona foi significativamente superior quando se armazenou a torta na embalagem de nylon a 22% de umidade. A literatura não faz referências sobre percentagem de cinza em torta de mamona armazenada em diferentes embalagens e níveis de umidade; contudo, é possível explicar que o armazenamento da torta de mamona na embalagem de nylon possibilitou maior processo de oxidação e decomposição do produto justificando, assim, o teor de cinza mais elevado. Com relação aos efeitos da umidade na velocidade de decomposição do produto e conseqüente maior percentagem de cinza é possível justificar que, quando se armazena a torta em níveis de umidade elevados, pode ocorrer uma rápida mineralização justificando, desta forma, a maior percentagem de cinzas obtida neste estudo.

Quanto aos efeitos da umidade e da embalagem na percentagem de matéria orgânica da torta de mamona e se observando na mesma Tabela, foi maior a percentagem de matéria orgânica quando se armazenou a torta na embalagem plástica a 6% de umidade, diferindo significativamente dos demais níveis de umidade testados, enquanto na embalagem plástica a

percentagem máxima foi de 86,82% de matéria orgânica e a mínima, de 58,41%, quando se aplicou 22% de umidade no armazenamento. É provável que o aumento no nível de umidade aplicado à torta tenha favorecido a sua decomposição e, portanto, proporcionando menor percentagem de matéria orgânica e maior percentagem de cinzas, conforme já discutido.

Na embalagem de nylon a percentagem de matéria orgânica foi menor quando comparada à embalagem plástica, porém apresentou comportamento similar ao observado para a embalagem plástica quando os níveis de umidade foram aumentados durante o armazenamento; é provável, portanto, que em função do aumento da umidade haja corrido um aumento no teor de cinza e redução no teor de matéria orgânica, razão já discutida antes.

Com relação aos efeitos dos níveis de umidade e das embalagens no teor de cinza durante o período de armazenamento (Figura 8A e 8B), observa-se que ocorreu um aumento considerável no teor de cinza, principalmente quando se armazenou a torta a 22% de umidade; por outro lado, quando se armazenou a torta a 6% e 14% de umidade observou-se tendência de estabilidade entre os tempos de armazenamento; para o teor de cinzas em função da embalagem, constata-se superioridade da embalagem de nylon em relação à embalagem plástica, principalmente dos 4 para 6 meses do armazenamento.

Quanto aos efeitos dos níveis de umidade sobre o teor de matéria orgânica nos diferentes períodos de armazenamento (Figura 9A) tem-se que o teor de matéria orgânica reduziu consideravelmente, em função do tempo de armazenamento. Obteve-se o maior teor de matéria orgânica quando se foram aplicados 6% de umidade antes do armazenamento (aproximadamente 90% de matéria orgânica) e o menor teor foi constatado quando após a aplicações de 22% de umidade aos 6 meses do armazenamento. No tocante aos efeitos da embalagem, Figura 9B, verifica-se comportamento similar ao constatado na Figura 8A; ocorreu um decréscimo significativo no teor de matéria orgânica, como tempo de armazenamento, sendo este efeito mais acentuado quando se armazenou a torta de mamona em embalagem de nylon. É provável que a embalagem de nylon, por apresentar consistência porosa, tenha possibilitado maior penetração da umidade, facilitando o processo microbiano com conseqüente aumento na decomposição da torta de mamona e redução no teor de matéria orgânica.

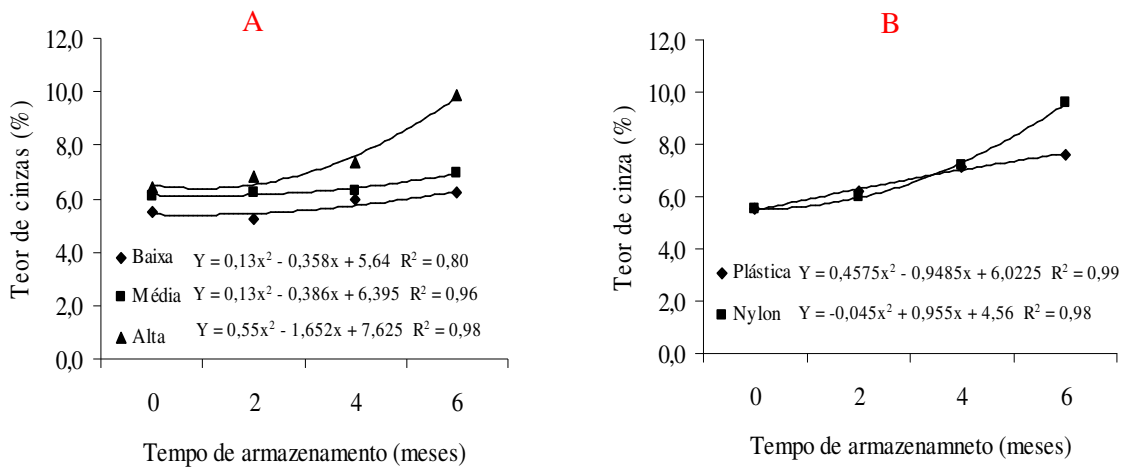


Figura 8. (A) Cinza (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Cinza (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005

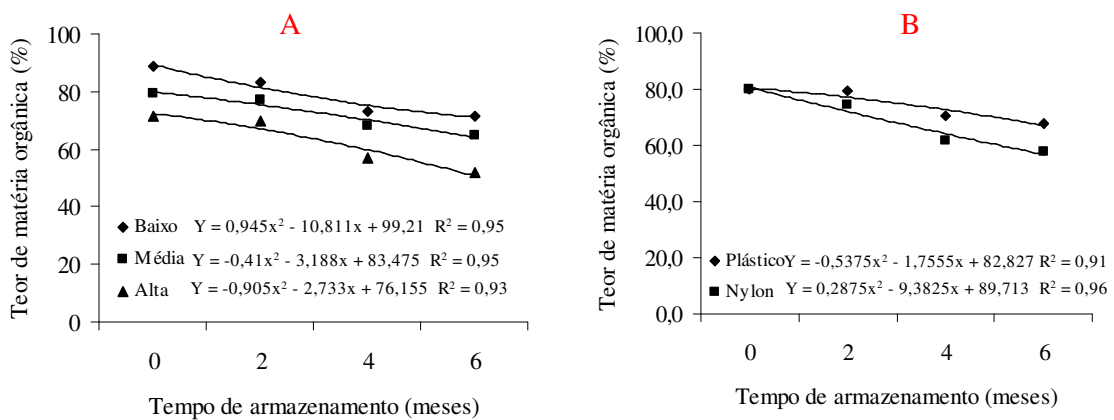


Figura 9. (A) Matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005

4.3. Teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK)

O teor de N, P e K na torta de mamona diferiu significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade, em função dos teores de umidade, dos tipos de embalagem, do período de armazenamento e das interações entre esses fatores (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Resumo das análises de variância para o teor de nitrogênio, fósforo e potássio da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de 6 meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005

| Fonte de Variação | GL | Quadrado médio | | |
|-------------------|----|----------------|-----------|-----------------------|
| | | N | P | K |
| Umidade (U) | 2 | 16,02042** | 0,48040** | 0,28996** |
| Embalagem (E) | 1 | 7,47556** | 0,02494** | 0,00269 ^{ns} |
| Tempo (T) | 3 | 115,98333** | 3,19660** | 0,47841** |
| U x E | 2 | 9,54347** | 0,28226** | 0,23026** |
| U x T | 6 | 4,46153** | 0,06955** | 0,01902** |
| E x T | 3 | 0,86852** | 0,02774** | 0,08883** |
| U x E x T | 6 | 2,30977** | 0,04459** | 0,03642** |
| Resíduo | 48 | 0,17861 | 0,00317 | 0,00318 |
| C.V. (%) | | 5,46 | 4,65 | 6,05 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo

Tabela 7. Teor médio de nitrogênio, fósforo e potássio (%) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens. Campina Grande, PB, 2005

| Níveis de umidade | Embalagens | | | | | |
|--------------------|------------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | Nitrogênio | | Fósforo | | Potássio | |
| | Plástico | Nylon | Plástico | Nylon | Plástico | Nylon |
| Baixa (6%) | 6,28 cB | 7,74 bA | 0,97 cB | 1,15 bA | 0,78 cB | 0,91 aA |
| Média (14%) | 6,92 bB | 8,20 aA | 1,14 bB | 1,28 aA | 0,85 bB | 0,92 aA |
| Alta (22%) | 9,02 aA | 8,21 aB | 1,45 aA | 1,24 aB | 1,17 aA | 0,93 aB |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

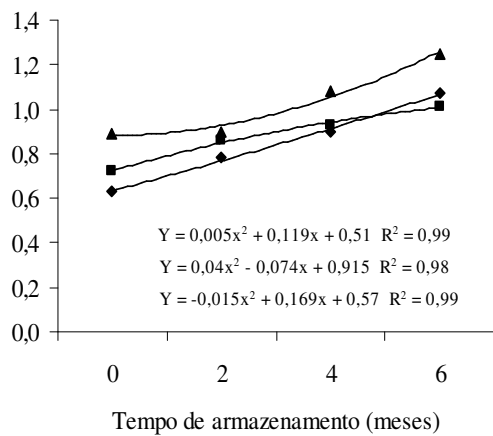
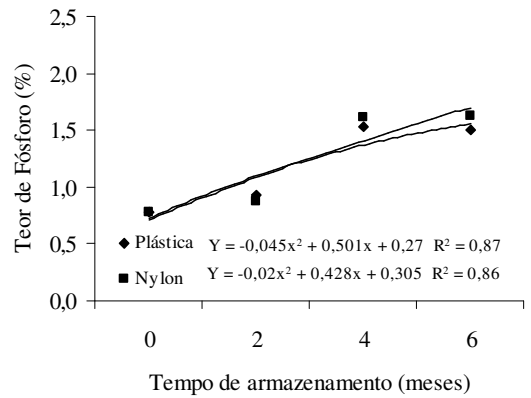
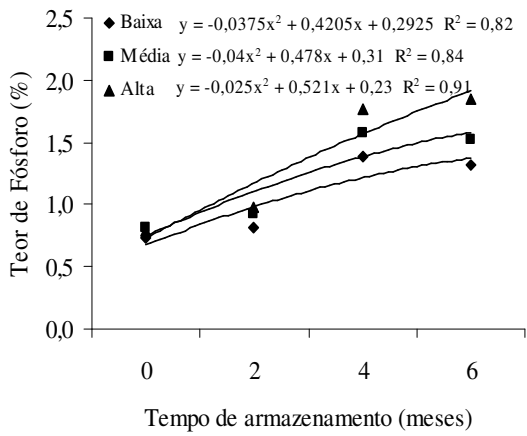
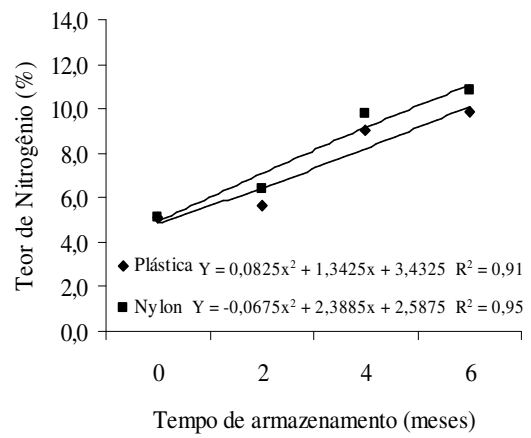
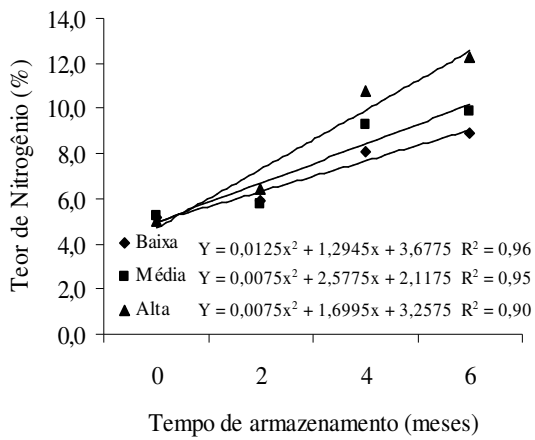
Os teores de N, P e K variaram amplamente em função dos níveis de umidade e da embalagem (Tabela 7). Os maiores teores de N, P e K foram constatados quando aplicados 22% de umidade na embalagem plástica (9,02%), (1,45%) e (1,17%) e os menores foram constatados quando após a aplicação de 6% de umidade e se armazenou a torta na embalagem plástica, constatando-se teores de (6,28%), (0,97%) e (0,78%), respectivamente. O aumento nos níveis de umidade aplicado à torta durante o armazenamento favoreceu a mineralização da torta com conseqüente acréscimo nos teores de N, P e K. É possível que, por efeito de concentração, esses elementos tenham aumentado significativamente na torta, diferindo de

forma significativa pelo teste de Tukey dos níveis baixo e médio de umidade (6 e 14%), exceto para a embalagem de nylon, cujos teores de N, P e K foram similares.

Por ser a torta de mamona um produto orgânico utilizado como fertilizante, é de grande importância se conhecer sua composição química e conseqüente teores de N, P e K, durante o armazenamento.

Quanto à influência dos níveis de umidade (6, 14 e 22%) nos teores de N, P e K durante os períodos de armazenamento testados, observou-se maior teor de N (12,25%), P (1,85%) e K (1,25%) com a aplicação de 22% de umidade aos 6 meses do armazenamento (Figura 10A, 10C e 10E). Contrastando-se os efeitos dos níveis de umidade sobre o teor de N, P e K ao longo do período do armazenamento, observou-se que, quando se aplicaram 6 e 14% de umidade, os teores desses elementos foram menores que aqueles observados no nível de umidade mais elevado (22%).

No tocante aos efeitos das embalagens sobre o teor de N, P e K durante o período de armazenamento da torta e se observando a Figura 10B, 10D e 10F, respectivamente, concluiu-se que os teores de N, P e K aumentaram de forma quadrática com o tempo de armazenamento. Maiores teores desses nutrientes foram diagnosticados na embalagem de nylon (10,84% de N, 1,63% de P e 1,17% de K, respectivamente) aos 6 meses de armazenamento, embora não tenha diferido significativamente dos teores observados na embalagem plástica. Uma das explicações para a superioridade dos teores de NPK constatados na embalagem de nylon, pode ser o fato desta embalagem ter propiciado condições mais adequadas para a entrada de umidade favorecendo, então, a decomposição da torta, de forma mais rápida, com conseqüente concentração destes nutrientes na torta de mamona.



4.4. Teor de proteína bruta

O teor de proteína bruta foi significativamente influenciado pela umidade, embalagem e pelo tempo de armazenamento, apresentando interações significativas pelo teste F a 1% de probabilidade (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para o teor de proteína bruta da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de seis meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005

| Fonte de Variação | GL | Q.M. |
|-------------------|----|--------------|
| Umidade (U) | 2 | 625,73685** |
| Embalagem (E) | 1 | 291,93334** |
| Tempo (T) | 3 | 4530,83439** |
| U x E | 2 | 372,78190** |
| U x T | 6 | 174,30353** |
| E x T | 3 | 33,91841** |
| U x E x T | 6 | 90,23399** |
| Resíduo | 48 | 6,97822 |
| C.V. % | | 5,46 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade; Q.M. – Quadrado médio

A embalagem influenciou o teor de proteína bruta da torta de mamona, quando acondicionada a 6, 14 e 22% de umidade, respectivamente. Teores de proteína bruta da ordem de 56,40% foram observados na embalagem plástica armazenada a 22% de umidade; por outro lado, quando se acondicionou a torta na embalagem de nylon com o mesmo nível de umidade testado para a embalagem plástica (22%) notou-se que a proteína bruta diferiu significativamente pelo teste de Tukey dos valores observados, quando acondicionada na embalagem de nylon, atingindo o teor de 51,35% de proteína bruta (Tabela 9).

O teor de proteína variou amplamente em resposta aos diferentes níveis de umidade aplicados durante o armazenamento, porém, Contudo, as diferenças foram significativas apenas quando se aplicaram 22% de umidade e se acondicionou a torta na embalagem plástica; por sua vez, na embalagem de nylon a resposta da aplicação da umidade sobre o teor de proteína bruta da torta de mamona foi similar à observada na embalagem plástica, obtendo-se os maiores valores (51,30 e 51,35%) nos níveis mais elevados de umidade (14 e 22%), embora não tenham diferido significativamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 9. Valores médios de proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada em função de diferentes teores de umidades e das embalagens. Campina Grande, PB, 2005

| Níveis de umidade | Embalagens | |
|-------------------|------------|----------|
| | Plástico | Nylon |
| Baixa (6%) | 39,27 cB | 48,38 bA |
| Média (14%) | 43,28 bB | 51,30 aA |
| Alta (22%) | 56,40 aA | 51,35 aB |

DMS para colunas = 2,6080; DMS para linhas = 2,1695; MG = 48,33%;

DMS – Desvio mínimo significativo; MG – Média geral;

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A superioridade do teor de proteína bruta verificada quando a torta foi armazenada em embalagens plástica quando comparada com a embalagem de nylon a 22% de umidade pode ser atribuída ao fato de que ocorreu um intenso processo de decomposição da torta pela ação microbiana, contribuindo significativamente para um aumento no teor de proteína e N, conforme já discutido; outrossim, o processo de renovação das populações microbianas durante a decomposição da torta pode ter contribuído positivamente pela inclusão de alguns aminoácidos à composição química da torta de mamona.

Quanto à influência da umidade aplicada sobre a conservação da torta durante o armazenamento observa-se, através da Figura 11A, resposta quadrática para o teor de proteína bruta. Maiores teores de proteína foram obtidos quando se armazenou a torta a 22% de umidade, em seis meses.

No tocante à evolução do teor de proteína bruta em resposta aos diferentes períodos de armazenamento, em todos os níveis de umidade testados, observa-se que à medida que se aumentou o tempo de armazenamento, ocorreu um acréscimo sobre o teor de proteína bruta; uma das explicações para isto é que, com o tempo de armazenamento, ocorre quebra das macromoléculas e síntese microbiana de produtos, como é o caso da proteína bruta, e outros compostos nitrogenados, aqui não discutidos (Figura 11A).

Quanto aos efeitos das embalagens sobre o teor de proteína em função do tempo de armazenamento, nota-se que, na embalagem de nylon, o teor de proteína foi levemente maior que aquele observado para a embalagem plástica (Figura 11B). Quanto aos efeitos do tempo de armazenamento sobre o teor de proteína bruta da torta armazenada nas diferentes embalagens, vê-se resposta similar às observadas quando se avaliou a influência dos

diferentes níveis de umidade para esta variável. Como já referido, o tempo de armazenamento favorece a decomposição da torta de síntese de novos produtos, o que justificaria plenamente esses resultados.

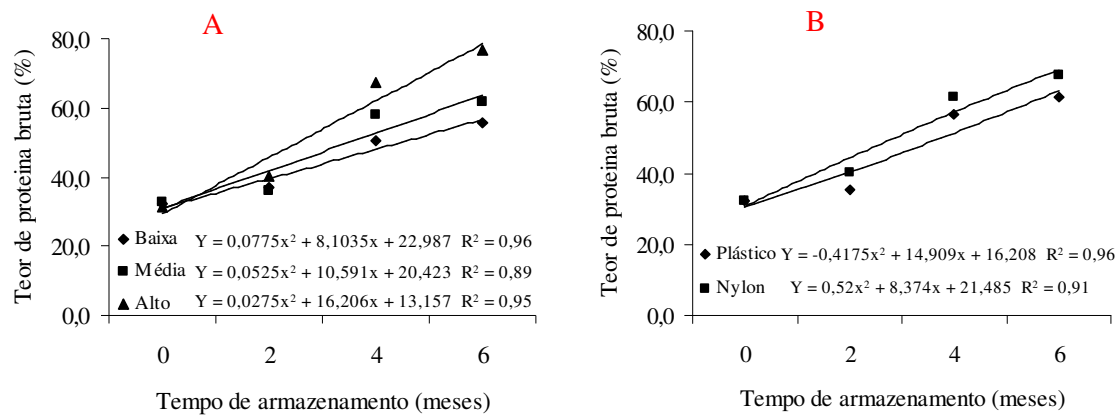


Figura 11. (A) proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) proteína bruta (%) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005

4.5. Teor de acidez

Analisando-se os dados do resumo de variância para o teor de acidez apresentado na Tabela 10, verificam-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey, para os fatores umidade inicial, embalagem e tempo de armazenamento e para todas as interações.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para o teor de acidez da torta de mamona, sob diferentes tratamentos, ao longo de 6 meses de armazenamento. Campina Grande, PB, 2005

| Fonte de Variação | GL | Q.M. |
|-------------------|----|-------------|
| Umidade (U) | 2 | 71.07794** |
| Embalagem (E) | 1 | 50.93769** |
| Tempo (T) | 3 | 195.06630** |
| U x E | 2 | 0.32327** |
| U x T | 6 | 3.58646** |
| E x T | 3 | 12.75463** |
| U x E x T | 6 | 2.85149** |
| Resíduo | 48 | 0.04365 |
| C.V.% | | 3,89 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Analisando-se a Tabela 11, verifica-se que os maiores níveis de acidez foram constatados quando se acondicionou a torta de mamona na embalagem de nylon a 22% de umidade (8,08 mgKOH/g óleo), diferindo significativamente dos valores obtidos quando da aplicação de 6 e 14% de umidade durante o armazenamento. Menores teores de acidez foram verificados na embalagem plástica, principalmente quando se armazenou a torta com 6 e 14% de umidade (3,24 e 3,79 mgKOH/g óleo).

A acidez da torta de mamona é uma característica desfavorável quando se deseja fertilizar o solo ou utilizá-la como alimento animal; desta forma, o conhecimento, a priori sobre o teor de acidez na torta, é de suma importância, sobretudo se deseja armazená-la por períodos mais longos. Ainda na mesma Tabela verifica que a embalagem plástica ofereceu melhores condições para o armazenamento em todos os níveis de umidade testados; por outro lado, e se analisando a influência dos níveis de umidade aplicados para a conservação da torta, observa-se que os níveis mais baixos, 6 e 14%, foram mais indicados, uma vez que reduziram significativamente o processo de acidificação da torta, fato este constatado para ambas as embalagens utilizadas porém a embalagem plástica propiciou condições mais adequadas para que ocorresse redução do processo da cadeia enzimática contida nos ácidos graxos. Prevvia-se que o aumento nos níveis de umidade aplicados à torta durante o armazenamento, propiciasse condições adequadas para que ocorresse maior acidificação da torta.

Tabela 11. Valores médios de acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada em diferentes umidades, em função das embalagens,. Campina Grande, PB, 2005

| Níveis de umidade | Embalagens | |
|--------------------|------------|---------|
| | Plástica | Nylon |
| Baixa (6%) | 3.24 cB | 4.78 cA |
| Média (14%) | 3.79 bB | 5.74 bA |
| Alta (22%) | 6.52 aA | 8.08 aA |

DMS para colunas = 0.2063; DMS para linhas = 0.1716; MG = 5.36 mgKOH/g óleo

DMS – Desvio mínimo significativo; MG – Média geral;

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Com respeito aos efeitos do tempo de armazenamento sobre o teor de acidez da torta de mamona acondicionada em diferentes níveis de umidade (6, 14 e 22%), e embalagens (plástico e nylon) constata-se, observando-se as Figuras 12A e 12B, que ocorreu maior teor de acidez quando se aplicou 22% de umidade e se os acondicionou na embalagem de nylon. Acompanhando-se a evolução do processo de acidificação nos diferentes tempos de armazenamento verifica-se que este foi crescente, atingindo picos máximos aos seis meses; previa-se que, com o tempo de armazenamento, o processo de acidificação aumentasse, principalmente em condições de alta umidade.

Como já discutido, a embalagem plástica apresentou melhores condições para o armazenamento uma vez que se verificou uma pequena redução no teor de acidez da torta quando comparada com aquele apresentado pela embalagem de nylon.

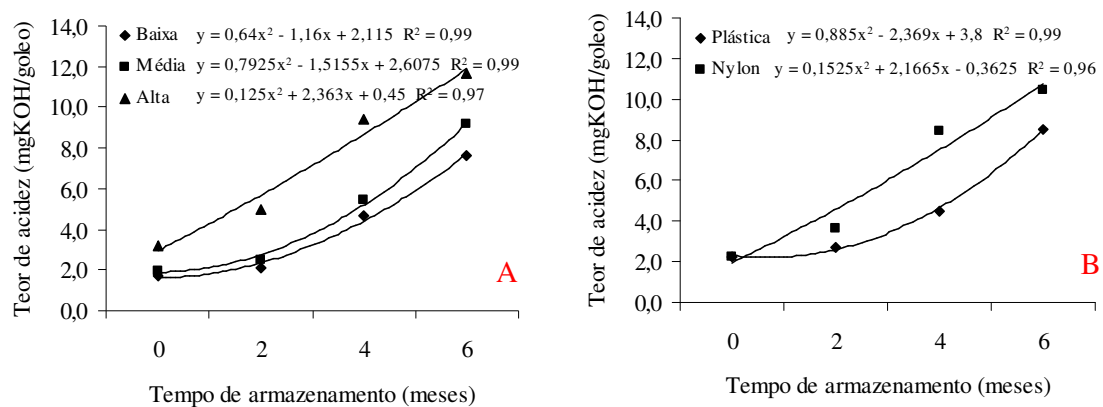


Figura 12. (A) Acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada com três níveis de umidade: baixa (6%), média (14%) e alta (22%); (B) Acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenada em duas embalagens (plástica e nylon), no período de 6 meses. Campina Grande, PB, 2005

5. APRECIÇÃO GERAL DOS RESULTADOS

Com os resultados obtidos, pode-se estabelecer, com relação a:

5.1. Teor de umidade

- 5.1.1. Os tratamentos empregados exerceram efeito significativo pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade sobre o teor de umidade da torta de mamona, durante todo o armazenamento.
- 5.1.2. Com o desdobramento das interações verifica-se, de maneira geral, aumento significativo do teor de umidade da torta de mamona nos dois tipos de embalagem empregados, principalmente na embalagem de nylon.
- 5.1.3. A torta armazenada na embalagem plástica com teor de umidade inicial de 22% (b.u.), aumentou a maior variação de umidade propiciando o desenvolvimento de fungos e, por conseguinte, seu apodrecimento.
- 5.1.4. Com o desdobramento da análise de regressão verifica-se uma regressão polinomial do teor de umidade da torta de mamona proporcional ao teor de umidade inicial, em função do período de armazenamento.
- 5.1.5. Analogicamente, verifica-se um aumento do teor de umidade da torta de mamona nos dois tipos de embalagem empregados, em função do período de armazenamento.

5.2. Teor de cinza e matéria orgânica

- 5.2.1. Os tratamentos usados exerceram efeito significativo pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade sobre o teor de cinza e matéria orgânica da torta de mamona, durante todo o armazenamento.

- 5.2.2. Com o desdobramento das interações verifica-se aumento significativo do teor de cinza no maior nível de umidade inicial (22%) em relação aos demais, principalmente na embalagem de nylon, quando comparada com a plástica.
- 5.2.3. Quanto maior o teor de umidade menor o teor de matéria orgânica, destacando-se o teor da embalagem plástica, que diferiu significativamente nas três umidades, tendo redução acentuada quando armazenada aos 22% de umidade.
- 5.2.4. Com o desdobramento da análise de regressão, nota-se um aumento quadrático do teor de cinzas da torta de mamona, em particular no maior nível de umidade, no intervalo de quatro aos seis meses de armazenamento.
- 5.2.5. As embalagens diferiram significativamente em relação ao período de armazenamento; contudo, essa diferença se destaca aos 4 meses de armazenamento da embalagem de nylon em relação à plástica.
- 5.2.6. Quando se compararam o nível de umidade e as embalagens em função do período de armazenamento, observou-se que houve redução do teor de matéria orgânica no decorrer de todo o experimento (seis meses).

5.3. Teor de nitrogênio, fósforo e potássio

- 5.3.1. Os tratamentos empregados exerceram efeito positivo significativo pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade sobre os teores dos três nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio, da torta de mamona durante todo o armazenamento.
- 5.3.2. Quanto às interações, vê-se, de maneira geral, aumento significativo no teor de N, P e K da torta de mamona, de acordo com o teor de umidade nas duas embalagens.
- 5.3.3. A torta de mamona armazenada a 22% de umidade no início do armazenamento apresentou, na embalagem plástica, aumento significativo de N, P e K, em relação à embalagem de nylon, quando comparada com os demais teores de umidade.

5.3.4. Todos os nutrientes estudados (nitrogênio, fósforo e potássio) tiveram aumento significativo em todo o período de armazenamento, tanto em relação aos níveis de umidade inicial quanto em relação às embalagens armazenadas.

5.4. Teor de proteína bruta

5.4.1. Os tratamentos usados exerceram efeito significativo pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade sobre o teor de proteína bruta da torta de mamona, durante todo o armazenamento.

5.4.2. Com o desdobramento das interações, verifica-se um aumento significativo do teor de proteínas, de acordo com o teor de umidade inicial do armazenamento, nas duas embalagens.

5.4.3. A torta de mamona armazenada a 22% de umidade no início do armazenamento apresentou, na embalagem plástica, aumento significativo de 5,05% de proteína bruta em relação a embalagem de nylon.

5.4.4. O teor de proteína bruta aumentou de acordo com o período de armazenamento, acentuando este acréscimo no maior nível de umidade (22%) e na embalagem de nylon, durante todo o armazenamento.

5.5. Teor de acidez

5.5.1. Os tratamentos empregados exerceram efeito significativo pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade sobre o teor de acidez da torta de mamona durante todo o armazenamento.

5.5.2. Com o desdobramento das interações verifica-se, de forma geral, aumento significativo do teor de acidez da torta de mamona nos dois tipos de embalagem empregados, à medida que se aumenta o teor de umidade.

- 5.5.3. Constatou-se um aumento quadrático do teor de acidez da torta de mamona proporcional ao teor de umidade inicial, em função do período de armazenamento.
- 5.5.4. Verificou-se aumento do teor de acidez da torta de mamona nos dois tipos de embalagem empregados, em função do período de armazenamento, sobretudo na embalagem de nylon.

6. CONCLUSÕES

- ✓ Os níveis de umidade da torta de mamona foram influenciados pelas embalagens utilizadas durante o armazenamento, ocorrendo maior aumento quando armazenada em saco de nylon.
- ✓ Quando armazenada sob umidade elevada, a torta de mamona tendeu a se mineralizar rapidamente, promovendo aumento significativo no teor de cinza e, conseqüentemente, diminuindo o teor de matéria orgânica.
- ✓ O teor de umidade da torta de mamona armazenada influencia nos seus nutrientes, uma vez que contribui para a incidência de microrganismos, viabilizando o aumento dos teores de NPK durante o armazenamento por períodos longos (seis meses).
- ✓ O teor de proteína bruta aumentou significativamente em função do teor de umidade e do tipo de embalagem durante o armazenamento, sendo este mais acentuado quando armazenado na embalagem de nylon.
- ✓ O teor de acidez aumentou ao longo de todo o armazenamento sempre que se aumentou o nível de umidade da torta de mamona, principalmente na embalagem de nylon.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E.T. de.; COUTO, S.M.; QUEIROZ, D.M. de.; FARONI, L.R.D.; PEIXOTO, A.B. Qualidade de sementes de milho armazenadas em silo metálico cilíndrico. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v.28, n.2. p.23-30, 2003.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Official Analytical Chemists**. 12 ed. Washington, 1094p. 1975.

AQUINO, A.M. de.; ALMEIDA, D.L. de.; GUERRA, J.G.M.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana, colóides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1087-1093, 2005.

AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; SOARES, J.J.; VIEIRA, R. de M.; MOREIRA, J. de A.N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 52p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 25).

BACA, M.T.; DELGADO, I.C.; DE NOBILI, M.; ESTEBAN, E.; SANCHEZ-RAYA, A.J. Influence of compost maturity on nutrient status of sunflower. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.26, p.169-181, 1995.

BELTRÃO, N.E. de M. **Torta de mamona (*Ricinus communis* L.): fertilizante e alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. (Comunicado Técnico, 171).

BERGEROT, J.F. **Embalagens convertidas**. Seminário de embalagens flexíveis para alimentos. ITAL, 1980. 63p.

BERJAK, P. Stored seeds. The problems caused by microorganisms (with particular reference to the fungi). In: INTERNACIONAL ADVANCED COURSE, 1., 1987, Passo Fundo. Proceedings... Passo Fundo: COPASEM, 1987. p.38-50.

BOSCO, J.; POPINIGIS, F.; PESKE, S.T.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Armazenamento de sementes de feijão vigna (*vigna unguiculata* L., WALP) em algumas localidades do Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.5, n.2, p.37-42, 1980.

BOSE, M.L.V.; WANDERLEY, R. da C. Digestividade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo de mamona desintoxicado e de ferro de alfafa em ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.5. p.456-464, 1988.

BROD, F.P.R.; ALONSO, L.F.T.; PARK, K.J. **Secagem de produtos agrícolas**. Campinas: Unicamp, 1999. 122p. (Apostila).

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992, 450p.

CABRAL, A.C.D.; MADI, L.F.C.; SOLER, R.M.; ORTIZ, S.A. EMBALAGEM DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS. São Paulo: Secretaria da Indústria e Comércio, Ciências e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1983. 338p.

CABRAL, A.C.D.; FERNANDES, M.H.C. Aspectos gerais sobre a vida-de-prateleira de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.4, p.371-479, out./dez. 1980.

CARTAXO, W.V.; BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, O.R.R.F. da; SEVERINO, L.S.; SUASSUNA, N.D.; SOARES, J.J. **Cultivo da mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2004. 20p. (EMBRAPA Algodão. Circular Técnica, 77).

CARVALHO, L.O. de. **Cultura da mamoneira**. Campinas: CATI, 1988. 3p. (CATI. Comunicadp técnico, 73).

CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação Industrial do Óleo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E. F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Serviço de Comunicação Tecnológica, 2001. 350p.

COELHO, I. **Avaliação das exportações tradicionais baianas**: caso de sisal e mamona. Salvador: UFB, 1979, 179p. Dissertação de Mestrado, 1979

DIRECTORATE OF OILSEEDS RESEARCH. Diversified uses of Castor. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR SEED, CASTOR OIL AND ITS VALUE ADDED PRODUCTS. **Proceedings...** Ahmedabad: The Solvent Extractors Association of India, 2004. p.50-57.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **BRS 188**: (Paraguaçu). Campina Grande, 1999. Folder.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **BRS 149**: (Nordestina). Campina Grande, 1998. Folder.

FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona**: uma rica fonte de óleo e de divisas. São Paulo: Ícone, 1986. 71p.

FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Serviço de Comunicação Tecnológica, 2001. 350p.

GARCIA, M.J. de M.; BIAGGIONI, M.A.M.; FERREIORA, W.A.; KOHARA, E.Y., ALMEIDA, A.M. de.; Sucessão de espécies de fungos em milho armazenado em sistema vedado. **Revista Brasileira de armazenamento**. Viçosa, v.28, n.1, p.03-12, 2003.

GASPAR, D.A.N.; SILVA, C.B. da. **Mamona no Ceará**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1956. 86p.

GRANER, E.A.; GODOY JÚNIOR, C. Mamona. In: GRANER, E.A.; GODOY JÚNIOR, C. **Culturas da fazenda brasileira**. 4. ed. São Paulo: Melhoramento, 1967. p. 359-363.

HERMELY, F.X. **Mamona**: comportamento e tendências no Brasil. Brasília: Embrapa-DID, 1981. 69p. (Embrapa-DTC. Documentos, 2).

ICOA. **The processing of castor meal for detoxification and deallergenation.** Ridgewood, 1989. 75p. (Technical Bulletin, 1).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises para de alimentos. 3 ed. São Paulo: O Instituto, 1985. v.1, 533p.

KONNUR, R.; SUBBARAO, E.C. Biogás form de oiled castor cake. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR SEED, CASTOR OIL AND ITS VALUE ADDED PRODUCTS. **Proceedings...** Ahmedabad: The Soplvent Extractors Association of India, 2004. p.31-35.

LAGO, A.A.; ZINKE, E.; RAZERA, L.F.; BANZATTO, N.V.; SAVY FILHO, A. Dormência em sementes de três cultivares de mamona. **Bragantia**, v. 38, p. 41-44, 1979 (nota 9).

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Paulo: EPU, 1986. 315p.

Le POIDEVIN, N.; ROBINSON, L.A. Métodos ou diagnósticos foliar utilizados nas plantações do grupo booken na Guiana Inglesa: Amostra geral e técnica de análises. **Fertileté**, n.21, p.3 – 11, 1964.

LINS, E.R. de . **Aspectos da produção e comercialização da mamona no Estado de São Paulo.** Boletim de Agricultura, v.11, n.5, p.15-30, 1964.

MACHADO, R.M. de; BARREIRA, H.A.; FARIA E.V.; MACHADO, D.D. O farelo de mamona desintoxicado na alimentação de novilhas leiteiras. Rio de Janeiro: Instituto de Zootecnia, 1954. 12p. (Publicação 41).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo:.. Agronômica Ceres, 1980.

MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas Taitago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas.** Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p.277-360.

MENDES, B.A.; ANJOS, C.A.R. **Embalagens plásticas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 25p.

OLIVEIRA, L.M.; OLIVEIRA, P.A.P.L.V. Revisão: princípios agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.7, n.2, p.161-165, 2004.

PINTO, G.P. **Características físico-químicas e outras informações sobre as principais oleaginosas do Brasil**. Recife: IPENE, 1963. 65p. (IPENE. Boletim Técnico, 18).

POTAFOS, INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. Piracicaba, 1998. 177p.

POPOVA, G.M.; MOSHKIN, V.A. Botanical classification. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.11-27.

PRATA, F. da C. Gergelim. In: PRATA, F. da C. **Principais culturas do Nordeste**. Fortaleza, CE: Imprensa Universitária do Ceará, 1969, p.153-162.

QUEIROGA, V. de P.; BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, M.R de Q.; Estudo de embalagens e condições de conservação na germinação de sementes de gergelim armazenadas. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.1, n.1, p.19-24, 1997.

RAIJ, B. Van, **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba/ POTAFOS. 1991. 353p.

RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira**. Viçosa: UFV, 1966. 75p.

SANTOS, R.F. dos.; BARROS, M.A.L.; MARQUES, F.M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L.E.G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Serviço de Comunicação Tecnológica, 2001. 350p.

SAVY FILHO, A.; BANZATO, N.V.; BARBOZA, M. Z.; MIGUEL, A.M.R.O.; DAVI, L.O. de C.; RIBEIRO, F.M. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

INTEGRAL. **Oleaginosas no estado de São Paulo: análise e diagnóstico.** Campinas, 1999. 39p. (CATI. Documento Técnico, 107).

SICM - SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO. **Diagnóstico e oportunidades de investimentos: mamona,** Salvador: (SEBRAE. Série Oleaginosas), 1995. 64p, v.5.

SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E. de M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.5, n.1, 2004.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona.** In. Ministérios da Agricultura, pecuária e Abastecimento. Campina Grande, 2005. (Documento 134)

SINHA, R.N. **Ecology of storage.** *Ann. Echnol. Agric.*, Paris, v.22, n.3, p.351-369, 1973.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SOARES S.S.; SILVA, L.C.; GOUVEIA, J.P.G. de.; BRUNO, R. de L.A. Influência da embalagem, beneficiamento e armazenamento sobre a qualidade da semente de mamoneira. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas.** Campina Grande, v. 5, n. 3. p.389-396. 2001.

SOUSA, J.B. de.; MATA, M.E.R.M.C.; SCAICO, M.A. Análise de alguns componentes químicos em sementes de feijão macassar submetido a diversas condições controladas de armazenagem. I – proteínas e acidez de gordura. **Revista Nordestina de armazenagem.** Ano III. n. 1, p. 3-30. 1986.

STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem, nutrição e adubação. In: EMBRAPA, AGROPECUARIA Oeste (Dourados, MS). **Algodão: informações técnicas.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste / Embrapa Algodão, 1998. p.51-70. (Embrapa – Agropecuária oeste. Circular Técnica 7)

TÁVORA, F.J.A. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 119.

VIEIRA, R.M.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S. Diagnóstico e perspectivas da mamona no Brasil. In: REUNIÃO TEMÁTICA DE MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS NO BRASIL: DIAGNÓSTICO, PERSPECTIVAS E PRIORIDADES DE PESQUISA, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. p.139-150.

APÊNDICES

APÊNDICE A:**Tabela 12.** Valores médios de umidade (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 5,83 c | 11,41 c | 19,5 c | 22,25 c |
| Média | 14,5 b | 17,08 b | 24,5 b | 25,33 b |
| Alta | 21,66 a | 23,5 a | 35,8 a | 38,33 a |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 14,0 a | 15,16 b | 22,27 b | 24,44 b |
| Nylon | 14,0 a | 19,50 a | 30,94 a | 32,83 a |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE B:**Tabela 13.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de umidade (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|------------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $Y = 2,8675x + 6,145$ | 0,97 |
| Média | $Y = 1,9955x + 14,366$ | 0,91 |
| Alta | $Y = 3,1155x + 20,476$ | 0,90 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $Y = 1,9215x + 13,203$ | 0,92 |
| Nylon | $Y = 3.3965x + 14,128$ | 0,93 |

APÊNDICE C:**Tabela 14.** Valores médios de Cinza (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|---------|--------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 5,49 b | 5,21 b | 5,97 c | 6,21 b |
| Média | 6,23 ab | 5,63 ab | 6,96 b | 6,11 b |
| Alta | 6,80 a | 6,43 a | 7,34 a | 9,91 a |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 6,17 a | 5,51 a | 7,14 a | 7,62 b |
| Nylon | 6,17 a | 6,02 a | 7,23 a | 9,57 a |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE D:**Tabela 15.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de cinza (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|-----------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $y = 0,146x + 5,282$ | 0,69 |
| Média | $y = 0,132x + 6,009$ | 0,80 |
| Alta | $y = 0,549x + 5,973$ | 0,81 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $y = 0,365x + 5,515$ | 0,98 |
| Nylon | $y = 0,6695x + 5,074$ | 0,91 |

APÊNDICE E:**Tabela 16.** Valores médios de matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 88,68 a | 83,36 a | 73,29 a | 71,75 a |
| Média | 79,27 b | 77,28 b | 68,40 b | 64,77 b |
| Alta | 71,52 c | 70,06 c | 56,82 c | 51,74 c |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 79,82 a | 79,31 a | 70,58 a | 67,92 a |
| Nylon | 79,82 a | 74,49 b | 61,76 b | 57,58 b |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE F:**Tabela 17.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de matéria orgânica (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|-------------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $y = -3,043x + 88,399$ | 0,93 |
| Média | $y = -2,619x + 80,287$ | 0,94 |
| Alta | $y = -3,629x + 73,422$ | 0,91 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $y = -2,2215x + 81,072$ | 0,89 |
| Nylon | $y = -3,9725x + 80,33$ | 0,96 |

APÊNDICE G:**Tabela 18** Valores médios de nitrogênio (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|--------|---------|---------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 5,13 a | 5,88 b | 8,11 c | 8,91 c |
| Média | 5,26 a | 5,80 b | 9,31 b | 9,88 b |
| Alta | 5,00 a | 6,41 a | 10,81 a | 12,25 a |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 5,13 a | 5,63 b | 9,02 b | 9,85 b |
| Nylon | 5,13 a | 6,43 a | 9,81 a | 10,84 a |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE H:**Tabela 19.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de nitrogênio (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|-----------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $y = 0,6785x + 4,972$ | 0,95 |
| Média | $y = 0,8685x + 4,957$ | 0,89 |
| Alta | $y = 1,3075x + 4,695$ | 0,95 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $y = 0,8775x + 4,775$ | 0,91 |
| Nylon | $y = 1,0255x + 4,976$ | 0,95 |

APÊNDICE I:**Tabela 20.** Valores médios de fósforo (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 0,73 b | 0,82 b | 1,38 c | 1,32 c |
| Média | 0,81 a | 0,92 a | 1,57 b | 1,52 b |
| Alta | 0,79 a | 0,98 a | 1,76 a | 1,85 a |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 0,78 a | 0,93 a | 1,53 b | 1,50 b |
| Nylon | 0,78 a | 0,88 a | 1,61 a | 1,63 a |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE J:**Tabela 21.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de fosforo (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|-----------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $y = 0,1165x + 0,713$ | 0,80 |
| Média | $y = 0,139x + 0,788$ | 0,82 |
| Alta | $y = 0,198x + 0,751$ | 0,90 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $y = 0,138x + 0,771$ | 0,85 |
| Nylon | $y = 0,164x + 0,733$ | 0,85 |

APÊNDICE K:**Tabela 22.** Valores médios de potássio (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 0,63 c | 0,78 b | 0,90 b | 1,07 b |
| Média | 0,72 b | 0,86 a | 0,93 b | 1,01 b |
| Alta | 0,89 a | 0,90 a | 1,18 a | 1,25 a |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 0,74 a | 0,95 a | 0,99 a | 1,05 b |
| Nylon | 0,74 a | 0,74 b | 1,02 a | 1,17 a |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE L:**Tabela 23.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de potássio (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|-----------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $y = 0,072x + 0,629$ | 0,99 |
| Média | $y = 0,047x + 0,739$ | 0,97 |
| Alta | $y = 0,063x + 0,841$ | 0,90 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $y = 0,0485x + 0,787$ | 0,86 |
| Nylon | $y = 0,0675x + 0,77$ | 0,95 |

APÊNDICE M:**Tabela 24.** Valores médios de proteína bruta (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|----------|---------|---------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 32,08 a | 36,77 ab | 50,73 c | 55,73 c |
| Média | 32,92 a | 36,25 b | 58,23 b | 61,77 b |
| Alta | 31,25 a | 40,10 a | 67,60 a | 76,56 a |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 32,08 a | 35,21 b | 56,39 b | 61,60 b |
| Nylon | 32,08 a | 40,21 a | 61,32 a | 67,78 a |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE N:**Tabela 25.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de proteína bruta (%) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|------------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $y = 4,2455x + 31,091$ | 0,95 |
| Média | $y = 5,4265x + 31,013$ | 0,89 |
| Alta | $y = 8,1715x + 29,363$ | 0,95 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $y = 5,487x + 29,859$ | 0,91 |
| Nylon | $y = 6,4105x + 31,116$ | 0,95 |

APÊNDICE O:**Tabela 26.** Valores médios de acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Tempo de Armazenamento (meses) | | | |
|-------------------|--------------------------------|--------|--------|---------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Umidade | | | | |
| Baixa | 1.68 b | 2.10 c | 4.65 c | 7.63 c |
| Média | 1.96 b | 2.52 b | 5.42 b | 9.15 b |
| Alta | 3.18 a | 4.95 a | 9.39 a | 11.66 a |
| Embalagens | | | | |
| Plástica | 2.27 a | 2.74 b | 4.52 b | 8.53 b |
| Nylon | 2.27 a | 3.64 a | 8.45 a | 10.43 a |

Para cada fator, médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE P:**Tabela 27.** Equações lineares e coeficiente de variação dos dados de regressão do teor de acidez (mgKOH/g óleo) da torta de mamona armazenadas em níveis de umidade e embalagens diferentes, em função do tempo. Campina Grande, PB, 2005

| Fatores | Equações lineares | R ² |
|-------------------|-----------------------|----------------|
| Umidade | | |
| Baixa | $y = 1,02x + 0,955$ | 0,92 |
| Média | $y = 1,2235x + 1,092$ | 0,91 |
| Alta | $y = 1,494x + 2,813$ | 0,97 |
| Embalagens | | |
| Plástica | $y = 1,028x + 1,431$ | 0,86 |
| Nylon | $y = 1,4645x + 1,804$ | 0,95 |