

ANDRÉIA MÁRCIA SANTOS DE SOUZA DAVID

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MAMONA PROVENIENTES
DE DIFERENTES CACHOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

ANDRÉIA MÁRCIA SANTOS DE SOUZA DAVID

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MAMONA PROVENIENTES
DE DIFERENTES CACHOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 28 de julho de 2008.

Prof.^a Maria Aparecida Vilela de Resende
Faria
(Co-Orientadora)

Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias

Prof. Lino Roberto Ferreira

Pesq. Fernando Antônio Pereira da Silva

Prof. Eduardo Fontes Araújo
(Orientador)

A Deus, sobre todas as coisas.

A meus pais Amadeu e Ilda.

A minha irmã Ivana e minha sobrinha Luana.

A David, Mário Neto, Gabriel e Maria Eduarda.

A minha tia Idália.

A meus sogros, Dolores e Mário (in memoriam).

A Dila.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialmente ao Departamento de Fitotecnia (DTF) e ao conselho de Pós-Graduação, pela atuação idônea, pelo nível de excelência no ensino e pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Eduardo Fontes Araújo, pela eficiente orientação, pelo profissionalismo, pelo apoio em momentos imprescindíveis, pela confiança e, principalmente, por ter sido sempre, mais que um orientador, um amigo.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia da UFV, pela amizade e pelos ensinamentos que permanecerão comigo, por toda a vida.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelo companheirismo e apoio.

À Mara, secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela consideração e pela atenção dispensada.

À professora Maria Aparecida Vilela de Resende Faria, pela amizade e pelas sugestões sempre oportunas para o aprimoramento deste trabalho.

Ao pesquisador Roberto Fontes Araújo pelos conselhos e sugestões sempre oportunas para o aprimoramento deste trabalho.

À professora Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias, pela amizade, pelos conhecimentos transmitidos durante o curso e pelas sugestões neste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, professor Luiz Antônio dos Santos Dias, professor Lino Roberto Ferreira e Dr. Fernando Antônio Pereira da Silva pelo apoio e sugestões para realização deste trabalho.

Ao Marco Antônio, Chefe da Empresa Agropecuária de Pesquisa de Minas Gerais (EPAMIG), Josemar, Gerente da EPAMIG e aos pesquisadores da EPAMIG, José Carlos, Mário Sérgio, Dilermando, em especial ao Nívio Poubel, pela amizade e pelo apoio incondicional para realização deste trabalho.

Aos técnicos da EPAMIG, Wagner, Otacílio, Marco Aurélio, Maurício e Renato e aos funcionários Orlando, Roberto, Clemente, Fabrício, Luís e Maria, pela amizade e apoio técnico essenciais à realização deste trabalho.

Aos estagiários da EPAMIG e estudantes da UNIMONTES, Eliana, Danúbia, Juliana, Paula, Leandro, Daniel e João Batista, pela calorosa convivência, pelos momentos de descontração e pela valiosa ajuda na condução da fase experimental.

Aos professores, funcionários e alunos da UNIMONTES, pela amizade e apoio.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba, em especial aos professores Paulo Veloso e Maria Alice, pela contribuição à minha formação e realização deste trabalho.

Ao David, pela colaboração em todas as etapas do trabalho, mas, principalmente, pelo amor.

Aos demais amigos e familiares que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

CONTEÚDO

| | Página |
|---|--------|
| LISTA DE FIGURAS..... | vii |
| LISTA DE TABELAS..... | viii |
| RESUMO..... | x |
| <i>ABSTRACT</i> | xii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 2.1. A mamoneira..... | 4 |
| 2.2. Importância econômica da mamoneira..... | 9 |
| 2.3. Colheita de sementes de mamoneira..... | 10 |
| 2.4. Armazenamento das sementes de mamona..... | 15 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 24 |
| 3.1. Avaliações das sementes..... | 27 |
| 3.1.1. Determinação do teor de água..... | 28 |
| 3.1.2. Massa de mil sementes..... | 28 |
| 3.1.3. Teste de germinação (TG) | 28 |
| 3.1.4. Teste de primeira contagem (TPC) | 29 |
| 3.1.5. Teste de emergência de plântulas (TEP) | 29 |
| 3.1.6. Índice de velocidade de emergência (IVE) | 29 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 31 |
| 4.1. Teor de água das sementes..... | 31 |
| 4.2. Massa de mil sementes..... | 36 |
| 4.3. Qualidade fisiológica inicial das sementes..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 4.3.1. Teste de germinação | 39 |
| 4.3.2. Testes de vigor | 42 |
| 4.4. Qualidade fisiológica das sementes aos três meses de armazenamento..... | 44 |
| 4.4.1. Teste de germinação..... | 44 |
| 4.4.2. Testes de vigor..... | 49 |
| 4.5. Qualidade fisiológica das sementes aos seis meses de armazenamento..... | 55 |
| 4.5.1. Teste de germinação..... | 55 |
| 4.5.2. Testes de vigor..... | 60 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 67 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 68 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Temperaturas mínima e máxima (°C) e umidade relativa do ar (%), registradas durante o experimento na Estação Meteorológica da Epamig | 25 |
| Figura 2. Posição dos cachos primário, secundário e terciário na planta da mamoneira..... | 27 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|---|--------|
| Tabela 1. Teores médios de água (% b.u.) das sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, imediatamente após a colheita (teor de água inicial) e durante o armazenamento em embalagens e ambientes distintos..... | 32 |
| Tabela 2. Resultados médios de massa de mil sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, imediatamente após a colheita..... | 37 |
| Tabela 3. Resultados médios de porcentagem de germinação de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita..... | 40 |
| Tabela 4. Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita..... | 42 |
| Tabela 5. Teores médios de água (U) e porcentagem de germinação (G) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses..... | 45 |
| Tabela 6. Resultados médios de germinação (G) e dos teores de água de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante três meses..... | 48 |
| Tabela 7. Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses..... | 50 |
| Tabela 8. Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante três meses..... | 52 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabela 9. | Teores médios de água (U) e porcentagem de germinação (G) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante seis meses..... | 55 |
| Tabela 10. | Resultados médios de germinação (G) e dos teores de água de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses..... | 59 |
| Tabela 11. | Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos durante seis meses..... | 60 |
| Tabela 12. | Resultados médios de primeira contagem (PC) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses..... | 64 |
| Tabela 13. | Resultados médios dos testes de emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses..... | 66 |
| Tabela 1A | Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e nível de significância (P) do resultado da massa de mil sementes (MMS) de mamona, provenientes de diferentes cachos, imediatamente após a colheita..... | 76 |
| Tabela 2A | Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e respectivo nível de significância (P) dos resultados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita..... | 77 |
| Tabela 3A | Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e respectivos níveis de significância (P) dos resultados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e embaladas e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses..... | 77 |
| Tabela 4A | Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e respectivos níveis de significância (P) dos resultados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e embaladas e armazenadas em ambientes distintos, durante seis meses..... | 78 |
| Tabela 5A | Porcentagem dos dados obtidos no teste de germinação, referentes a plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita..... | 78 |
| Tabela 6A | Porcentagem dos dados obtidos no teste de germinação, referentes às plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses..... | 79 |
| Tabela 7A | Porcentagem dos dados obtidos no teste de germinação, referentes às plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante seis meses..... | 80 |

RESUMO

DAVID, Andréia Márcia Santos de Souza, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2008. **Armazenamento de sementes de mamona provenientes de diferentes cachos.** Orientador: Eduardo Fontes Araújo. Co-Orientadores: Maria Aparecida Vilela de Resende Faria, Roberto Fontes Araújo e Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias.

Considerando-se a necessidade de aumento na produtividade da cultura da mamona, deve-se ter especial atenção com o insumo semente, dentre outros fatores. A colheita é uma das fases mais críticas do sistema de produção da mamona, pois a qualidade da semente pode ser afetada nesse momento. Após a colheita até a semeadura, o armazenamento das sementes sob condições adequadas é fundamental para mantê-las viáveis. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos, antes e durante o armazenamento em diferentes embalagens e ambientes. Utilizaram-se sementes de mamona variedade IAC-226, colhidas, separadamente e em tempos distintos, dos cachos primários, secundários e terciários, além da colheita de toda a planta. Logo após a colheita, as sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, à germinação e ao vigor. A seguir, as sementes foram acondicionadas em sacos de algodão (embalagem permeável) e sacos de polietileno (embalagem impermeável) e armazenadas em câmara fria ($\pm 8^{\circ}\text{C}$ e $\pm 75\%$ de UR) e UBS - Unidade de Beneficiamento de Sementes ($\pm 26^{\circ}\text{C}$ e $\pm 50\%$ de UR). As sementes foram novamente avaliadas no 3º e 6º mês de armazenamento. Na primeira avaliação (imediatamente após a colheita), o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições por tratamentos (tipos de cachos), sendo que

nas avaliações posteriores (3° e 6° mês de armazenamento), utilizou-se o DIC em arranjo fatorial 4 x 2 x 2 (quatro tipos de cachos, duas embalagens e dois ambientes de armazenamento). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. As sementes dos cachos primários são de qualidade superior às dos demais cachos. Visando à produção de sementes de alta qualidade, em caso de mão-de-obra disponível, recomenda-se colher os cachos da variedade IAC-226 parceladamente. O armazenamento das sementes, com teor de água em torno de 6,0 %, em unidade de beneficiamento de sementes (UBS) e em embalagem de algodão (permeável), foi eficiente para conservação da qualidade das sementes. A dormência das sementes foi mais acentuada no cacho terciário e as condições ambientais da UBS foram mais favoráveis para superação da dormência.

ABSTRACT

DAVID, Andréia Márcia Santos de Souza, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, July, 2008. **Storage of castor seeds from different bunches.** Adviser: Eduardo Fontes Araújo. Co-Advisers: Maria Aparecida Vilela de Resende Faria, Roberto Fontes Araújo and Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias.

Being considered the need of increase in the productivity of the castor-bean culture, special attention should be pay with the seed input, amongst other factors. The harvest is one of the more critic phases of the production system of the castor-bean, because the quality of the seed can be affected in that moment. From the harvest to the sowing, the seeds storage under appropriate conditions is fundamental to maintain them viable. The purpose of this work was to evaluate the physiological quality of castor-bean seeds, from different bunches, before and during the storage in different packings and environments. Castor-bean seeds of the variety IAC-226 were used, picked separately and in different times, from the primary, secondary and tertiary bunches, besides the harvest of the whole plant. Soon after the harvest, the seeds were appraised as for water content, germination and vigor. After that, the seeds were conditioned in cotton bags (permeable packing) and polyethylene bags (impermeable packing) and in cold chamber (+ 8°C and + 75% of RU) and UBS - Unit of Improvement of Seeds (+ 26oC and + 50% of RU). The seeds were appraised again in the 3rd and 6th month of storage. In the first evaluation (immediately after the crop), the used experimental design was entirely randomized (ERD) with four repetitions for treatments (types of bunches), and in the subsequent evaluations (3rd and 6th month of storage), ERD was used in factorial scheme 4 x 2 x 2 (four types of bunches, two packings and two storage

environments). The data were submitted to the variance analysis and the averages compared by the Tukey's test to 5% of probability. The seeds of the primary bunches are of superior quality to the one of the other bunches. Seeking the production of seeds of high quality, and in case of available workmanship, it is recommended to pick the bunches of the variety IAC-226, in parcel. The storage of the seeds, with water content around 6,0%, in seeds improvement unit (SIU) and in cotton packing (permeable), it was efficient for conservation of the seeds quality. The seeds dormancy was more accentuated in the tertiary bunch and the ambient conditions of SIU were more favorable to overcoming of the dormancy.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente e com as desigualdades sociais, associada aos esforços sociais, acadêmicos e governamentais, vem viabilizando uma série de alternativas para o desenvolvimento sustentável. A proposta de desenvolvimento sustentável prioriza a vida e a manutenção da sustentabilidade, quando associa o ambiental, o social e o econômico (Amorim, 2005).

O biodiesel é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (Brasil, 2004). Comparado ao óleo diesel derivado de petróleo, o biodiesel pode reduzir em 78% as emissões de gás carbônico, considerando-se a reabsorção pelas plantas. Além disso, reduz em 90% as emissões de fumaça e, praticamente elimina as emissões de óxido de enxofre (Lima, 2004).

O Brasil é o maior produtor mundial de combustível de origem vegetal. Com o Programa Nacional de Biodiesel, a meta do governo é semelhante à traçada por vários países europeus: até 2008, o diesel vendido em todos os postos brasileiros deverá ter 2% de biodiesel, proporção a ser ampliada para 5%, até 2013 (Carvalho, 2005). As grandes

motivações para a produção de biodiesel são os benefícios sociais e ambientais que esse novo combustível pode trazer. De acordo com Lima (2004), a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar, podem ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo.

Para a produção de biodiesel, a oleaginosa mais competitiva será a que apresentar maior produtividade de óleo por hectare, maior tecnologia de cultivo, menor custo de produção e que tiver os subprodutos com maior valor no mercado. A mamona (*Ricinus communis* L.) além de apresentar de 40 a 60% de óleo de larga aplicação industrial, é considerada a matéria prima do futuro, devido à sua grande adaptabilidade às diferentes condições ambientais. É a cultura privilegiada pela distinção do governo por meio do “Selo Combustível Social”, com as reduções tributárias que viabilizam a produção de biodiesel no semi-árido brasileiro (Amorim, 2005).

Apesar das vantagens socioeconômicas e ambientais da implementação da produção de biodiesel à base de óleo de mamona no semi-árido brasileiro, a produtividade dessa oleaginosa é baixa na região (Freitas e Fredo, 2005). Portanto, o fomento à ricinocultura deve ser acompanhado de investimentos em pesquisas agronômicas.

Minas Gerais é o segundo estado maior produtor de mamona no país, depois da Bahia, sendo que no Norte do estado se encontra instalada uma das três usinas de Biodiesel da Petrobrás, além de grandes empresas que fazem a extração do óleo para outros fins (Santos et al., 2001). Assim sendo, a área cultivada com essa espécie tem expandido a cada ano, sendo o interesse pela cultura demonstrado pela procura de sementes selecionadas, por parte tanto de pequenos como de grandes produtores, até de outros estados, junto à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig, 2005).

A escassez e a baixa qualidade de sementes disponíveis no mercado é um dos maiores entraves à expansão da cultura da mamona. Dessa forma, um dos desafios da pesquisa é o aprimoramento de técnicas de produção, colheita e armazenamento para a obtenção de sementes em quantidade e qualidade para suprir a demanda.

Segundo Silva (1981), além de apresentar condições climáticas que favorecem a cultura da mamona, a região Norte de Minas Gerais é zoneada para produção de sementes de alta qualidade, em função do clima seco e disponibilidade de irrigação. Para fomentar a produção de sementes de mamona na região, informações sobre o ponto de colheita e armazenamento de sementes deverão ser buscadas pela pesquisa.

O estudo do momento ideal de colheita de sementes de mamona é muito importante, uma vez que a floração e frutificação dos cachos são desuniformes, ou seja, o aparecimento da inflorescência dá-se sequencialmente, acarretando dúvidas quanto a se realizar a colheita parcelada dos cachos à medida que vão amadurecendo ou realizar a colheita única, o que pode acarretar em perdas de qualidade das sementes em função de sua permanência no campo, após a maturidade fisiológica ter sido atingida. Também não se conhece o comportamento da semente oleaginosa de mamona durante o armazenamento até a comercialização.

Face às considerações feitas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de mamona provenientes de diferentes cachos, antes e durante o armazenamento em diferentes embalagens e ambientes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A mamoneira

A mamoneira também conhecida como carrapateira, palma cristi e ricino, é uma das 7.000 espécies da família Euphorbiaceae, classe Dicotyledoneae, série Geraniales, e espécie *Ricinus communis* L. (Weiss, 1983). Foi cultivada desde as primeiras civilizações e é hoje disseminada por quase todo o mundo. A expansão do seu cultivo deu-se, principalmente, devido à sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e à importância do óleo extraído de suas sementes (Savy Filho, 2005).

De origem afro-asiática, bastante tolerante à escassez de água, porém não suporta excesso de umidade, sendo exigente em calor e luminosidade. De acordo com Azevedo e Gondim (2007), a mamona é considerada uma planta tolerante à seca, provavelmente devido ao seu sistema radicular bem desenvolvido, chegando a alcançar, nos tipos comerciais, até seis metros de profundidade. A falta de umidade no solo, mesmo na fase da maturação dos frutos, induz a produção de sementes pouco pesadas e com baixo teor de óleo. Quando cultivada em solos mais profundos, cultivares que

apresentam maior desenvolvimento da raiz principal tendem a ter melhor desempenho no período de seca.

Ainda em suas considerações, Azevedo e Gondim (2007) ressaltam que, a maior exigência de água desta oleaginosa ocorre no início da fase vegetativa. Ela produz economicamente em áreas onde a precipitação pluvial mínima até o início da floração seja em torno de 400 mm. Chuvas fortes podem provocar a queda dos frutos, ocasionando perdas. Nas fases de floração e maturação dos frutos, umidade relativa elevada e temperaturas mais amenas podem favorecer o desenvolvimento de doenças.

Apresenta variabilidade grande de tipos, com seis subespécies e 25 variedades botânicas, além de várias cultivares comerciais simples e híbridos, em todo o mundo, em especial nos principais países produtores, que são a Índia, a China, o Brasil e a Rússia (Santos et al., 2001; Embrapa, 2007). Dados divulgados pela Conab (2004) revelaram que o Brasil situava-se em quinto lugar em produção e em segundo como exportador mundial, oferecendo como vantagem um óleo de alta qualidade, tornando o país mais competitivo. De acordo com Freitas e Fredo (2005), nos últimos onze anos, o cultivo de mamona esteve presente em apenas cinco estados brasileiros: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Ceará, e São Paulo.

Severino et al. (2005) relataram que a mamoneira é uma planta de fácil adaptação a diversos ambientes e encontra-se espalhada por todo o território nacional, chegando a ser confundida como planta nativa do Brasil. Seu sistema de produção pode ser praticado por pequenos produtores, é intensivo em mão-de-obra (gera empregos) e pode ser em consórcio e/ou em rotação com outras culturas; além de utilizar pouco agrotóxico (Freitas e Fredo, 2005).

A faixa de temperatura ideal para o cultivo da mamoneira é de 20 a 30° C, para que haja produção em nível econômico, estando a temperatura ótima para a planta em

torno de 28°C (Beltrão e Silva, 1999). Temperaturas muito elevadas, superiores a 40 °C, provocam aborto das flores, reversão sexual das flores femininas em masculinas e redução do teor de óleo nas sementes (Beltrão e Silva, 1999).

A altitude é um fator extremamente importante a ser levado em consideração no cultivo da mamoneira. Recomenda-se a exploração comercial da mamoneira em altitudes que variam entre 300 e 1500 m, solos bem drenados e porosos e com pH entre 5,8 e 6,5 (Beltrão et al., 2001).

Em relação à fisiologia, morfologia e biologia floral, a mamoneira é bastante complexa. É uma planta C₃, que possui metabolismo fotossintético reduzido em relação a uma planta C₄, apresentando elevadas taxas de fotorrespiração. Seu porte varia de 0,8m a mais de 7 m de altura, com ramificações caulinares do tipo simpodial e, raízes fistulosas e vários tipos de expressão de sexualidade. Em geral, apresenta as flores masculinas na parte inferior e femininas na parte superior do cacho floral, caracterizando-as como planta monóica, com polinização do tipo anemófila (Azevedo et al., 1997; Beltrão e Silva, 1999).

De acordo com Popova e Moskinh (1986), geneticamente a mamoneira tem seis principais tipos de expressão sexual: fêmea estável (flores femininas em todos os ramos); fêmea instável (o cacho principal tem apenas flores femininas, mas os demais cachos podem ter flores masculinas); plantas com tendência para fêmea (apresentam um pequeno número de flores masculinas, máximo 10, na parte basal da inflorescência); plantas com poucas flores masculinas ocorrendo em todas as partes do cacho; plantas só com flores masculinas e plantas monóicas (normais).

A mamoneira apresenta inflorescência do tipo panicular. A panícula ou cacho é terminal, representando o final de um ramo. Os cachos são emitidos no ápice da haste principal e nos ramos laterais. A emissão das inflorescências é progressiva, sempre com

um intervalo definido entre a emissão da primeira e as subseqüentes (Schimann et al., 1978). Após a primeira inflorescência, ramos laterais começam a surgir de gemas situadas logo abaixo, dando origem a novos ramos que, após quatro a oito nós, dão origem a novas inflorescências, chamadas cachos secundários. Conseqüentemente, aparecem ramificações provenientes dos primeiros nós dos ramos secundários, dando origem aos terciários, ou de terceira ordem, e assim sucessivamente. Podem ser encontrados cachos de diferentes ordens e estádios de maturação numa mesma planta. Porém, o número de inflorescências é determinado, principalmente, pela cultivar e densidade do plantio (Távora, 1982; Beltrão et al., 2001).

Os frutos da mamoneira são cápsulas do tipo tricoca, muito variáveis em relação ao tamanho, coloração e presença ou não de espinhos, sendo compostos de três lojas, cada uma com um óvulo que, quando fecundado e desenvolvido, produz uma semente, originando três sementes por fruto (Souza, 2007). Podem ser classificados em deiscentes, semi-deiscentes ou indeiscentes (Melhorança e Staut, 2005). Apresentam cachos com tamanhos variando entre 8,8 e 10 cm nos menores, até 74 a 80 cm de comprimento dependendo do ambiente e da cultivar (Prata, 1969; Sá et al., 2004).

A semente é constituída de tegumento, rafe, micrópila, carúncula, endosperma, cotilédones e eixo embrionário. Há uma grande variação em relação à cor, forma, tamanho, peso, proporção do tegumento, presença ou ausência de carúncula e maior ou menor aderência do tegumento ao endosperma da semente (Mazzani, 1983). O endosperma, por sua vez, é rico em óleo e concentra a proteína tóxica ricina. No organismo animal, quando ingerida, a ricina tem efeito aglutinador de células vermelhas, tendo como sintoma principal a paralisia da respiração (Gonçalves et al., 2005). A casca dura e quebradiça constitui o tegumento da semente da mamona, que é

composto ainda por uma película interna fina, que envolve o endosperma branco (Ribeiro Filho, 1966).

O peso de 100 sementes varia de 10 a 100 g, ou seja, 0,1 a 1 g por semente. O comprimento varia de 0,8 a 3 cm, a largura de 0,6 a 1,5 cm e a espessura de 0,4 a 1 cm (Moshkin, 1986).

A germinação das sementes de mamona é do tipo epígea e, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), demanda 14 dias para ocorrer sob condições ideais. As temperaturas indicadas para o teste de germinação são de 20 a 30°C alternadas, com a primeira contagem aos sete dias e a segunda contagem aos quatorze dias. A semente apresenta dormência que varia entre cultivares e entre cachos, tornando-se nula após nove meses de armazenamento independente da cultivar (Lago et al., 1979).

Segundo Beltrão et al. (2001), a semente de mamona contém entre 40 e 60% de óleo. Com aproximadamente 90% de ácido ricinoléico, o óleo de mamona é uma fonte praticamente pura deste ácido graxo, fato considerado raro e que, devido à presença de três grupos hidroxílicos e à posição da dupla ligação na cadeia, torna o óleo único na natureza, solúvel em álcool.

Existem várias cultivares de mamoneira disponíveis para o plantio em nosso país, variando em porte, deiscência dos frutos, tipo dos cachos e outras características. A escolha correta da cultivar utilizada para o sistema de produção de sementes de mamona é de grande importância para a obtenção de uma boa produtividade e sementes de qualidade. A cultivar IAC-226 foi lançada em 1991, no Instituto Agrônomo de Campinas/Seção de Oleaginosas, e trata-se da primeira cultivar comercial de porte médio-alto, com frutos indeiscentes, o que facilita a colheita manual, com redução no seu custo de produção, diminuindo o número de repasses de colheitas, tornando-a

praticamente única. Apresenta elevado potencial produtivo e ciclo vegetativo médio. Sua adaptabilidade foi demonstrada pelo seu alto potencial de produtividade, tendo atingido 5.070 kg/ha e produtividade média de 2.680 kg/ha, em diversas localidades. Ressalta-se ainda, que esta cultivar vem sendo bastante utilizada no norte de Minas Gerais, obtendo-se resultados bastante satisfatórios para produção de sementes. È recomendada ao pequeno e médio produtor, possibilitando a consorciação com culturas alimentícias, em fileiras duplas (Savy Filho, 2005).

2.2. Importância econômica da mamoneira

É importante ressaltar que o óleo da mamona, seu principal produto em importância econômica, apresenta um leque grande de aplicações nas indústrias farmacêutica, aeronáutica, siderúrgica, automobilística, de perfumaria, tintas e vernizes, papel, móveis e de produção de próteses na medicina.

A importância do óleo de mamona é evidenciada pela larga aplicação industrial. Em termos quantitativos, tem-se o maior uso na fabricação de tintas, vernizes, cosméticos e sabões, destacando-se como lubrificantes, devido ao seu poder de permitir a queima sem deixar resíduos nem perder viscosidade, superando os derivados de petróleo (Coelho, 1979). Com 30% a mais de lubricidade que os outros óleos, o óleo de mamona pode reduzir a emissão de diversos gases causadores do efeito estufa, a exemplo do gás carbônico e enxofre (Beltrão, 2003). Como aditivo colocado nos tanques de aviões e foguetes, impede que o querosene se congele em vôos de 5000 metros, sempre que a temperatura desça a 50° abaixo de zero (Carvalho, 1991).

Além do óleo, o processamento da mamona produz também a torta, que é utilizada na adubação e serve, também, para controlar nematóides que atacam as lavouras. A torta desintoxicada poderá ser utilizada para alimentação animal.

A cultura da mamona se apresenta como uma alternativa de grande importância social e econômica para o país, particularmente para a região Nordeste, que dispõe de mais de 45 milhões de hectares de terras com aptidão para o seu cultivo. É na Bahia, estado de maior produção, que essa lavoura possui maior expressão econômica, principalmente na região do Irecê, onde a mamona, no período de entressafra das culturas de grãos, é grande empregadora de mão-de-obra (Souza, 2007).

2.3. Colheita de sementes de mamoneira

Considerando a lacuna na pesquisa nacional relacionada com a mamona e diante da importância que as sementes representam à implantação da cultura, o estudo da maturação das sementes torna-se estratégico, no sentido de orientar produtores de sementes quanto ao momento ideal de colheita, o estágio de máxima qualidade das sementes e também avaliar a qualidade das sementes quando a colheita é retardada, auxiliando, destarte, no controle de qualidade.

A maturação de sementes compreende as transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que se sucedem no óvulo fertilizado e que culminam com o alcance, pela semente, do máximo peso de matéria seca. Nesse ponto, a semente pode ou não ter atingido máximo poder germinativo e máximo vigor, e é denominado de “ponto de maturidade fisiológica”.

O estudo da maturação das sementes objetiva definir o momento ideal de colheita e o estágio de máxima qualidade das mesmas, que varia em função da espécie e das condições de ambiente, sendo necessário estabelecer características para a correta definição da época de colheita (Corvello, 1999).

No caso da mamona, a realização da colheita no momento certo é ainda mais importante, uma vez que a floração e frutificação dos cachos são desuniformes, ou seja,

o aparecimento da inflorescência dá-se sequencialmente, acarretando em colheita parcelada dos cachos à medida que vão amadurecendo e, alguns cultivares apresentam frutos com deiscência acentuada, o que pode conduzir a perdas qualitativas e quantitativas. No caso da colheita única, podem ocorrer perdas de qualidade das sementes em função de sua permanência no campo, após a maturidade fisiológica ter sido atingida. Sendo assim, o estudo do momento ideal de colheita da mamoneira com base na maturidade fisiológica, é de fundamental importância, pois se reconhece que o atraso na colheita das sementes maduras contribui consideravelmente para a sua deterioração e, conseqüentemente, perda na sua qualidade fisiológica.

Marcos Filho (2005) ressaltou que o momento da colheita pode afetar a qualidade e os custos de produção das sementes de mamona. Segundo o autor, a colheita tardia pode causar perda de sementes, principalmente quando a cultivar plantada possui algum grau de deiscência, e a colheita precoce pode prejudicar a qualidade das sementes, já que estas ainda não teriam alcançado seu ápice de potencial fisiológico, o que pode diminuir o teor de óleo e o potencial germinativo, dificultar o descascamento e alterar as características de armazenamento.

A colheita da mamona consiste em se quebrar e/ou cortar o cacho na base do seu pedúnculo. Depois da retirada, procede-se ao seu despencamento, ou seja, à remoção dos frutos do cacho, sendo depois, transportados para secagem natural somente os frutos. O tempo de secagem natural dos cachos depende da intensidade de insolação, sendo de 5 a 15 dias. Quando se realiza a secagem somente dos frutos, o período para a secagem é menor; contudo, quando se faz a secagem do cacho inteiro, o tempo se alonga, porque a porcentagem de teor de água é maior (Savy Filho, 2005). A secagem artificial é mais rápida, econômica e segura, pelo fato de não depender das condições climáticas (Macêdo e Wagner, 1984). Destarte, Schownke et al. (2006) comentam que,

quaisquer dos casos, a uniformidade do teor de água na colheita é um fator importante para o sucesso da secagem.

Cartaxo et al. (2004) salientaram a importância da determinação do estágio de maturação em que a mamona deve ser colhida, recomendando que, em condições práticas de campo, sejam observados os cachos. Para evitar perdas, a colheita de sementes em cultivares deiscentes deve ser feita parceladamente, à medida que os cachos vão atingindo a maturação, indicando-se o cacho com 1/3 a 3/4 dos frutos secos como o ponto ideal, segundo Cartaxo et al. (2004) e Savy Filho (2005), respectivamente. Os frutos restantes ainda verdes completarão a secagem no terreiro, através da exposição das bagas ao sol, ou em secadores mecânicos. Normalmente são necessários quatro a dez repasses de colheita durante o ciclo de maturação da cultura. Atraso na colheita de frutos deiscentes resulta em perdas substanciais, uma vez que as sementes caem no solo, se estragam e são de difícil recuperação. Observa-se que a mamona colhida muito verde pesa pouco, produz menor quantidade de óleo e é de qualidade inferior (Lucena et al., 2006).

Lucena et al. (2006) ressaltaram que a determinação do ponto ideal de colheita da mamona é dificultada, não só pela grande desuniformidade de maturação que ocorre entre as plantas de uma lavoura, mas também do cacho, encontrando-se ao mesmo tempo frutos verdes e frutos secos.

De acordo com Savy Filho (2005), quando a cultivar é de frutos indeiscentes, faz-se apenas uma colheita quando os cachos atingem o ponto de maturidade total e estão completamente secos; entretanto, em anos muito chuvosos e que favorecem a incidência de doenças, é conveniente realizar-se mais de uma colheita, pois apesar de os frutos não abrirem, eles se desprendem dos cachos.

Banzatto et al. (1965), em estudo sobre a época de florescimento e maturação das cultivares IAC 38 e Campinas, recomendam que, como os frutos da cultivar Campinas são indeiscentes, torna-se possível aguardar a maturação do cacho terciário para realizar a colheita. Para a cultivar IAC 38, de frutos deiscentes, a colheita deve, necessariamente, ser feita na época apropriada, caso contrário mais de dois terços dos frutos poderão cair no solo, prejudicando a produção.

Estudando a época de florescimento e maturação das cultivares IAC 38 e Campinas, Banzatto et al. (1965) concluíram que a maturação dos cachos primários, secundários e terciários da cultivar Campinas se dá, respectivamente, aos 139, 155, 175 dias após o plantio. Para a cultivar IAC 38, são necessários 146, 175 e 198 dias, indicando que o florescimento e a maturação para a cultivar Campinas ocorrem mais cedo.

É preciso ressaltar os cuidados com a semente no ponto de maturidade fisiológica, visto que o conteúdo de reservas é mantido e o teor de água das sementes ainda é muito alto, variando de 30 a 50% b.u. dependendo da espécie. Com este alto teor de água, as reservas acumuladas nas sementes podem ser consumidas pela respiração intensa (Dias, 2001). Da mesma forma, Carvalho e Nakagawa (2000) afirmaram que, quando as sementes não mais recebem fotossintetizados da planta, o substrato respiratório é máximo e o teor de água também é muito elevado, situação esta que poderá conduzir a semente ao processo de deterioração ou, como acontece em alguns casos, levá-la a germinar na própria planta.

Quando ocorre o “desligamento” da semente da planta sobre a qual se formou, a planta põe em ação mecanismos para redução no teor de água das sementes, a fim de evitar a deterioração. Um dos mecanismos mais conhecidos e bastante evidente é a deiscência dos frutos, como é o caso típico do algodão. A abertura da maçã, formando o

capulho, expõe as sementes ao ar, permitindo uma rápida queda em seu teor de água. No caso da mamona, para cultivares indeiscentes, esta secagem no campo ocorre naturalmente, sem nenhum mecanismo que possa favorecer a rapidez do processo. Nesse sentido, Mazzani (1983) ressalta que, quanto maior for o período de permanência das plantas de mamona no campo, após a completa maturação, maior também será a perda durante a colheita e menor a qualidade das sementes. Quando se trata de variedades indeiscentes, nas quais é possível esperar o amadurecimento total da lavoura para proceder a uma só colheita, pode-se obter sementes de elevada qualidade fisiológica, desde que não chova durante este período de colheita.

A mamona colhida com alto teor de água deve permanecer nos secadores até atingir de 10 a 13 % de teor de água, ressaltando que o teor de água ideal da mamona para colheita é em torno de 10%. A temperatura de secagem não deve ser superior a 50°C. Quando o objetivo é a utilização de semente para o plantio, a temperatura não deve ultrapassar 40°C. Após a secagem, natural ou artificial, o teor de água da semente deve estar entre 8,0 % e 10% (Ribeiro Filho, 1966; Macedo e Wagner, 1984).

Lucena et al. (2006), estudando o teor de água e o peso seco da semente e do fruto de mamona, colhidos em três estádios de maturação, concluíram que o teor de água dos frutos variou de 67,2 a 8,7% e das sementes entre 16,6 e 6,6% nos cachos colhidos verde e seco, respectivamente; o teor de água das sementes sempre é menor que a dos frutos e o peso seco dos frutos não diferiu entre os níveis de maturação, mas o peso seco das sementes dos cachos secos foi 24% maior que a dos cachos verdes. Na prática, isso significa que, se o produtor permitir que os cachos atinjam a maturação completa, a produtividade seria 24% maior.

Para facilitar o manejo e reduzir os custos com a colheita de sementes de mamona, os produtores comumente reduzem o número de passadas e colhem cachos já

totalmente secos junto com cachos que ainda estavam iniciando a secagem. Segundo Lucena et al. (2006), as sementes dos cachos colhidos verdes, são mais leves. Esse menor peso, possivelmente deva-se ao desenvolvimento incompleto da semente que pode ter menor quantidade de reservas, principalmente óleo e proteínas.

2.4. Armazenamento das sementes de mamona

Outra etapa importante na produção de sementes de mamona é o armazenamento. O armazenamento das sementes sob condições adequadas é fundamental para mantê-las viáveis durante o período da colheita até a semeadura. Após as operações de colheita, secagem e beneficiamento, as sementes de mamona são destinadas ao armazenamento para posterior processo de comercialização e/ou semeadura.

A máxima qualidade da semente é atingida por ocasião da maturidade fisiológica. A partir desse ponto, inicia-se a deterioração, que pode ser retardada ou mantida numa velocidade mínima por condições ideais de colheita, secagem, armazenamento, numa tentativa de manter a qualidade tão próximo quanto possível do ponto mais alto atingido. Uma vez conseguidas sementes de elevada qualidade, nem sempre são utilizadas imediatamente, necessitando então de serem armazenadas.

Krohn e Malavasi (2004) salientaram que o sucesso de uma lavoura está condicionado à utilização de sementes de alta qualidade. Neste sentido, o armazenamento constitui uma etapa onde se deve procurar reduzir ao mínimo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração. Segundo Baudet (2003), o processo de deterioração refere-se a toda e qualquer alteração degenerativa e é um processo irreversível, sendo possível, porém, diminuir sua velocidade com o manejo adequado e eficiente das condições ambientais, durante o armazenamento.

De acordo com Vieira et al. (2006), o objetivo básico do armazenamento é manter o nível de qualidade das sementes, reduzindo ao mínimo o seu processo de deterioração, o qual pode ser mais rápido ou mais lento, dependendo das características ambientais e da própria semente. Nesse sentido, para reduzir a velocidade e intensidade de deterioração das sementes, é necessário armazená-las adequadamente, utilizando local que tenha baixa temperatura, baixa umidade relativa do ar e boa aeração.

Diversos fatores, como espécie, variedade, qualidade inicial, teor de água, trocas gasosas, característica do tegumento da semente, maturidade, tipos de embalagens utilizados, infestação por fungos e insetos, duração de armazenamento podem determinar a longevidade de sementes sob condições naturais ou controladas de armazenamento (Roberts, 1972; Minor e Paschal, 1982; Popinigis, 1985; Tekrone et al., 1987; Carneiro e Aguiar, 1993; Carvalho e Nakagawa, 2000). Assim, a semente pode ser produzida sob um sistema rigoroso de inspeção, colheita apropriada, e processada para a mais alta pureza, porém pode ser perdida se armazenada sob condições precárias ou com alto teor de água.

A longevidade das sementes também pode ser afetada pelo genótipo e pela composição química, pois sementes amiláceas são menos propensas a deterioração do que as oleaginosas devido a menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido (Marcos Filho, 2005).

Marcos Filho (2005) ressalta que as sementes oleaginosas apresentam menor potencial de armazenamento que as amiláceas, devido à menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido; a temperatura necessária para a degradação do amido é mais elevada que a responsável pelos mesmos efeitos em oleaginosas. Uma elevação moderada da temperatura, como consequência do processo respiratório, é suficiente para a decomposição dos lipídios e a elevação da taxa de deterioração. Por esse motivo, as

sementes oleaginosas devem ser armazenadas com teor de água inferior ao recomendado para as amiláceas (Marcos Filho, 2005).

O alto teor de água das sementes é uma das principais causas da perda do poder germinativo durante o armazenamento (Desai et al., 1997). De acordo com Harrington (1972), o alto teor de água causa aumento da taxa respiratória e ação de microrganismos, sendo que teores de água acima de 20,0 % podem promover o aquecimento da massa de sementes a uma temperatura letal.

Harrington (1972) salienta que no caso específico da mamona o teor de água, a temperatura, o tempo de armazenamento e as condições da semente, são considerados fatores preponderantes para manter a qualidade das sementes durante o armazenamento. O principal cuidado necessário ao armazenamento da mamona é com o teor de água da semente no momento do ensacamento e durante o período em que permanecer armazenado. As sementes armazenadas não são atacadas por pragas que comprometam sua qualidade; apenas alguns insetos podem se alimentar de uma estrutura externa da semente (carúncula), mas sem comprometer sua qualidade (Embrapa, 2007).

A temperatura, dentro de limites, influencia todas as atividades biológicas. O aumento da temperatura do ambiente de armazenamento provoca aumento da taxa respiratória da semente, de fungos e de insetos que a acompanham (Popinigis, 1985).

Toda a semente destinada ao plantio deve ser cuidadosamente beneficiada e conservada durante o período de armazenamento, até o momento de sua utilização, para garantir a preservação de sua qualidade fisiológica. De acordo com Popinigis (1985), a qualidade da semente não melhora durante o armazenamento e a qualidade inicial é o fator fundamental na conservação da germinação e do vigor. Sementes de baixa qualidade, com alto índice de deterioração não mantêm sua viabilidade e vigor nem nas melhores condições de armazenamento. A melhor e mais eficaz medida para o bom

armazenamento consiste em utilizar sementes com elevada pureza genética e física e com alto vigor.

Conforme Pádua e Vieira (2001), a qualidade das sementes pode ser preservada quando as condições de conservação são favoráveis. Lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes, mas com diferentes níveis de vigor, podem apresentar comportamentos diferenciados em relação à deterioração, dependendo das condições de armazenamento. Nesse sentido, Carvalho e Nakagawa (2000) salientam que a temperatura e a umidade relativa do ar influenciam na qualidade fisiológica da semente, em particular o vigor, durante o armazenamento. A umidade relativa do ar tem relação com o teor de água das sementes, além de controlar a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que ela pode sofrer, enquanto a temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos e interfere indiretamente no teor de água das sementes. Dessa forma, baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura, mantêm o embrião em sua mais baixa atividade metabólica.

Figueiredo et al. (2006a) ressaltam que a influência dos climas tropicais nos problemas de armazenamento de sementes não pode ser desprezada. Altas temperaturas e umidades relativas afetam as sementes de maneira direta e indireta. As sementes são higroscópicas, de modo que seu conteúdo de água está sempre em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Alto conteúdo de teor de água nas sementes, combinando com altas temperaturas, aceleram os processos naturais de degeneração dos sistemas biológicos, de maneira que, sob estas condições, as sementes perdem o vigor rapidamente e algum tempo depois sua capacidade de germinação. A presença de teor de água é um dos fatores principais na causa da deterioração das sementes, provocando o aumento da respiração, da quantidade de microorganismos e insetos e diminuindo o poder germinativo das sementes.

Christensen e Kaufmann (1982) avaliaram a influência da temperatura e do teor de água na germinação de sementes de soja, expostas a diferentes condições ambientais, em determinado período de tempo. Verificaram que as sementes armazenadas a uma temperatura de 15° C, com teores de água de 12,1 e 14,7; %, permaneceram viáveis até seis meses. Quando as sementes foram armazenadas com 12,1 % de teor de água, em diferentes temperaturas, não se verificou perda de viabilidade na semente. Porém, quando armazenadas com 14,7 % de teor de água, à uma temperatura de 25° C, apresentaram queda significativa de viabilidade, após três meses .

O teor de água das sementes de mamona destinadas ao armazenamento deve situar-se na faixa de 6 a 8%, pois neste nível a proliferação de fungos é inibida, assim como atividades enzimáticas inerentes ao metabolismo da semente (Savy Filho, 2005). Deve-se dar preferência a ambientes de umidade relativa mais baixa (Gonçalves et al., 1981), devido à qualidade da semente da mamona, comumente, decair, rapidamente, durante os primeiros meses depois da colheita (Mazzani, 1983), podendo, a partir daí, as reduções na qualidade serem mais lentas.

Almeida (1981), avaliando sementes de algodão armazenadas sob diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, por 150 dias, verificou que em todas as condições houve perda de germinação durante o período de armazenamento e ainda, que para todas as faixas umidade relativa estudadas, quanto menor a temperatura, menor a queda de germinação e vigor das sementes.

Silva et al. (2003) relatam que, no armazenamento de sementes de mamona, existem alguns aspectos que devem ser considerados. Sementes danificadas têm menor longevidade que as intactas, pois as injúrias servem para entrada e disseminação de fungos e a presença destes acelera o processo de deterioração, afetando diretamente a germinação e o vigor das sementes e prejudicando a qualidade do óleo.

Avaliando a deterioração de sementes de mamona armazenadas, Lago et al. (1985) verificaram que, aos 36 meses de armazenamento, quanto maior o teor de ácidos graxos livres, menor a porcentagem de germinação, ocorrendo, então, uma relação inversa entre esses dois parâmetros, resultante da deterioração e consequente formação de ácidos graxos a partir dos triglicerídios existentes na semente. Por essa razão, o teor de ácidos graxos livres tem sido proposto como uma medida do grau de deterioração de sementes e grãos (Delouche et al, 1962; Pomeranz, 1974).

De acordo com Justice e Bass (1978), entre os diversos fatores que diminuem a longevidade das sementes de mamona durante o armazenamento, destacam-se os danos mecânicos na operação de batadura ou descasque. Duas importantes características afetam a intensidade de tais danos: a estrutura das sementes e a resistência do fruto à separação das mesmas. Neste sentido, Lago et al. (1985) ressaltam que sementes de mamona dos cultivares indeiscentes são particularmente sensíveis a danos durante o descasque mecânico devido ao embrião e endosperma relativamente delicados; radícula muito próxima da superfície da semente, tegumento quebradiço e frutos com certa resistência ao descasque. Tais danos se manifestam sob as formas de esmagamento do embrião ou suas partes como, abrasão, rachaduras, quebras ou até mesmo remoção total do tegumento.

Lago et al. (1985), avaliando a gradual deterioração de duas cultivares de sementes de mamona armazenadas sem e com casca, e, portanto, sem danos mecânicos provenientes do descasque prévio, concluíram que a deterioração das sementes descascadas mecanicamente e assim armazenadas foi mais rápida do que aquelas armazenadas com casca, principalmente após o primeiro ano. Sementes com e sem casca do cultivar Campinas apresentaram, depois de 0, 6, 12, 24 e 36 meses de armazenamento, germinação de, respectivamente, 93 e 82%, 82 e 80%, 79 e 69%, 65 e

23 e 51% e 0%. Após os mesmos períodos de armazenamento, para o cultivar Guarani, obteve-se para sementes com e sem casca germinação de, respectivamente, 85 e 82%, 81 e 75%, 76 e 62%, 68 e 13% e 38 e 0%.

O tipo de embalagem para o acondicionamento também exerce papel importante na longevidade das sementes a serem armazenadas. A embalagem deve apresentar resistência à tensão e ruptura, para suportarem as condições de manejo e transporte, bem como proteção contra insetos, roedores e trocas de vapor d'água com a atmosfera.

A qualidade fisiológica de sementes armazenadas está relacionada ao tipo de embalagem empregado. A escolha da embalagem depende da espécie, do grau de umidade das sementes, das condições e do período de armazenamento (Marcos Filho, 2005). Quando as sementes são armazenadas em embalagens permeáveis, seu teor de umidade varia conforme as variações da umidade do ar. Em embalagens semi-permeáveis há alguma resistência as trocas, porém nada que impeça completamente a passagem da umidade e, em embalagens impermeáveis não há influência da umidade do ar externo sobre a semente (Popinigis, 1985).

Ao se acondicionarem sementes em embalagens permeáveis à umidade, ocorrem oscilações no teor de água, conforme as variações da umidade relativa do ar e que, se o local apresenta alta umidade relativa, proporcionará um incremento no conteúdo de água das sementes, provocando, aceleração nos processos de deterioração e rápida perda de sua qualidade. Nesse sentido, Popinigis (1985) salienta que a longevidade das sementes de mamona é aumentada consideravelmente quando elas são colocadas em embalagens herméticas (lata ou silo), desde que o seu teor máximo de água seja de 5%.

Na tomada de decisão para a escolha da embalagem, Carvalho e Nakagawa (2000) ressaltam que devem ser consideradas, também, as condições climáticas sob as quais as sementes serão armazenadas até o próximo plantio, modalidade de

comercialização, disponibilidade e as características mecânicas das embalagens. As embalagens utilizadas no armazenamento devem ajudar a diminuir a velocidade do processo de deterioração, mantendo o teor de água inicial das sementes armazenadas, diminuindo o processo de respiração (Tonin et al., 2006).

Henning et al. (1995) constataram que a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja embaladas com 8,5 % de teor de água em sacos plásticos, foi mantida por um período de 7,5 meses. Por outro lado, esta embalagem foi prejudicial à qualidade das sementes com graus iniciais de teor de água mais elevados (10% e 11,5%).

Carneiro e Aguiar (1993), em abordagem sobre a conservação das sementes, salientaram que o uso da embalagem adequada e o controle do ambiente de armazenamento (temperatura e umidade relativa do ar), bem como do teor de água das sementes, podem aumentar a longevidade das sementes armazenadas. Nesse sentido, Miranda (1987), ao estudar a qualidade das sementes de soja armazenadas em embalagens permeáveis e semipermeáveis no Centro - Oeste e Nordeste brasileiro, concluiu que os locais que apresentaram condições ambientais de menor temperatura e menor umidade relativa do ar, propiciaram melhor preservação da qualidade fisiológica de semente de soja.

Gurjão (1995), avaliando a qualidade fisiológica em sementes de amendoim armazenadas em sacos de aniagem, constatou que o teor de água das sementes foi influenciado diretamente pela umidade relativa do ar, ocorrendo aos quatro meses de armazenagem uma redução de 3,2 % b.u. em relação ao valor inicial e um posterior aumento de 5,84 % b.u., aos 10 meses.

Gomes (1992), utilizando diferentes embalagens e condições de armazenamento para sementes de algodão, verificou após 12 meses de armazenamento que,

independentemente das condições estudadas, a germinação das sementes decresceu significativamente.

Figueiredo et al. (2006b), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas sob condições climáticas de Campina Grande-PB, verificaram que a embalagem impermeável manteve o teor de água das sementes próximo ao inicial, e que não houve diferenças na qualidade fisiológica das sementes para os tipos de embalagens avaliadas.

Bryant (1989) relata que a longevidade natural das sementes é bastante variável, indo desde poucos dias até vários anos. Sementes de muitas espécies, que não foram expostas a condições extremamente adversas no campo (desenvolvimento vegetativo, maturação e no período de pré-colheita), quando armazenadas em condições favoráveis, certamente permanecerão viáveis por muitos anos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O campo de produção de sementes de mamona foi instalado em 23 de janeiro de 2006, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), na cidade de Janaúba, Estado de Minas Gerais, e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análises de Sementes do Centro Tecnológico de Minas Gerais da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (CTNM – EPAMIG), também na cidade de Janaúba.

A Fazenda Experimental da Unimontes localiza-se na latitude de 15° 49' 51,5" S e 43° 16' 18,2" W, a uma altitude de 540 metros. A pluviosidade média da região é de aproximadamente 870 mm e insolação de 2.700 horas anuais. O clima da região de Janaúba é classificado por Koeppen (1948) como “AW”, tropical com inverno seco.

Na Figura 1 são apresentadas às temperaturas mínimas e máximas (°C) e umidade relativa do ar (%), registradas durante o experimento.

A cultivar IAC-226 escolhida para a condução do experimento de campo foi lançada em 1991, no Instituto Agrônomo de Campinas/Seção de Oleaginosas, e trata-se da primeira cultivar comercial de porte alto, ramificação baixa, com frutos

indeiscentes e sementes pequenas. Apresenta elevado potencial produtivo e ciclo vegetativo médio.

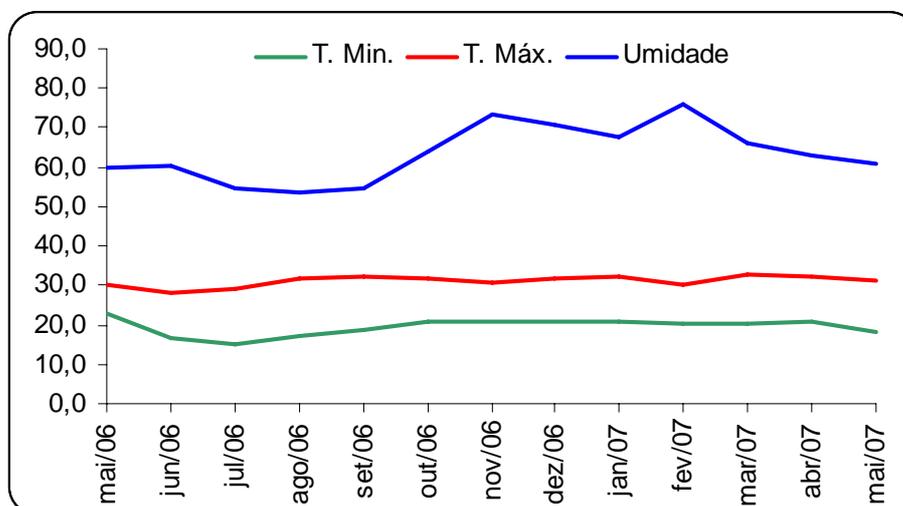


Figura 1- Temperaturas mínima e máxima (°C) e umidade relativa do ar (%), registradas durante o experimento na Estação Meteorológica da Epamig

No histórico da área onde foi implantado o campo de produção de sementes não constava o registro do estabelecimento de nenhuma cultura, atendendo, desse modo, a Instrução Normativa nº. 25, de 16 de dezembro de 2005 (Brasil, 2005).

O campo destinado à produção de sementes de mamona foi isolado dos demais campos plantados com outras cultivares, ou com a mesma cultivar, de acordo com as recomendações de Lingerfelt (1976).

A adubação do campo de produção foi realizada de acordo com a análise de solos e segundo as recomendações para a cultura da mamona (Gonçalves, 2005), utilizando 15, 30 e 80 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, por hectare no plantio. Foi realizada adubação de cobertura, aos 44 dias após o plantio, com 30 kg/ha de N. Para o controle de plantas daninhas foram realizadas capinas manuais.

Após a semeadura do campo de produção, foram adotadas recomendações técnicas necessárias ao desenvolvimento ideal da cultura, incluindo a irrigação

suplementar. Foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, iniciando-se por ocasião do plantio até aproximadamente 40 dias antes da colheita, de acordo com recomendação de Mazzani (1983). Procedeu-se à irrigação de 1 hora/dia da lavoura, totalizando um período de 120 dias de irrigação. Durante o ciclo da cultura, a quantidade de água utilizada na da irrigação foi de 800 mm.

No dia 05 de maio de 2006 foram coletados os cachos primários de algumas plantas (110 dias após o plantio); em 08 de junho de 2006 foram coletados os cachos secundários de outras plantas (144 dias após o plantio); em 12 de julho de 2006 coletaram-se os cachos terciários de outras plantas (178 dias após o plantio) e em 13 de julho de 2006 foram coletados os cachos primários, secundários e terciários de outras plantas, constituindo outro tipo de coleta (cacho misturado). Os cachos primários, secundários e terciários foram coletados quando, aproximadamente, 100% dos frutos estavam maduros e as sementes com teor de água próximo de 7,0 %, de umidade (b.u.).

Os cachos colhidos foram enviados ao laboratório, sendo seus frutos removidos manualmente, para em seguida serem descascados, separando as cascas, das sementes. Após a remoção dos frutos, foi feita a extração e limpeza manual das sementes, retirando-se as sementes chochas e as impurezas.

A Figura 2 apresenta um esquema ilustrativo da posição dos cachos primário, secundário e terciário na planta da mamoneira.

Logo após a obtenção das sementes foi feito o expurgo com produto à base de fosfina por 72 horas, em volume equivalente a uma pastilha (3,0 g de produto para 1,0 g de princípio ativo) por m³, em seguida as sementes foram tratadas com o fungicida Captan® na dosagem de 300 g do produto para 100 kg de sementes. A seguir, 2,0 kg de sementes de cada tipo de cachos (primário, secundário, terciário e misturado) foram acondicionados em sacos de algodão (embalagem permeável) e embalagem tripla de

sacos de polietileno (embalagem impermeável) e armazenadas por seis meses, em câmara fria ($\pm 10^{\circ}\text{C}$ e $\pm 75\%$ de UR) e em unidade de beneficiamento de sementes (UBS) da Epamig, à temperatura média ambiente ($\pm 26^{\circ}\text{C}$ e $\pm 50\%$ de UR).

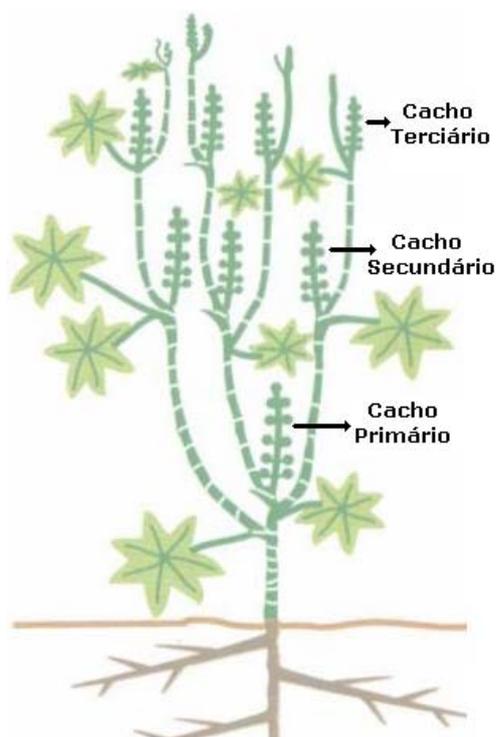


Figura 2 - Posição dos cachos primário, secundário e terciário na planta da mamoneira

Nos ambientes de armazenamento, foi feito o monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar.

3.1. Avaliações das sementes

As avaliações da qualidade das sementes, a seguir, foram realizadas no início, aos três, e aos seis meses de armazenamento, para os dois ambientes, e os dois tipos de embalagem.

3.1.1. Determinação do teor de água

O teor de água foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), utilizando o método da estufa, a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, com duas subamostras para cada repetição, sendo os resultados expressos em % de teor de água (b.u.).

3.1.2. Massa de mil sementes

Foi determinado também a massa de mil sementes apenas no início do armazenamento, utilizando-se oito subamostras de 100 sementes por repetição, as quais foram pesadas em balança de precisão (0,0001g); foram calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo os resultados expressos em gramas.

3.1.3. Teste de germinação (TG)

A germinação das sementes foi determinada conforme prescrevem as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo utilizadas três subamostras de 50 sementes para cada repetição. Foram utilizadas três folhas de papel germitest por rolo. O papel germitest foi umedecido com água destilada, utilizando-se um volume equivalente a 3 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador previamente regulado à temperatura alternada de 20 - 30°C. A avaliação foi feita no sétimo e décimo quarto dias após a montagem do teste e o resultado do total de plântulas normais foi expresso em porcentagem.

3.1.4. Teste de primeira contagem (TPC)

Os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais, determinado por ocasião da primeira contagem do teste de germinação, ou seja, no sétimo dia após a montagem (Brasil, 1992).

3.1.5 Teste de emergência de plântulas em areia (TEP)

O teste de emergência de plântulas em areia foi instalado sob condições ambientais controladas de laboratório, sendo a areia fina anteriormente lavada e esterilizada em estufa à 200°C, durante duas horas, conforme as recomendações contidas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992).

As sementes foram semeadas em bandejas plásticas com três cm de profundidade e o teor de água foi mantido com irrigações leves, diariamente. Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes para cada repetição e os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais emergidas, determinado por ocasião do décimo quarto dia após a montagem, sendo o resultado expresso em porcentagem.

3.1.6. Índice de velocidade de emergência (IVE)

O índice de velocidade de emergência foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas em areia, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram alça cotiledonar visível. Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas emergidas, foi calculado o índice de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVE} = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n)$$

onde:

IVE = índice de velocidade de emergência

G_1, G_2, \dots, G_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem,... e na última contagem

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semeadura à primeira, à segunda,... e à última contagem.

Na primeira avaliação (imediatamente após a colheita), o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (tipos de cachos) e quatro repetições por tratamentos. Nas avaliações posteriores (terceiro e sexto mês de armazenamento), utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial $4 \times 2 \times 2$ (quatro tipos de cachos, duas embalagens e dois ambientes de armazenamento).

Foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - Saeg (Universidade Federal de Viçosa, 2000) para análise dos dados de massa de 1000 sementes, germinação, primeira contagem, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, que foram submetidos à análise de variância. As características significativas em nível de 5% de significância pelo teste "F" foram submetidas ao teste de Tukey, também em nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teor de água das sementes

Na Tabela 1, são apresentados os teores médios de água das sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de cachos primário, secundário, terciário e misturado (toda a planta), imediatamente após a colheita e aos três e seis meses de armazenamento, em embalagens permeável (algodão) e impermeável (polietileno) e ambientes distintos, em câmara fria (CF) e unidade de beneficiamento de sementes (UBS).

Os resultados indicaram que o teor de água médio inicial das sementes, imediatamente após a colheita, dos cachos primário, secundário, terciário e misturado, foi de 6,2 % de b.u. Houve uma variação de 6,0 % b.u. a 6,3% de b.u. no teor de água das sementes. A ausência de chuvas e baixa umidade relativa do ar após a maturação fisiológica e durante a colheita dos cachos, contribuíram com os valores dos teores de água encontrados no presente trabalho. Neste sentido, Gonçalves et al. (1981) e Savy Filho (2005), relatam que sementes de mamona destinadas ao armazenamento devem apresentar teor de água entre 6,0 % b.u. e 10,0 % b.u. O teor de água das sementes, desse modo, situou-se abaixo do limite máximo de 10,0 %, considerado ideal, para o

armazenamento. Machado (2007) e Fanan (2008) encontraram valores próximos de teor médio de água das sementes de mamona aos encontrados neste trabalho, nos cachos primário, secundário e terciário, após a colheita.

Tabela 1 - Teores médios de água (% b.u.) das sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, imediatamente após a colheita (teor de água inicial) e durante o armazenamento em embalagens e ambientes distintos

| Cacho | Teor de água inicial (%) | Embalagem | Período de armazenamento (meses) | | | |
|------------|--------------------------|-------------|----------------------------------|-------|-----|-----|
| | | | 3 | | 6 | |
| | | | CF* | UBS** | CF | UBS |
| Primário | 6,2 | Algodão | 8,5 | 6,3 | 8,6 | 6,0 |
| | | Polietileno | 6,6 | 6,0 | 6,8 | 6,2 |
| Secundário | 6,3 | Algodão | 8,1 | 6,6 | 8,2 | 6,7 |
| | | Polietileno | 6,0 | 6,0 | 6,3 | 6,0 |
| Terciário | 6,3 | Algodão | 8,0 | 6,3 | 8,1 | 6,7 |
| | | Polietileno | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| Misturado | 6,0 | Algodão | 8,1 | 6,3 | 7,8 | 6,4 |
| | | Polietileno | 6,7 | 6,0 | 6,1 | 6,0 |

*CF = câmara fria.

**UBS = unidade de beneficiamento de sementes.

Considerando os valores médios do teor de água dos distintos cachos, após os três meses de armazenamento houve incremento de 32,3 % no teor de água das sementes armazenadas em câmara fria em embalagem de algodão (embalagem permeável), em relação aos teores de água das sementes imediatamente após a colheita. Tal fato demonstra que possivelmente no terceiro mês de armazenamento as sementes entraram em equilíbrio com a umidade relativa do ar no interior da câmara fria ($\pm 10^{\circ}\text{C}$ e $\pm 75\%$ de UR). Neste sentido, Bewley e Black (1985) ressaltaram que o teor de água das sementes está em função da umidade relativa do ar.

No terceiro mês de armazenamento, a embalagem de polietileno (embalagem impermeável), em ambiente de câmara fria, se mostrou eficiente em manter o teor de água das sementes próximo aos valores médios iniciais dos cachos, em torno de 6,3 % b.u. A tripla embalagem de polietileno foi eficiente em impossibilitar trocas de umidade da semente com o ambiente, assegurando menor probabilidade de deterioração da semente em função da elevação do teor de água. Botelho e Carneiro (1992), avaliando a viabilidade e o vigor de sementes de pau-santo (*Kielmeyera coriacea* Mart.), em função de diferentes embalagens, observaram que embalagens de polietileno não impediram completamente a troca de umidade entre as sementes e o ambiente, o que foi verificado pelas pequenas variações no teor de água das sementes ao longo do período de armazenamento.

Aos seis meses de armazenamento, as sementes armazenadas em câmara fria apresentaram comportamento semelhante aos três meses, ou seja, a embalagem de polietileno manteve os teores médios de água das sementes próximos aos valores obtidos imediatamente após a colheita. Enquanto que, as sementes armazenadas em câmara fria e acondicionadas em embalagem de algodão mantiveram os mesmos teores de água encontrados no terceiro mês de armazenamento, indicando que o equilíbrio higroscópico já havia sido alcançado neste período.

Em UBS, aos três meses de armazenamento, a embalagem de polietileno também se mostrou eficiente em manter o teor de água das sementes próximo aos valores médios obtidos imediatamente após a colheita dos cachos, em torno de 6,0 % (b.u.).

Considerando o valor médio do teor de água dos distintos cachos, após os três meses de armazenamento não foi observado incrementos no teor de água das sementes

armazenadas em UBS em embalagem de algodão, em relação aos teores de água das sementes imediatamente após a colheita.

Aos seis meses de armazenamento, as sementes armazenadas em UBS apresentaram comportamento semelhante aos três meses, ou seja, a embalagem de polietileno manteve os teores médios de água das sementes próximos aos valores obtidos imediatamente após a colheita.

Considerando o valor médio do teor de água dos distintos cachos, após os seis meses de armazenamento, não foi observado incrementos no teor de água das sementes armazenadas em UBS em embalagem de algodão, em relação aos teores de água das sementes imediatamente após a colheita. Dos três aos seis meses de armazenamento, não foi verificado incrementos no teor médio de água das sementes armazenadas em UBS e acondicionadas em embalagem de algodão.

De uma maneira geral, os resultados evidenciaram que a UBS foi mais eficiente do que a câmara fria na conservação do teor médio de água das sementes durante o período de armazenamento, independente do tipo de embalagem utilizada. Isto é explicado devido à baixa umidade relativa do ar na UBS, que durante o experimento se manteve em torno de 50 % U. R. \pm 5, conservando dessa forma o teor médio de água das sementes próximo do inicial (6,0 % b.u.). Na câmara fria foram registrados valores mais altos de umidade relativa do ar, ficando em média 70 % U.R. \pm 5, proporcionando um maior acréscimo no teor de água das sementes, em embalagem de algodão, devido às trocas de vapor d'água com o ambiente. Gurjão (1995), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de amendoim, armazenadas durante dez meses em sacos de aniagem, constatou que o teor de água das sementes foi influenciado pela umidade relativa do ar.

Considerando os dois tipos de embalagens (polietileno e algodão), utilizadas no presente trabalho, verificou-se que, durante os seis meses de armazenamento, as sementes acondicionadas em embalagens de polietileno praticamente não apresentaram variação em seu teor médio de água, seja em ambiente de câmara fria ou em UBS, confirmando a impermeabilidade deste tipo de embalagem às trocas de vapor d'água com o ambiente. Diversos trabalhos (Padilha et al., 1998; Figueiredo et al., 2006a; Figueiredo et al., 2006b, Figueiredo et al., 2006c) também têm demonstrado a eficiência das embalagens plásticas (polietileno) na manutenção do teor inicial de água em sementes armazenadas, diminuindo, assim, os riscos de perda da qualidade fisiológica das sementes por deterioração, devido à elevação dos teores de água.

As sementes acondicionadas em embalagem de algodão praticamente atingiram o teor de água de equilíbrio, de acordo com as características de cada ambiente de armazenamento (em torno de 8,2 % b.u., no ambiente câmara fria e 6,5 % b.u. em UBS), possivelmente associado à umidade relativa do ar de cada ambiente de armazenamento. Figueiredo et al. (2006b) ressaltam que, em sementes acondicionadas em embalagens permeáveis, o comportamento do teor de água é baseado nas tendências climáticas do período de armazenagem.

Harrington (1973) recomenda que o teor ideal de água das sementes, para armazenagem em embalagens impermeáveis, é de 6,0 % b.u. e 12,0 % b.u. para amiláceas e 4,0 % b.u. e 9,0 % b.u. para oleaginosas. Entretanto, Oliveira et al. (2006) recomendam que o teor de água para a conservação de sementes oleaginosas esteja em torno de 6,0 e 7,0 % b.u., sendo que teores de água acima desses limites provocam nas sementes armazenadas em embalagens impermeáveis deterioração mais rápida do que em embalagens permeáveis. Para o caso específico da mamona, Savy Filho (2005) recomenda que o teor de água das sementes destinadas ao armazenamento deve situar

na faixa entre 6,0 e 8 % b.u., pois neste nível a proliferação de fungos é inibida, assim como atividades enzimáticas inerentes ao metabolismo da semente.

Alves e Lin (2003) observaram que sementes de feijão em embalagens de polietileno entraram em equilíbrio higroscópico com teor de água mais baixo que em embalagens de algodão e plástico grosso, ressaltando que a umidade das sementes armazenadas em embalagem de plástico grosso, deveria ser inferior à dos demais tipos de embalagens. Os mesmos autores salientaram que a abertura da embalagem de plástico grosso, para a retirada das sementes durante o trabalho, permitia a entrada e contenção de umidade no interior da embalagem, sugerindo que a retirada de sementes para realização do experimento em condições e clima semelhantes deve ser feita de uma só vez para em embalagens de plástico grosso. Esta constatação não foi verificada no presente trabalho, possivelmente em função das diferenças climáticas de uma região para outra, onde segundo esses autores o local onde foi realizado o experimento era de clima úmido. Os autores justificaram que apenas para as embalagens de plástico grosso, houve um aumento no teor de água das sementes. Possivelmente esse aumento no teor de água das sementes ocorreu devido a uma maior retenção de ar neste tipo de embalagem associado a altos valores de umidades no local onde foi realizado o experimento.

4.2. Massa de mil sementes

Na Tabela 2 são apresentados os resultados médios de massa de mil sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, imediatamente após a colheita.

Tabela 2 - Resultados médios de massa de mil sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, imediatamente após a colheita

| Item | Cacho | | | |
|---------------------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| Massa de mil sementes (g) | 260,30a | 249,24b | 238,85c | 251,25b |

Médias seguidas por letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Imediatamente após a colheita, as sementes do cacho primário diferiram ($P < 0,05$) das sementes dos demais cachos, apresentando o maior valor da massa de mil sementes. Houve comportamento similar para as sementes dos cachos secundários e dos cachos misturados, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si, atingindo valores intermediários na massa de mil sementes. As sementes do cacho terciário apresentaram resultados inferiores na massa de mil sementes, diferindo ($P < 0,05$) dos demais cachos. Estas diferenças na massa de mil sementes, estão relacionadas ao tamanho das sementes.

Resultados semelhantes foram obtidos por Machado (2007), denotando que os primeiros cachos emitidos pela planta apresentam sementes de maior tamanho que os emitidos posteriormente. Possivelmente, isto se deve ao fato do cacho primário ser emitido quando a planta-mãe apresenta-se melhor nutrida e com maior acúmulo de reservas para formar todas as sementes do cacho. De acordo com Marcos Filho (2005), essas condições diminuem à medida que os próximos cachos são emitidos e as sementes formadas. De maneira contrária, Corrêa et al. (2006) obtiveram maior peso de sementes originadas dos cachos secundários em relação aos demais cachos.

Carvalho e Nakagwa (2000) salientaram que as sementes não se formam todas ao mesmo tempo, de maneira que as últimas a se formarem são normalmente menores ou de menor densidade, resultando em sementes menos vigorosas. Ressaltam que as primeiras sementes formadas, ou seja, as de maior tamanho são bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas. Haig e Westoby

(1991) ressaltaram que a maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula, pois permite a sobrevivência por maior tempo em condições ambientais desfavoráveis.

De maneira contrária, Silva e Marcos Filho (1982), em estudos realizados com sementes de soja, demonstraram que a massa e o tamanho das sementes não influenciaram os resultados de testes conduzidos em laboratório, nem o desempenho de plântulas no campo.

Considerando os maiores valores ($P < 0,05$) de massa de mil sementes do cacho primário, deve-se ressaltar que estes resultados estão de acordo com a afirmação de Haig e Westoby (1991) e Carvalho e Nakagawa (2000), onde os valores obtidos na porcentagem de germinação e vigor indicaram que as sementes do cacho primário (sementes maiores e primeiras a serem formadas) apresentaram melhor qualidade fisiológica após a colheita em relação às sementes dos cachos secundário e terciário (Tabela 5). Neste contexto, Popinigis (1985) afirma que o tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica. Assim, dentro do mesmo lote, as sementes pequenas apresentam menor emergência de plântulas e vigor do que as sementes de tamanho médio e grande. No entanto, Sader et al. (1991) verificaram que, quanto maior o tamanho das sementes de amendoim, maior o grau de injúrias sofrido por elas, resultando numa diminuição na porcentagem de sementes puras, na germinação, no vigor e na viabilidade das sementes. De maneira contrária, Singh (1976) afirma que cultivares de soja, que produzem sementes pequenas e de menor massa, apresentam menor dano mecânico na colheita e beneficiamento.

Nesse sentido, os resultados de trabalhos na literatura, relacionados com tamanho e massa de sementes e sua relação com germinação e vigor, são bastante controversos (Shepetina e Sevast'yanova, 1986; Krzyzanowski et al., 1991; Silva Filho,

1994 e Thomas e Costa 1996). Sementes maiores de algodão podem apresentar melhores resultados de germinação (Aguiar et al., 2001) na medida em que transcorre o tempo de armazenamento. Shepetina e Sevast'yanova (1986) ressaltam que, possivelmente, a germinação das sementes de mamona está mais associada com sua densidade do que com o seu tamanho. Resultados, que demonstram maior porcentagem de emergência para sementes de mamona de menor tamanho (Rocha, 1986), podem estar associados às características diferenciadas no tegumento, sendo que sementes menores podem apresentar tegumento menos espesso do que sementes maiores, facilitando deste modo, o processo de germinação.

4.3. Qualidade fisiológica inicial das sementes

4.3.1. Teste de germinação

Os resultados dos testes de germinação foram influenciados ($P < 0,05$) pelos tipos de cachos de onde as sementes foram colhidas, indicando que as sementes dos cachos primário e misturado não diferiram ($P > 0,05$) entre si, atingindo uma maior porcentagem de germinação ($P < 0,05$) em relação às sementes dos demais cachos, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si (Tabela 3).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados médios de porcentagem de germinação de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita, ou seja, no início do armazenamento.

Deve-se ressaltar que o teor de água médio inicial das sementes, logo após a colheita, dos cachos primário, secundário, terciário e misturado foi de 6,2 % de b.u. (Tabela 1). Coimbra (2007) salienta que o teor de água inicial das sementes é um fator

primordial para a padronização dos testes de avaliação de qualidade a serem realizados. Desse modo, o teor de água inicial das sementes não influenciou os resultados obtidos nas avaliações realizadas logo após a colheita.

Tabela 3 - Resultados médios de porcentagem de germinação de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita

| Item | Cacho | | | |
|----------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| Germinação (%) | 85,17a | 57,50b | 53,33b | 83,00a |

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

O valor obtido para a germinação das sementes originadas do cacho primário, imediatamente após a colheita, foi de 85,17 %. Deve-se ressaltar que este valor está acima do padrão nacional mínimo exigido comercialmente, para sementes básica de 80,00 % e para as sementes certificadas de primeira e de segunda geração e sementes S1 e S2, de 85,00 %, sendo que a validade do teste de germinação para esta espécie é de sete meses (Brasil, 2005). Para as sementes do cacho misturado, o valor obtido foi de 83,00 %, atendendo as exigências para comercialização de sementes básica. Já as sementes dos cachos secundário e terciário apresentaram, no teste de germinação, valores inferiores ao padrão mínimo exigido comercialmente.

A porcentagem de sementes duras dos cachos primário e misturado verificada através do teste de germinação foi de 8,16 % e 2,50 %, respectivamente, resultando em valores elevados na porcentagem de germinação, logo após a colheita. Já para as sementes dos cachos terciário e misturado, esses valores foram de 40,17 % e 43,50%, respectivamente, levando a valores inferiores na porcentagem de germinação, neste período. Os resultados inferiores de germinação para sementes dos cachos secundário e terciário podem estar associados à dormência. Lago et al. (1979) salientaram que

sementes de mamona podem apresentar dormência, cuja intensidade e persistência dependem, principalmente, do cultivar e do estágio de maturação das sementes no momento da colheita, sendo que essa dormência é mais acentuada no cacho terciário. De maneira contrária, Souza (2007) ressalta que a dormência tem sido pouco detectada em lotes comerciais de mamona.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram verificados por Machado (2007), que observou maiores valores na porcentagem de germinação das sementes originadas do cacho primário em relação aos demais cachos, logo após a colheita. De maneira contrária, Fanan (2008) não verificou diferença estatística na porcentagem de germinação das sementes dos cachos estudados, no período inicial de avaliações. Esta autora justifica que a influência dos elementos climáticos durante a colheita dos cachos foram favoráveis aos resultados obtidos. Entretanto, as condições climáticas do presente trabalho durante a colheita, também foram favoráveis. Possivelmente, as diferenças nas condições climáticas das regiões e cultivares utilizadas, podem ter interferido nos resultados encontrados. Conforme Zuchi (2008) a época de semeadura também pode exercer grande influência sobre a porcentagem de germinação e vigor das sementes de mamona.

Por meio do teste de germinação foi verificado que, os valores observados na porcentagem de plântulas anormais foi superior nas sementes do cacho misturado. Possivelmente, a permanência das sementes dos cachos secundários e principalmente dos cachos primário no campo após terem atingido o ponto de colheita, contribuíram para sua deterioração. Neste sentido, Von Pinho (1997) comenta que é de fundamental importância a definição do momento de colheita, a partir da maturidade fisiológica, pois se reconhece que o atraso na colheita das sementes maduras contribui consideravelmente para a sua deterioração e, conseqüentemente, perda na sua qualidade.

Também foi constatado no período inicial que a quantidade de sementes chochas aumentou no sentido do cacho primário para os subseqüentes, corroborando a afirmação de Sichmann et al. (1978) de que não há vantagem em se estender a colheita para além do cacho terciário, em função da alta porcentagem de sementes chochas nos cachos subseqüentes. Nesse sentido, Corrêa et al. (2006) relatam que a partir do racemo quaternário a quantidade de sementes produzidas é tão baixa que inviabiliza economicamente o processo. Lins et al. (1976) também observaram um aumento na porcentagem de sementes chochas do cacho primário para o terciário na cultivar Paraibana. Segundo Fanan (2008), essa característica pode ser atribuída às condições climáticas ocorridas durante a fase de maturação.

4.3.2. Testes de vigor

Na Tabela 4 constam os resultados médios dos testes de primeira contagem, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita.

Tabela 4 - Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita

| Testes | Cacho | | | |
|--------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| PC (%) | 73,00a | 35,33b | 30,83b | 61,00a |
| EP (%) | 40,17a | 18,50b | 14,33b | 51,67a |
| IVE | 03,56a | 01,68b | 01,28b | 04,32a |

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

O vigor das sementes foi influenciado ($P < 0,05$) pela posição dos cachos na planta da mamoneira. Os resultados dos testes de vigor (PC, EP e IVE) indicaram que as

sementes dos cachos primário e misturado não diferiram entre si, atingindo maiores valores em relação às sementes dos demais cachos, que não diferiram entre si.

Os valores verificados na porcentagem de plântulas normais obtidas através do teste de primeira contagem foram de 73,00 % e 61,00 % para as sementes dos cachos primário e misturado, respectivamente. Para as sementes dos cachos secundário e terciário, foram verificados valores inferiores no teste de primeira contagem. Machado (2007) não observou efeito da posição do cacho de mamona na qualidade de sementes, logo após a colheita, através do teste de primeira contagem.

Por meio do teste emergência de plântulas os maiores valores verificados na porcentagem de plântulas normais foram de 40,17 % e 51,67 %, também para as sementes dos cachos primário e misturado, respectivamente. Os resultados obtidos no índice de velocidade de emergência foram semelhantes em relação aos demais testes de vigor, sendo os maiores índices observado nas sementes dos cachos primário e misturado, respectivamente. As sementes dos cachos secundário e terciário apresentaram valores inferiores nos testes de vigor em relação aos demais cachos (Tabela 4).

Os baixos valores de vigor verificados, principalmente para os cachos secundários e terciários, podem também estar associados à presença de dormência. De acordo com Fanan (2008), a dormência presente nas sementes recém-colhidas pode interferir na avaliação do vigor, não impedindo o processo de germinação, mas tornando-o mais lento. Em adição, Zuchi (2008) ressalta que o vigor das sementes de mamona pode ser diferente entre as cultivares.

É importante destacar que o plantio de sementes de mamona com alta porcentagem de dormência acarreta falhas na germinação, lenta emergência e crescimento desuniforme das plantas, com as indesejáveis conseqüências do mau

aproveitamento da semente disponível, estande inadequado, dificuldade no controle de ervas daninhas e desuniformidade de maturação, tornando a operação de colheita mais difícil e menos eficiente (Lago et al., 1979). Além disto, deve-se ressaltar também que, para a cultivar estudada (IAC-226) e as condições onde o experimento foi conduzido, além das diferenças observadas na qualidade das sementes entre os cachos de uma mesma planta, foi observada também diferença no número de cachos produzidos, ficando o cacho primário, secundário e terciário com, aproximadamente, 1; 2 - 3; e 3 - 4 cachos/planta, respectivamente.

4.4. Qualidade fisiológica das sementes aos três meses de armazenamento

Os resultados dos testes de germinação (G) foram influenciados ($P < 0,05$) pelos cachos, ambiente e embalagem, havendo interação significativa ($P < 0,05$) entre cacho e ambiente.

4.4.1. Teste de germinação

Na Tabela 5 são apresentados os resultados médios de teores de água (U) e porcentagem de germinação (G) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos durante três meses.

No terceiro mês de armazenamento, as sementes armazenadas em UBS, mantiveram os mesmos teores de água encontrados no período inicial. Já em câmara fria, foi verificado um incremento numérico no teor de água das sementes, atingindo valores médios de 7,3 % b.u., indicando que possivelmente neste período as sementes já

haviam entrado em equilíbrio com a umidade relativa do ar no interior da câmara fria ($\pm 75\%$).

Tabela 5 - Teores médios de água (U) e porcentagem de germinação (G) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses

| Ambiente | Cacho | | | |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| U (% b.u.) | | | | |
| Câmara Fria | 7,60 | 7,05 | 7,00 | 7,40 |
| UBS | 6,20 | 6,30 | 6,15 | 6,15 |
| G (%) | | | | |
| Câmara Fria | 81,92Aa | 72,00Ab | 54,83Bc | 66,08Bb |
| UBS | 82,25Aa | 77,83Aab | 71,75Ab | 81,58Aa |

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Aos três meses de armazenamento, não houve efeito ($P > 0,05$) do ambiente sobre a porcentagem de germinação das sementes, dos cachos primário e secundário. No ambiente câmara fria, as sementes do cacho primário apresentaram resultados de germinação superiores aos dos demais cachos. Os cachos secundários e misturados apresentaram resultados intermediários, não diferindo ($P > 0,05$) entre si. Sementes do cacho terciário apresentaram valores inferiores aos dos demais cachos. Em UBS, as sementes dos cachos primário, secundário e misturado apresentaram valores superiores de porcentagem de germinação, sendo que as sementes do cacho terciário apresentaram valores semelhantes às sementes do cacho secundário (Tabela 5).

Houve aumento na porcentagem de germinação das sementes no terceiro mês de armazenamento em relação ao período inicial (colheita), considerando os resultados obtidos com as sementes dos cachos secundário e terciário, nos dois ambientes de armazenamento. Em câmara fria, o incremento numérico foi de 25,21 % e 2,83 %, para

as sementes dos cachos secundário e terciário, respectivamente. Já em UBS o incremento foi de 35,36 % e 34,54 % para os cachos secundário e terciário, respectivamente. Estes resultados sugerem que esse incremento nas sementes dos cachos secundário e terciário, no terceiro mês de armazenamento, foi devido à superação da dormência, possivelmente presente nestas sementes imediatamente após a colheita, ressaltando que as condições da UBS foram mais favoráveis em relação à câmara fria na superação da dormência (Tabelas 3 e 5).

Foi observado através dos resultados que ocorreu redução na porcentagem de sementes duras verificadas por meio do teste de germinação, aos três meses de armazenamento, nos dois ambientes estudados. Considerando as sementes dos cachos secundário e terciário, que apresentaram valores inferiores na porcentagem de germinação no período inicial, foi verificado em câmara fria um decréscimo de 57,70 % e 43,31 % na porcentagem de sementes duras desses cachos. Na UBS o decréscimo na porcentagem de sementes duras foi de 73,7 % e 80,34 % para os cachos secundário e terciário, respectivamente. Esses resultados justificam o aumento na porcentagem de germinação das sementes dos cachos secundário e terciário verificado no terceiro mês, principalmente quando armazenadas em UBS.

Os resultados do teste de germinação no terceiro mês de armazenamento demonstraram que apenas as sementes do cacho primário mantiveram uma porcentagem de germinação acima de 80,00 %, independente do ambiente de armazenamento. O mesmo não ocorreu com as sementes do cacho misturado, onde os resultados indicaram uma redução de 20,50 % na porcentagem de germinação das sementes em relação ao período inicial (83,00 %), apresentando aos três meses de armazenamento 66,08 % de germinação, quando armazenadas em câmara fria. Já em UBS as sementes do cacho misturado mantiveram durante os três meses de armazenamento valores na porcentagem

de germinação acima de 80,00 %. As sementes dos cachos secundário e terciário atingiram valores na porcentagem de germinação de 72,00 % e 54,83 %; e 77,83 % e 71,75 % nos ambientes câmara fria e UBS, respectivamente.

Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas sob condições climáticas de Campina Grande, Figueiredo et al. (2006b) verificaram valores médios de 70,00 % na germinação das sementes, para todas as épocas de armazenamento estudadas.

Os resultados indicaram que as sementes do cacho primário mantiveram uma porcentagem de germinação, aos três meses de armazenamento, superior em relação às sementes dos demais cachos, independente do ambiente de armazenamento. De acordo com Schimann et al. (1978), as sementes do cacho primário são de melhor qualidade, dada pela própria necessidade de subsistência da espécie, onde os primeiros cachos são, no geral, melhor formados e básicos para a manutenção da espécie. Vale ressaltar ainda que, segundo esses autores, as sementes do cacho primário não apresentam problemas de dormência, como as sementes dos cachos secundário e terciário.

Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram observados por Lago et al. (1979) que verificaram uma maior porcentagem de germinação, após a colheita, apenas para as sementes do cacho primário. As sementes dos cachos secundário e terciário apresentaram valores superiores de germinação a partir do sexto mês de armazenamento em condições não controladas, ressaltando que, aos nove meses de armazenamento, todas as sementes já apresentavam valores acima de 80,00 % de germinação.

Os resultados de porcentagem de germinação das sementes no terceiro mês de armazenamento, verificados neste trabalho, são contrastantes com os resultados de Fanan (2008) que, avaliando a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de mamona

em função das condições climáticas e da colheita, verificou valores acima de 85,00 % na porcentagem de germinação das sementes em todas as épocas de armazenamento para todos os cachos estudados. Segundo Lago et al. (1979), as sementes de mamona podem apresentar dormência, cuja intensidade e persistência dependem, principalmente, do cultivar e do estágio de maturação das sementes no momento da colheita, sendo que essa dormência é mais acentuada no cacho terciário.

Na Tabela 6 constam os resultados médios de germinação (G) e dos teores de água de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante três meses.

Tabela 6 - Resultados médios de germinação (G) e dos teores de água de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante três meses

| Embalagem | Germinação (%) | Teor de água (% b.u.) |
|-------------|----------------|-----------------------|
| Algodão | 73,85A | 7,2 |
| Polietileno | 73,21A | 6,1 |

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

Não houve efeito ($P > 0,05$) das embalagens na porcentagem de germinação das sementes, no terceiro mês de armazenamento, nos dois ambientes avaliados. As sementes acondicionadas em embalagem de polietileno, não apresentaram variação no seu teor médio de água, em relação ao período inicial. Já para as sementes acondicionadas em embalagem permeável, foi observado incremento no seu teor de água, atingindo valores médios de 7,2 % b.u. Entretanto, ficou evidenciado que, com relação ao teste de germinação, não houve influência do teor de água inicial das sementes e nem do tipo de embalagem utilizado, no armazenamento das sementes, por um período de três meses, nas condições climáticas do Norte de Minas Gerais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2006) que, ao utilizarem diferentes tipos de embalagens no acondicionamento de sementes de mamona para o armazenamento, verificaram que não houve efeito das embalagens na qualidade fisiológica das sementes durante o período em que permaneceram armazenadas.

Figueiredo et al. (2006a) também verificaram que não houve diferença significativa entre os tipos de embalagens avaliadas, tanto para a germinação quanto para o vigor, porém, observou-se um aumento na porcentagem de germinação das sementes em embalagem permeável, possivelmente em decorrência da maior absorção de umidade. Entretanto, as plântulas mais vigorosas foram àquelas originadas de sementes de mamona acondicionadas em embalagem impermeável.

4.4.2. Testes de vigor

Os resultados dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) foram influenciados ($P < 0,05$) pelos cachos, ambientes e embalagens, havendo interação significativa ($P < 0,05$) entre cachos e ambientes.

Na Tabela 7 constam os resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses.

Os resultados de vigor das sementes aos três meses de armazenamento apresentaram melhoria na sua qualidade em relação ao período inicial, considerando os resultados de índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas (EP), nos dois ambientes de armazenamento. Entretanto, foi verificado que, houve reduções

numéricas no vigor das sementes, avaliado através do teste de primeira contagem, nos dois ambientes de armazenamento (Tabela 7).

Avaliando a posição do racemo, do fruto e armazenamento na qualidade de sementes de mamona, Machado (2007) verificou que o armazenamento por período igual ou superior a três meses provocou uma redução significativa na velocidade de germinação das sementes detectada pelo teste de primeira contagem. Estes resultados são semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Este autor justifica que a manutenção ou redução na porcentagem de germinação e do vigor das sementes armazenadas estão relacionadas à temperatura e umidade relativa do ar do ambiente, pois altas umidades relativas e temperaturas aceleram o processo de deterioração de sementes ortodoxas como a mamona. Oliveira et al. (2006) também observaram reduções no vigor das sementes em função do tempo de armazenamento.

Tabela 7 - Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses

| Ambiente | Cacho | | | |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| PC (%) | | | | |
| Câmara Fria | 64,75Aa | 27,58Bc | 15,75Bc | 50,83Bb |
| UBS | 63,25Aa | 38,92Ab | 29,25Ab | 67,75Aa |
| EP (%) | | | | |
| Câmara Fria | 57,00Bb | 39,75Bc | 31,92Bc | 79,83Aa |
| UBS | 77,41Aa | 57,66Abc | 49,50Ac | 64,67Bb |
| IVE | | | | |
| Câmara Fria | 7,61Ba | 4,33Bb | 3,93Bb | 7,95Aa |
| UBS | 10,35Aa | 6,43Ab | 6,18Ab | 7,67Ab |

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

Apenas nas sementes do cacho primário não houve efeito ($P > 0,05$) do ambiente sobre a porcentagem de germinação avaliada através do teste de primeira contagem. Em câmara fria as sementes do cacho primário apresentaram melhores resultados no teste de primeira contagem, diferindo ($P > 0,05$) das sementes dos cachos restantes e misturado, sendo que este apresentou resultados intermediários na porcentagem de germinação por meio do teste de primeira contagem. Na UBS as sementes dos cachos primário e misturado apresentaram maiores ($P < 0,05$) porcentagens no teste de primeira contagem, sendo que os cachos secundário e terciário não diferiram entre si.

Houve efeito ($P < 0,05$) do ambiente sobre a porcentagem de emergência das plântulas para todos os cachos. Em câmara fria, as sementes do cacho misturado apresentaram melhores resultados na porcentagem de emergência de plântulas diferindo ($P < 0,05$) dos cachos secundário, e terciário, e primário, sendo que este apresentou resultados intermediários. Na UBS, as sementes do cacho primário apresentaram maiores valores de emergência de plântulas diferindo ($P < 0,05$) dos cachos secundário, terciário e misturado, sendo que este apresentou resultados intermediários.

Avaliando o vigor das sementes pelo índice de velocidade de emergência, verificou-se que houve efeito ($P < 0,05$) do ambiente sobre os valores do IVE para as sementes de todos os cachos. Em câmara fria as sementes dos cachos primário e misturado não diferiram ($P > 0,05$) entre si, diferindo ($P < 0,05$) dos cachos secundário e terciário, que apresentaram valores inferiores. Em UBS, as sementes do cacho primário apresentaram maior velocidade de emergência, diferindo ($P < 0,05$) das sementes dos demais cachos, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si.

Houve incremento numérico no vigor das sementes dos cachos secundário e terciário em relação ao período inicial, para todas as variáveis estudadas, ressaltando que esses valores foram superiores quando as sementes foram armazenadas em UBS.

Destarte, os resultados indicaram que a UBS foi mais eficiente do que a câmara fria em manter a qualidade fisiológica das sementes. Este fato pode ser explicado devido à diferença da umidade relativa do ar existente entre os ambientes de armazenamento, como já comentado anteriormente. Desse modo, as sementes armazenadas na câmara fria, em embalagem permeável, absorveram maior quantidade de vapor d'água entrando em equilíbrio com o ambiente com, aproximadamente, 8,2 % b.u. no teor de água. Por outro lado, as sementes armazenadas em UBS, independente do tipo de embalagem, mantiveram o teor de água praticamente, inalterado, em torno de 6,0 % b.u., devido à baixa umidade relativa do ar. Nesse sentido, Misra (1981) salienta que o teor de água da semente armazenada, que é influenciado mais intensamente pela umidade relativa do ar e em menor grau pela temperatura, determina o tempo que a semente permanece viável no armazenamento.

A umidade relativa do ar, em associação com o teor de água, constituem variáveis importantes no potencial de armazenamento das sementes. Vários autores (Mazzani, 1983; Carvalho e Nakagawa, 2000) alertam que a presença de umidade é um dos fatores principais na causa da deterioração das sementes, provocando o aumento da respiração, da quantidade de microorganismos e insetos, e diminuindo o poder germinativo das sementes.

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante três meses.

Houve efeito ($P < 0,05$) das embalagens apenas nos valores do índice de velocidade de emergência, no terceiro mês de armazenamento. Para as variáveis

primeira contagem e emergência de plântulas não houve efeito ($P>0,05$) das embalagens no vigor das sementes, no terceiro mês de armazenamento.

Tabela 8 - Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante três meses

| Embalagem | Testes | | |
|-------------|--------|--------|-------|
| | PC (%) | EP (%) | IVE |
| Algodão | 45,96A | 59,50A | 7,10A |
| Polietileno | 43,56A | 54,93A | 6,21B |

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

Fallieri et al. (1995), ao utilizarem sacos de papel multifoliado, de algodão e de polipropileno em sementes de algodão, não observaram diferenças entre as embalagens avaliadas. Por outro lado, Padilha et al. (1998), avaliando o efeito de embalagens no vigor de sementes de soja armazenadas com diferentes teores de água inicial, concluíram que as sementes acondicionadas com 6,8 % e 8,6 % de teor de água inicial, na embalagem de polietileno, apresentaram melhores níveis de vigor do que aquelas acondicionadas nas demais embalagens. No entanto, esta embalagem foi extremamente prejudicial às sementes com 11,2 % de teor de água inicial, causando redução drástica do vigor durante o armazenamento.

A longevidade das sementes durante o armazenamento é influenciada também pelo tipo de embalagem utilizado para o acondicionamento das sementes (Popinigis, 1985 e Warham, 1986). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2005), as embalagens utilizadas no acondicionamento de sementes de mamona poderão ser de material natural, sintético ou qualquer outro material apropriado que tenha sido previamente aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Através do índice de velocidade de emergência, verificou-se que as sementes acondicionadas em embalagens de algodão apresentaram valores superiores em relação às sementes acondicionadas em embalagens de polietileno. Segundo Capellaro et al. (1993), sementes com baixo teor de água e acondicionadas em embalagens impermeáveis, apesar de serem as mais indicadas para manter a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento, predispõem danificações durante o manuseio, como consequência do baixo teor de água das sementes.

Delouche e Potts (1974) salientaram que embalagens impermeáveis requerem que o teor de água das sementes seja reduzido a ponto de propiciar uma armazenagem satisfatória. Nesse sentido, Harrington e Douglas (1970) recomendam que sementes de mamona devem ser armazenadas com teor de água de 5,0 % b.u., em embalagens impermeáveis.

Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram encontrados por Figueiredo et al. (2006b) que, avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em embalagens de papel multifoliado, saco de nylon e garrafa pet, e armazenadas sob condições ambientais de Campina Grande-PB, não encontraram diferenças significativas no vigor nas diferentes embalagens avaliadas, embora a embalagem garrafa *pet* (impermeável) tenha apresentado menores valores de vigor em relação às embalagens papel multifoliado e saco de nylon (permeáveis).

Avaliando a influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim, Azevedo et al. (2003) concluíram que as embalagens impermeáveis são as mais indicadas para conservação da qualidade fisiológica das sementes de gergelim.

4.5. Qualidade fisiológica das sementes aos seis meses de armazenamento

Os resultados dos testes de germinação (G) foram influenciados ($P < 0,05$) pelos cachos, ambiente e embalagem, havendo interação significativa ($P < 0,05$) entre cacho e ambiente.

4.5.1. Teste de germinação

Na Tabela 9 são apresentados os resultados médios concernentes a teores de água (U) e porcentagem de germinação (G) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos durante seis meses.

Tabela 9 - Teores médios de água (U) e porcentagem de germinação (G) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante seis meses

| Ambiente | Cacho | | | |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| U (%) | | | | |
| Câmara Fria | 7,70 | 7,25 | 7,05 | 7,00 |
| UBS | 6,10 | 6,35 | 6,35 | 6,20 |
| G (%) | | | | |
| Câmara Fria | 74,33Ba | 72,75Ba | 49,42Bb | 78,92Aa |
| UBS | 81,25Aa | 81,58Aa | 77,75Aa | 84,17Aa |

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Do terceiro ao sexto mês de armazenamento, não foi verificado incrementos numéricos nos teores médios de água das sementes armazenadas, indicando que neste período as sementes já haviam alcançado o equilíbrio higroscópico nos dois ambientes de armazenamento. Destarte, verificou-se que, as sementes armazenadas em UBS

mantiveram durante os seis meses de armazenamento, os mesmos teores médios de água iniciais, ressaltando que, as condições de baixa umidade relativa do ar do ambiente, em torno de 50% U.R., contribuíram para a manutenção do teor de água das sementes durante o período. Já na câmara fria, foram registrados valores mais altos de umidade relativa do ar (70 %), proporcionando um maior acréscimo no teor de água das sementes, devido às trocas de vapor d'água com o ambiente (Tabelas 1 e 9).

De acordo com Gonçalves et al. (1981), sementes de mamona destinadas ao armazenamento devem apresentar teor de água entre 8,0 % e 10,0 % b.u. Portanto, o teor de água das sementes nos dois ambientes de armazenamento, como já mencionado, situou-se abaixo do limite máximo de 10,0 %, considerado ideal para o armazenamento. Entretanto, verificou-se que, as sementes armazenadas em câmara fria, apresentaram durante os seis meses, valores inferiores no teste de germinação e superiores na porcentagem de sementes duras, com relação às sementes armazenadas em UBS.

Apenas nas sementes do cacho misturado não houve efeito ($P > 0,05$) do ambiente sobre a porcentagem de germinação. Em câmara fria, as sementes do cacho primário, secundário e misturado não diferiram ($P > 0,05$) entre si, apresentando maior germinação que as sementes do cacho terciário. Em UBS, não houve diferença ($P > 0,05$) entre a germinação das sementes dos cachos primário, secundário, terciário e misturado.

Do terceiro ao sexto mês de armazenamento foram verificados incrementos numéricos na porcentagem de germinação das sementes nos dois ambientes estudados. Em câmara fria, os incrementos numéricos foram de 1,03 % e 16,30 %, para as sementes dos cachos secundário e misturado, respectivamente. Em UBS, verificou-se também melhoria na porcentagem de germinação das sementes, sendo verificados incrementos da ordem de 4,60 %, 7,72 %, 3,10 %, para os cachos secundário, terciário e misturado, respectivamente.

Do período inicial (colheita) ao sexto mês de armazenamento, foi verificado também melhoria na porcentagem de germinação das sementes dos cachos secundário e terciário. Em UBS, no sexto mês de armazenamento, as sementes do cacho secundário atingiram valores superiores a 80,00 % na porcentagem de germinação, sendo que para as sementes do cacho terciário estes valores ficaram próximos a 80,00 %. As sementes dos cachos primário e misturado mantiveram durante os seis meses de armazenamento uma porcentagem de germinação superior a 80,00 %, quando armazenadas em UBS. Já em câmara fria, houve reduções numéricas na porcentagem de germinação das sementes dos cachos primário, terciário e misturado de 12,83 %, 7,33 % e 4,91 %, respectivamente.

Machado (2007) e Fanan (2008) observaram reduções na porcentagem de germinação das sementes de mamona durante o armazenamento em condições ambiente, relatando que, mesmo ocorrendo reduções, a porcentagem de germinação das sementes manteve-se dentro dos padrões de comercialização. Esses autores justificam que, as condições em que as sementes foram mantidas no campo após terem atingido o ponto de colheita juntamente com as ocorridas durante o armazenamento, não contribuíram para a sua deterioração.

Por meio do teste de germinação, foi observado que aos seis meses de armazenamento, as sementes armazenadas em UBS apresentaram reduções na porcentagem de sementes duras. Resultados semelhantes foram observados por Fanan (2008) que verificou maior porcentagem de sementes dormentes no período inicial em relação aos demais períodos de armazenamento, em condições ambiente. Entretanto, em câmara fria não foi verificado um comportamento normal de redução ou mesmo de manutenção nos resultados de porcentagem de sementes duras durante o período de armazenamento. Para as sementes do cacho terciário foi verificado valores alto no início

do armazenamento, diminuindo aos três meses e, aos seis meses tornou a aumentar. Já para as sementes do cacho primário os maiores valores de porcentagem de sementes duras, foram verificados no sexto mês de armazenamento. Esses resultados divergem dos obtidos por Lago et al. (1979), onde a porcentagem de sementes dormentes de mamona foi diminuindo, tornando-se praticamente nula, aos nove meses de armazenamento. Segundo esse autor, em alguns casos o armazenamento das sementes por mais de seis meses é favorável à germinação, devido à superação da dormência, como foi constatado em algumas cultivares, para as sementes dos cachos secundário e terciário. Possivelmente, essas diferenças podem estar associadas aos valores mais altos de umidade relativa do ar (75 % U.R.) neste ambiente, que não favoreceram a superação da dormência das sementes.

De acordo com Marcos Filho (2005), a dormência é mais intensa em sementes recém-colhidas. Desse modo, Fanan (2008) relata que o armazenamento das sementes no campo ou em UBS é efetivo na superação da dormência, fato que está de acordo com Marcos Filho (2005), que indicou o armazenamento de sementes como método de superação de todas as causas da dormência, seja pela impermeabilidade do tegumento à água e a gases, como pelo balanço entre substâncias promotoras e inibidoras de crescimento, bem como pela combinação de causas.

Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona armazenadas sob condições climáticas controladas, Figueiredo et al. (2006a) observaram um aumento na porcentagem de germinação das sementes no decorrer do armazenamento. Segundo esses autores, este comportamento pode estar relacionado à quebra de dormência das sementes de mamona, que levam um tempo razoavelmente longo para que este processo se anule.

Os resultados evidenciaram que a UBS foi mais eficiente do que a câmara fria em manter a qualidade das sementes e na superação da dormência, durante os seis meses de armazenamento. Este fato pode ser explicado devido à diferença da umidade relativa do ar existente entre os ambientes de armazenagem, como já mencionado anteriormente. Segundo Harrington (1972), a umidade relativa do ar é considerado um dos fatores mais importante no ambiente de armazenamento, ressaltando que para uma boa conservação das sementes, a umidade relativa do ambiente de armazenamento deve ser inferior a 65%.

Na Tabela 10 constam os resultados médios de germinação e dos teores de água de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses.

Tabela 10 - Resultados médios de germinação (G) e dos teores de água de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses

| Embalagem | Germinação (%) | Teor de água (% b.u.) |
|-------------|----------------|-----------------------|
| Algodão | 77,90A | 7,3 |
| Polietileno | 72,15A | 6,2 |

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

Pelo do teste de germinação, foi observado que não houve efeito ($P < 0,05$) dos tipos de embalagens utilizadas. Em embalagem de algodão a porcentagem de germinação das sementes foi de 77,90 %. Para a embalagem impermeável, a germinação das sementes ficou em torno de 72,00 %. Esses resultados corroboram os encontrados por Oliveira et al. (2006) que, avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona, cultivar Nordeste, sob diferentes condições de armazenamento, não verificaram diferenças dos tipos de embalagens pelos testes de germinação e índice de velocidade de emergência.

4.5.2. Testes de vigor

Na Tabela 11, constam os resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante seis meses.

Tabela 11-Resultados médios dos testes de primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos durante seis meses

| Ambiente | Cacho | | | |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| PC (%) | | | | |
| Câmara Fria | 51,25Ba | 40,42Bb | 13,67Bc | 54,83Ba |
| UBS | 60,42Aab | 52,17Ab | 40,92Ac | 66,50Aa |
| EP (%) | | | | |
| Câmara Fria | 76,67Ba | 52,83Bb | 33,00Bc | 50,75Bb |
| UBS | 90,50Aa | 78,92Aa | 62,83Ab | 83,21Aa |
| IVE | | | | |
| Câmara Fria | 10,26Ba | 5,77Bb | 3,86Bc | 6,60Bb |
| UBS | 11,83Aa | 9,41Ab | 7,79Ac | 10,91Aa |

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

A qualidade fisiológica das sementes no sexto mês de armazenamento apresentou melhoria em relação ao período inicial (colheita) e em relação ao terceiro mês, considerando os resultados de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, nos dois ambientes de armazenamento.

No sexto mês de armazenamento, foi verificado por meio do teste de primeira contagem, reduções na qualidade das sementes dos cachos primário, terciário e

misturado, quando armazenadas em câmara fria. Em UBS, foi verificada reduções apenas nas sementes do cacho primário.

Oliveira et al. (2006), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona, cultivar Nordeste, sob diferentes condições de armazenamento, concluíram que o tempo zero (após a colheita) apresentou um melhor desempenho das sementes com relação aos demais tempos (72 e 144 dias), independente do ambiente de armazenamento.

Houve efeito ($P < 0,05$) do ambiente sobre o vigor, avaliado pelo teste de primeira contagem, para todos os tratamentos. Em câmara fria, as sementes do cacho primário e misturado não diferiram ($P > 0,05$) entre si, apresentando melhores resultados que as sementes dos cachos secundário e terciário. As sementes do cacho secundário apresentaram resultados intermediários e as sementes do cacho terciário apresentaram resultados inferiores. Em UBS, as sementes dos cachos primário, secundário e misturado apresentaram valores superiores na porcentagem de germinação, sendo que as sementes do cacho terciário diferiram ($P < 0,05$) das sementes dos demais cachos, apresentando resultados inferiores.

Avaliando a porcentagem de emergência de plântulas, verificou-se que houve efeito ($P > 0,05$) do ambiente para as sementes provenientes de todos os tipos de cachos, com melhor conservação das sementes em condições de UBS. Em câmara fria, as sementes do cacho primário apresentaram melhores resultados que as sementes dos cachos secundário e misturado, que não diferiram ($P < 0,05$) entre si, apresentando resultados intermediários. As sementes do cacho terciário apresentaram valores inferiores, diferindo ($P > 0,05$) dos demais cachos. Em UBS, as sementes dos cachos primário, secundário e misturado não diferiram ($P < 0,05$) entre si, apresentando maior porcentagem de emergência que as sementes do cacho terciário.

Avaliando o vigor das sementes pelo índice de velocidade de emergência, verificou-se que houve efeito ($P>0,05$) do ambiente para todos os tipos de cachos, com superioridade para o armazenamento UBS. Em câmara fria, as sementes do cacho primário apresentaram resultados superiores, diferindo ($P>0,05$) das sementes dos cachos secundário e misturado, que não diferiram ($P<0,05$) entre si e apresentaram resultados intermediários. As sementes do cacho terciário apresentaram valores inferiores, diferindo ($P>0,05$) das sementes dos demais cachos. Em UBS, as sementes do cacho primário e misturado não diferiram ($P>0,05$) entre si e apresentaram melhores resultados que as sementes dos cachos restantes. As sementes do cacho secundário apresentaram resultados intermediários e as sementes do cacho terciário apresentaram valores inferiores.

Por meio do EP e IVE, foi verificado que houve incrementos numéricos nas sementes de todos os cachos estudados, quando armazenadas em câmara fria ou em UBS. Entretanto, foram obtidos valores superiores quando as sementes foram armazenadas em UBS, durante os seis meses de armazenamento. Esses resultados corroboram os encontrados por Soares (2001) que, avaliando o beneficiamento e armazenamento de sementes de mamona, observou que a qualidade fisiológica das sementes foi mantida quando armazenadas em condições ambiente, por um período de nove meses.

Machado (2007), após avaliar a posição do racemo, do fruto e armazenamento na qualidade de sementes de mamona, concluiu que, para a produção de sementes com maior germinação e vigor, devem ser colhidos os frutos dos cachos primários e secundários e que o armazenamento por período igual ou superior a três meses reduz a velocidade e porcentagem de germinação e supera a dormência das sementes. Por outro lado, Fanan (2008), avaliando a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de

mamona em função das condições climáticas e da colheita, observou que o atraso na colheita dos cachos primário e secundário resultou em maior incidência dos fungos de campo, nas sementes colhidas, porém, estes não interferiram na qualidade fisiológica das sementes, e que a colheita dos cachos pode ser realizada em uma única etapa sem que ocorram perdas de produtividade e qualidade das sementes da cultivar IAC-2028, quando são produzidas em regiões de clima semelhante ao de Campinas.

De uma maneira geral, os resultados indicaram que as sementes do cacho primário mantiveram a sua qualidade fisiológica aos seis meses de armazenamento, sendo superior à qualidade das sementes dos demais cachos, independente do ambiente de armazenamento. Segundo Vijaya Kumar et al., (1997) a maior contribuição por parte dos cachos primários, deve-se à dominância fisiológica e também as condições ambientais favoráveis durante o período reprodutivo.

Os resultados evidenciaram que a qualidade fisiológica das sementes dos cachos secundário e terciário no sexto mês de armazenamento melhorou em relação ao período inicial e aos três meses de armazenamento, para todas as variáveis estudadas. Esse aumento verificado na qualidade fisiológica das sementes dos cachos secundário e terciário foi devido à superação da dormência presente nestas sementes, constatado no início do armazenamento, ou seja, logo após a colheita. A UBS foi mais eficiente do que a câmara fria na superação da dormência presente nas sementes dos cachos secundário e terciário, e na manutenção da qualidade fisiológica das sementes dos cachos primário e misturado (Tabela 3 e 7).

Altos valores de umidade relativa do ar associados às altas temperaturas, são os principais fatores que influenciam a qualidade das sementes durante o armazenamento. Na câmara fria, as sementes de mamona entraram em equilíbrio higroscópico com o ambiente, atingindo altos valores no seu teor de água, comprometendo a qualidade

fisiológica das sementes no período em que estiveram armazenadas, apesar da temperatura ter sido mais baixa que a UBS. Segundo Misra (1981), o teor de água obtido pela semente armazenada em recipientes permeáveis é influenciado mais intensamente pela umidade relativa do ar e muito pouco pela temperatura do ambiente.

Na Tabela 12 constam os resultados médios de primeira contagem de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses.

Tabela 12-Resultados médios de primeira contagem (PC) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses

| Embalagem | Cacho | | | |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| Algodão | 58,92Aa | 57,58Aa | 32,83Ab | 63,50Aa |
| Polietileno | 52,75Aa | 35,00Bb | 21,75Bc | 57,83Aa |

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Aos seis meses de armazenamento foi verificado por meio do teste de primeira contagem, que não houve efeito ($P > 0,05$) de embalagens sobre o vigor das sementes dos cachos primário e misturado (Tabela 13). Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram encontrados por Macedo et al. (1998) que, avaliando a influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão, verificaram, durante o período de armazenamento, que o comportamento da qualidade fisiológica das sementes foi semelhante para as embalagens de papel multifoliado e de polietileno.

Para as sementes dos cachos secundário e terciário o vigor avaliado através do teste de primeira contagem foi influenciado ($P < 0,05$) pelos tipos de embalagens utilizadas.

Fanan (2008) ressalta que a dormência presente nas sementes de mamona pode interferir na avaliação dos resultados de vigor, não impedindo o processo de germinação, mas tornando-o mais lento.

Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas sob condições climáticas controladas, Figueiredo et al. (2006a) não observaram diferenças significativas nos resultados de vigor entre os tipos de embalagens avaliadas.

Quando acondicionadas em embalagem de algodão, as sementes dos cachos primário, secundário e misturado apresentaram resultados superiores de vigor por meio do teste de primeira contagem. As sementes do cacho terciário apresentaram valores inferiores. Já em embalagem de polietileno, as sementes dos cachos primário e misturado apresentaram valores superiores, diferindo dos cachos terciário e secundário, sendo que este apresentou resultados intermediários.

Figueiredo et al. (2006a) observaram maiores valores de vigor, em embalagens impermeáveis. Segundo esses autores, as plântulas mais vigorosas foram originadas das sementes acondicionadas em embalagem impermeável, a qual manteve estáveis as condições climáticas da câmara.

Soares (2001), avaliando o beneficiamento e armazenamento de sementes de mamona, cultivar Nordeste, observou que houve maiores valores de vigor em sementes armazenadas em bolsas de polietileno preto armazenadas em temperatura ambiente.

Na Tabela 13 constam os resultados médios de emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses.

Tabela 13 - Resultados médios dos testes de emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, variedade IAC-226, armazenadas em embalagens distintas, durante seis meses

| Embalagem | Testes | |
|-------------|--------|-------|
| | EP (%) | IVE |
| Algodão | 68,92A | 8,67A |
| Polietileno | 63,26B | 7,94B |

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Os resultados dos testes de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência foram influenciados pelos tipos de embalagens utilizadas ($P > 0,05$), aos seis meses de armazenamento.

Através do testes de vigor (EP e IVE) foi verificado que os tipos de embalagens diferiram entre si ($P < 0,05$), com menores valores sendo observados nas sementes acondicionadas em embalagem de polietileno.

Figueiredo et al. (2006c), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens, não observaram diferenças significativas na qualidade fisiológica das sementes, porém, aquelas acondicionadas em embalagem impermeável apresentaram visualmente melhores resultados. Segundo esses autores, essa diferença pode estar relacionada com a maior estabilidade no teor de água das sementes armazenadas em embalagem impermeável, impedindo a sua deterioração. Nesse sentido, Alves e Lin (2003) recomendam que, para o uso de embalagens impermeáveis, as sementes devem ser utilizadas todas de uma só vez após a abertura da embalagem, evitando o acúmulo de umidade na embalagem e a aceleração da deterioração das sementes.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, conclui-se que:

- As sementes dos cachos primários são de qualidade superior às dos demais cachos.
- Visando à produção de sementes de alta qualidade, em caso de mão-de-obra disponível, recomenda-se colher os cachos da variedade IAC-226 parceladamente.
- O armazenamento das sementes, com teor de água em torno de 6,0 %, em unidade de beneficiamento de sementes (UBS) e em embalagem de algodão (permeável), foi eficiente para conservação da qualidade das sementes.
- A dormência das sementes foi mais acentuada no cacho terciário e as condições ambientais da UBS foram mais favoráveis para superação da dormência.

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, R.H.; FANTINATTI, J.B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.134-139, 2001.

ALMEIDA, F. de A.C. **Efeito da temperatura e teor de água relativa do ar sobre a germinação, vigor e teor de água de sementes armazenadas de algodão (*Gossypicum hirsutum* L. r. *latifolium* HUTCH)**. Campina Grande – PB: UFPB/CCA, 1981. 65p. Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA, 1981.

ALVES, A.C.; LIN, H.S. Tipo de embalagem, umidade inicial e período de armazenamento em sementes de feijão. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.4, n, 1/2, p. 21-26, 2003.

AMORIM, P.Q.R. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semi-árido brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação**. 2005. Monografia (Bacharel) - Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, SP.

AZEVEDO, D.M.P.; 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.).

AZEVEDO, M.R. de Q.; GOUVEIA, J.P.G. de. TROVÃO, D.M. de M.; QUEIROGA, V. de P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

BANZATTO, N.V. e ROCHA, J.L.V. Florescimento e maturação das cultivares de mamoneira IAC-38 e Campinas. **Bragantia**, Campinas, v. 24, p. 29-31, 1965.

BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D' A.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Ciência e Tecnologia**. EDUFPEL, Pelotas. 2003. 545 p.

BELTRÃO, N. E. de M.; **Informações sobre o Biodiesel, em especial feito com o óleo de mamona**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, Dezembro 2003, 3p. (Comunicado Técnico 177).

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância de seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleos**, Campina Grande, n. 31, p. 17, 1999.

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J. **Fitologia**. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologias, 2001. p. 37-61.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York, 1994. 445p.

BOTELHO, S.A.; CARNEIRO, J.G. de A. Influência da umidade, embalagens e ambientes sobre a viabilidade e vigor de sementes de pau-santo (*Kielmeyera coriacea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1. p.41-46, 1992.

BRASIL. Diário Oficial da União. Padrões para produção e comercialização de sementes de mamona. Brasília, nº243, seção 1, p. 21-22, 2005.

BRASIL. Medida Provisória nº 214. **Diário Oficial da União**. Brasília, 14 set. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SND/CLAV, 1992, 365p.

BRYANT, J.A, **Fisiologia da semente**. São Paulo: EPU, 1989. 86p. (Temas de Biologia; v.31).

CAPELLARO, C.L. BAUDET, S. PESKE e G. ZIMMER. Qualidade de sementes de feijão armazenadas em embalagens plásticas resistentes a trocas de umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15 n.2, p. 233-239, 1993.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (coords.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.333-350.

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

CARVALHO, B.C.L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola), 2005. 65p. il.

CARVALHO, L.O. de. **Cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. São Paulo: CATI, 1991. 17p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ªed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CHRISTENSEN, C.M. e KAUFMANN, H.H. **Grain storage: the role of fungi in quality loss**. Minneapolis: University of Minnesota, 1969. 153p.

COELHO, I. **Avaliação das exportações tradicionais baianas: caso de sisal e mamona**. Salvador – BA UFB, 1979. 174p. Dissertação (Mestrado) - UFB, Salvador. 1979.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Mamona Brasil: série histórica de produtividade (safras 1976/77 a 2006/07). <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/mamonaseriehist.xls>. (15/10/2006).

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.23-27, 1999.

DELOUCHE, J.C.; POTTS, H.C. Programa de sementes: Planejamento e implantação. 2. ed. Brasília: **Agiplan**, 1974. 118p.

DIAS, D.C.F.S. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, n.6, p.22-24, 2001.

EMBRAPA CNPA. 2005. **Plataforma mamona**. Cidade, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.cnpa.br/plataformamamona>> Acesso em: 22 de janeiro de 2007.

FALLIERI, J.; PAOLINELLI, G.P.; SARAIVA, H.A.B.; BRAGA, S.J. Avaliação da qualidade de sementes deslindadas de algodão em ambientes e embalagens. Informativo **ABRATES**, Brasília, v.5, n.2, p.41, 1995. Edição Especial

FANAN, S. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de mamona em função das condições climáticas e da colheita**. Campinas-SP: Instituto Agrônômico, 2008. 75p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico, 2008.

FIGUEIREDO, S.M.; LOPES, F.F. de M.; BELTRÃO, N.E. de M. Qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas sob condições climáticas controladas In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2006a. 1CD-ROM.

FIGUEIREDO, S.M.; LOPES, F.F. de M.; BELTRÃO, N.E. de M. Qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas sob condições climáticas de Campina Grande-PB In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2006b. 1CD-ROM.

FIGUEIREDO, S.M.; LOPES, F.F. de M.; BELTRÃO, N.E. de M. Qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas sob condições climáticas de Patos-PB In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2006c. 1CD-ROM.

FREITAS, S.M.; FREDO, C.E. Biodiesel à base de óleo de mamona: algumas considerações. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.35, n. 1, p. 37-42, jan., 2005.

- GOMES, J.P. **Comportamento da germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo em diferentes tipos de embalagens, tratamentos e condições de conservação durante a sua armazenagem.** Campina Grande-PB: UFPB/CCT/DEAg, 1992. 89p. Dissertação (Mestrado), 1992.
- GONÇALVES, N.P.; FARIA, M.A.V.R.; SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D., Cultura da mamoneira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.28 – 32, 2005.
- GONÇALVES, N.P.; MARCIANI-BENDEZÚ, J.; LIMA, C.A. de S. Colheita e armazenamento da mamona. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.82, p.44-45, 1981.
- GURJÃO, K.C. de O. **Qualidade fisiológica, nutricional e sanitária de sementes armazenadas de amendoim (*Arachis hipogaea* L.), produzidas no semi-árido nordestino.** Campina Grande: UFPB/CCT/DEAg, 1995, 87p. Dissertação (Mestrado), 1995.
- HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v. 5, p. 231-247, 1991.
- HARRINGTON, J.F. Biochemical basis of seed longevity. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.453-461, 1973.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. p.145-245.
- HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; CAMARGO, T. V. Embalagem de sementes de soja para armazenamento em regiões tropicais e subtropicais. **Informativo ABRATES**, Londrina. v.5, n.2, p.47. 1995.
- JUSTICE, O.L.; BASS, L.N. **Principles and practices of seed storage**. Washington, U.S.D.A., 1978. 289p. (Agriculture Handbook, 506).
- KOEPPEN, W. **Climatologia**. Trad. Pedro R.H. Perez. Buenos Aires, Grafica Panamericana, 1948. 478p.
- KROHN, G.N.; MALAVASI, M.M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante a após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n 2, p.91-97, 2004.
- LAGO, A.A.; ZINK, E.; SAVY FILHO, A.; TEIXEIRA, J.P.F.; BANZATO, N.V. Deterioração de sementes de mamona armazenadas com e sem casca. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p.17-25. 1985.
- LAGO, A.A.; ZINKE, E.; RAZERA, L.F.; BANZATTO, N.V.; SAVY FILHO, A. Dormência em sementes de três cultivares de mamona. **Bragantia**, Campinas, v.38, p. 41- 44, 1979.
- LIMA, P.C.R. **“O Biodiesel e a Inclusão Social”** Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, Brasília, 2004.

LINGERFELT, C.W. **Padrões de campos para produção de sementes**. Brasília: AIPLAN/MA, 1976. 76 p.

LINS, E. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F. Efeito da ordem do racemo nas características de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, p. 91-98, 1976.

LUCENA, A.M.A.; SEVERINO, L.S.; FREIRE, M.A. de O.; COSTA, F. da X.; BELTRÃO, N.E. de M.teor de água e peso seco da semente e do fruto de mamona BRS paraguaçu colhidos em três estádios de maturação. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. Anais...** Aracaju, 2006. 1CD-ROM.

MACEDO, E.C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 454-461, 1998.

MACÊDO, L.R.; WAGNER, W.J. **Revisão bibliográfica sobre a cultura da mamona**. Belém: SUDAM/DSP, 1984. 35p.

MACHADO, C.G. **Posição do racemo, do fruto e armazenamento na qualidade de sementes de mamona (*ricinus communis* L.)**. Botucatu-SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2007. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2007.

MAGUIRE, J.A. Speed of germination: aid in selection an evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2005. **Normas para produção, comercialização e utilização de sementes**. Brasília. Em fase de publicação.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MAZZANI, B. Almacenamiento y conservación de semillas oleaginosas. **In:MAZZANI, B. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983, p. 73-93.

MELHORANÇA, A.L. e STAUT, L.A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 62p.

MINOR, H.C.; PASCHAL, E.H. Variation in storability of soybeans under simulated tropical condition. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.10, n.1, p.131-139, 1982.

MIRANDA, L.C. **Armazenamento de sementes de soja em embalagens permeáveis e semipermeáveis, no Centro-Oeste e Nordeste brasileiro**. Pelotas: Universidade Federal Pelotas, 1987. 99p. (Dissertação Mestrado).

MISRA, M.K. Soybean seed storage. **In: SEED TECHNOLOGY CONFERENCE**. Ames, 1981. **Proceedings...** Ames, 1981. p. 103 - 109.

MOSHKIN, V.A. Flowering and pollination. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 43-49.

OLIVEIRA, A.S.; SILVA-MANN, R.; SANTOS, M.F.; GÓIS, I.B.; SANTOS, H.O.; ANDRADE, T.M.; SANTOS JÚNIOR, J.B.; MACEDO, F.L. Qualidade fisiológica de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) cultivar Nordestina, sob diferentes condições de armazenamento In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2006. 1CD-ROM.

PADILHA, L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V. S.; ARAÚJO, E.F. Efeito da embalagem no vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) armazenadas com diferentes graus de teor de água inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.120-125, 1998.

PÁDUA, G.P.; VIEIRA, R.D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 255-262, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.

POPOVA, G.M. e MOSHKIN, V.A. In: MOSKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.11-64.

PRATA, F.C. Mamona. In: PRATA, F.C. **Principais culturas do Nordeste**. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, v.1, p.139-152, 1969.

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

ROBERTS. E.H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E.H. **Viability of seeds**. London: Syracuse University Press, 1972. p.14-58.

ROCHA, R.C. **Comportamento de plântulas de mamona (*Ricinus comunis*), em função do tamanho da semente, profundidade de plantio, classe textural do solo e pré-embebição**. Fortaleza – CE, 1986, 55p. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal de Ceará, 1986.

SÁ, R.O. de; ZANOTTO, M.D.; AMARAL, J.G.C. do; JESUS, C.R. de; MYCZKOWSKI, M. L. Avaliação para utilização de mamona (*Ricinus communis* L.) espontânea no melhoramento genético. In: **Anais...** I Congresso Brasileiro de Mamona. Campina Grande, PB. 2004. Disponível em: <<http://www.rbb.ba.gov.br/arquivo/256.pdf>>, acesso em: 15/fev/ 2007.

SADER, R.; CHALITA, C.; TEIXEIRA, L.G. Influência do tamanho e do beneficiamento na injúria de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.1, p.45-51, 1991.

SANTOS, R.F. dos; BARROS, M.A.L.; MARQUES F. M. FIRMINO, P.T. Análise econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. DE; LIMA, E. F. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 350p. il.; 2001. p.17-35.

SAVY FILHO, A. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: Emopi, 2005. 105p.

SCHOWNKE, O.N.; PRESTES, D. N.; PRESTES, D. H.; AOSANI, E.; ANDRADE, G. P.; MARQUES, F.; ELIAS, M. C. Teor de água de colheita, manejo do ar na secagem e uniformidade tecnológica de mamona na pós-colheita para produção de biodiesel. In: XV Congresso de Iniciação Científica e VIII Encontro de Pós-Graduação, 2006, Pelotas. **Anais do XV Congresso de Iniciação Científica e VIII Encontro de Pós-Graduação**. Pelotas, 2006.

SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; FARIAS, V.A.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D. **Expressão sexual da mamoneira influenciada por adubação e cloreto de mepiquat**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 20p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 60).

SHEPETINA, F.A.; SEVAST'YANOVA, L.B. Seed technology. In: MOSCKIM, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.175-8.

SICHMANN, W.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V. **Produção de sementes de mamona**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1978. 19p. (Boletim Técnico, 131).

SILVA FILHO, P.M. **Desempenho de plantas e sementes de soja classificadas por tamanho e densidade**. Pelotas, 1994. 64p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas.

SILVA, O.R.R.F; NÓBREGA, M.B.M; GONDIM, T.M. de S. **Cultivo da mamona**. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/plataforma_mamona. 2003.

SILVA, W.R. e MARCOS-FILHO, J. Influência do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.5, p.1743- 1750, 1982.

SINGB, B.B. Breeding soybean varieties for the tropics. In: GOODMAN, R.M. (ed.). **Expanding the use of soybean**. Intsoy: APS Press, 1976, p. 11-17.

SOARES, C.S. **Beneficiamento e armazenamento de sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.)** Campina Grande, 2001. 54p. Dissertação (Mestrado), 2001.

SOUZA, L.A. de **Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona**. Lavras - MG, 2007. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Epace, 1982. 111p.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Influência do déficit hídrico sobre o tamanho das sementes e vigor das plântulas de soja. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, p.57-61, 1996.

TONIN, G.A.; GUALTIERI, S.C.J.; PEREZ, A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (NEES ETMARTIUS EX. NEES) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.26-33, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 2000. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG.

VIEIRA, A.R.; SILVA, E.M.; RODRIGUES, J. R. de M. Produção de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.232, p.32-38, 2006.

VON PINHO, E.V.R. **Tecnologia de produção de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 75p.

WARHAM, E.J. A comparison of packaging materials for seed with particular reference to humid tropical environments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.14, n.1, p.191-211, 1986.

WEISS, E.A. **Oil seed crops**. London: Longman, 659p. 1983.

ZUCHI, J. **Características agronômicas de cultivares de mamona em função do ambiente de cultivo**. Pelotas-RS: Universidade Federal de Pelotas, 2008. 43p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de sementes) - Universidade Federal de Pelotas, 2008.

APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1A - Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e nível de significância (P) do resultado da massa de mil sementes (MMS) de mamona, provenientes de diferentes cachos, imediatamente após a colheita

| Fontes de Variação | GL | QM | P |
|-----------------------------|-----|--------|------|
| Cacho (C) | 3 | 310,04 | 0,00 |
| Resíduo | 28 | 15,37 | --- |
| Coeficiente de Variação (%) | --- | 1,57 | --- |

Tabela 2A - Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e respectivo nível de significância (P) dos resultados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita

| Fontes de Variação | GL | QM G | P | QM PC | P | QM EP | P | QM IVE | P |
|--------------------|-----|---------|------|----------|------|----------|------|-----------|------|
| Cacho (C) | 3 | 1110,41 | 0,00 | 1643,29 | 0,00 | 1260,05 | 0,00 | 8,54 | 0,00 |
| Resíduo | 12 | 36,24 | --- | 54,17 | --- | 73,98 | --- | 0,4008 | --- |
| CV (%) | --- | 8,63 | --- | 14,71 | --- | 27,60 | --- | 23,37 | --- |

Tabela 3A - Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e respectivos níveis de significância (P) dos resultados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e embaladas e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses

| Fontes de Variação | GL | QM G | P | QM PC | P | QM EP | P | QM IVE | P |
|--------------------|-----|---------|------|----------|------|----------|------|-----------|------|
| Cacho (C) | 3 | 960,00 | 0,00 | 6449,73 | 0,00 | 3577,49 | 0,00 | 57,85 | 0,00 |
| Ambiente (A) | 1 | 1488,61 | 0,00 | 1620,10 | 0,00 | 1660,46 | 0,00 | 46,36 | 0,00 |
| Embalagem (E) | 1 | 6,66 | * | 91,82 | 0,31 | 333,02 | 0,06 | 5,52 | 0,04 |
| C x A | 3 | 251,23 | 0,01 | 258,85 | 0,04 | 1149,04 | 0,00 | 7,26 | 0,00 |
| C x E | 3 | 55,68 | 0,38 | 40,41 | * | 81,61 | * | 1,36 | 0,37 |
| A x E | 1 | 0,8464 | * | 34,95 | * | 184,45 | 0,16 | 1,48 | 0,29 |
| C x A x E | 9 | 30,28 | * | 60,39 | * | 105,69 | 0,33 | 2,00 | 0,21 |
| Resíduo | 21 | 53,64 | - | 87,15 | - | 89,94 | - | 1,27 | - |
| CV (%) | --- | 9,96 | - | 20,86 | - | 16,56 | - | 16,57 | - |

*P> 0,50

Tabela 4A - Graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e respectivos níveis de significância (P) dos resultados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e embaladas e armazenadas em ambientes distintos, durante seis meses

| Fontes de Variação | GL | QM G | P | QM PC | P | QM EP | P | QM IVE | P |
|--------------------|-----|---------|------|----------|------|----------|------|-----------|------|
| Cacho (C) | 3 | 989,97 | 0,00 | 3480,75 | 0,00 | 3398,22 | 0,00 | 76,64 | 0,00 |
| Ambiente (A) | 1 | 2433,78 | 0,00 | 3580,03 | 0,00 | 10447,00 | 0,00 | 181,00 | 0,00 |
| Embalagem (E) | 1 | 529,00 | 0,00 | 2070,25 | 0,00 | 512,03 | 0,02 | 8,54 | 0,01 |
| C*A | 3 | 463,69 | 0,00 | 274,34 | 0,00 | 271,50 | 0,05 | 6,00 | 0,00 |
| C*E | 3 | 12,31 | * | 247,23 | 0,00 | 47,52 | * | 0,93 | * |
| A*E | 1 | 0,6944 | * | 84,03 | 0,15 | 10,26 | * | 0,50 | * |
| C*A*E | 9 | 21,16 | * | 55,12 | 0,26 | 37,38 | * | 0,35 | * |
| Resíduo | 21 | 40,80 | - | 39,77 | - | 95,00 | - | 1,24 | - |
| C.V. | --- | 8,51 | - | 13,27 | - | 14,75 | - | 13,39 | - |

*P> 0,50

Tabela 5A - Porcentagem dos dados obtidos no teste de germinação, referentes a plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos, logo após a colheita

| Cacho | Plântulas anormais | Sementes mortas | Sementes duras |
|------------|--------------------|-----------------|----------------|
| Primário | 6,00 | 0,67 | 8,16 |
| Secundário | 2,00 | 0,33 | 40,17 |
| Terciário | 3,17 | 0,00 | 43,50 |
| Misturado | 13,83 | 0,67 | 02,50 |

Tabela 6A - Porcentagem dos dados obtidos no teste de germinação, referentes às plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) de sementes de mamona, variedade IAC-226, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante três meses

| Ambiente | Cacho | | | |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| PA (%) | | | | |
| Câmara Fria | 6,83 | 10,50 | 20,51 | 6,99 |
| UBS | 9,25 | 10,58 | 19,70 | 6,67 |
| SM (%) | | | | |
| Câmara Fria | 0,83 | 0,58 | 0,00 | 0,25 |
| UBS | 1,17 | 1,02 | 0,00 | 0,08 |
| SD (%) | | | | |
| Câmara Fria | 10,42 | 17,00 | 24,66 | 26,68 |
| UBS | 7,33 | 10,57 | 8,55 | 11,67 |

Tabela 7A - Porcentagem dos dados obtidos no teste de germinação, referentes às plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) de sementes de mamona, provenientes de diferentes cachos e armazenadas em ambientes distintos, durante seis meses

| Ambiente | Cacho | | | |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Primário | Secundário | Terciário | Misturado |
| PA(%) | | | | |
| Câmara Fria | 12,25 | 6,84 | 6,42 | 11,33 |
| UBS | 11,66 | 12,24 | 10,01 | 12,33 |
| SM (%) | | | | |
| Câmara Fria | 1,67 | 0,25 | 0,00 | 0,08 |
| UBS | 0,93 | 0,08 | 0,08 | 0,33 |
| SD (%) | | | | |
| Câmara Fria | 11,75 | 20,16 | 44,16 | 9,67 |
| UBS | 6,16 | 6,10 | 12,16 | 3,17 |