

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DE SEMENTES DE CRAMBE SUBMETIDAS A  
MÉTODOS DE SECAGEM E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO**

**ANA CRISTINA ENSINAS DE OLIVA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da Unesp – Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU-SP  
Dezembro - 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DE SEMENTES DE CRAMBE SUBMETIDAS A  
MÉTODOS DE SECAGEM E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO**

**ANA CRISTINA ENSINAS DE OLIVA**

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni

Co-orientador: Cláudio Cavariani

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da Unesp – Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU-SP  
Dezembro - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO -  
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

O48q Oliva, Ana Cristina Ensinas de, 1985-  
Qualidade de sementes de crambe submetidas a métodos de secagem e períodos  
de armazenamento / Ana Cristina Ensinas de Oliva. - Botucatu : [s.n.], 2010

viii, 78 f. : tabs., gráfs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2010  
Orientador: Marco Antonio Martin Biaggioni  
Co-orientador: Cláudio Cavariani  
Inclui bibliografia.

1. *Crambe abyssinica*. 2. Secagem de sementes. 3. Sementes oleaginosas. 4. Qualidade de sementes. 5. Armazenamento de sementes. I. Biaggioni, Marco Antonio Martin. II. Cavariani, Cláudio. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: "QUALIDADE DE SEMENTES DE CRAMBE SUBMETIDAS À MÉTODOS DE  
SECAGEM E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO"**

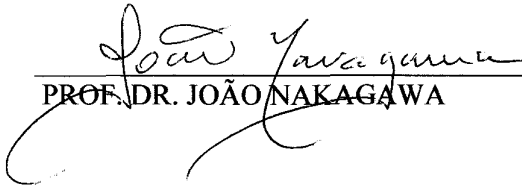
ALUNA: ANA CRISTINA ENSINAS DE OLIVA

ORIENTADORA: PROF. DR. MARCO ANTONIO M. BIAGGIONI

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. MARCO ANTONIO M. BIAGGIONI

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. ELZA ALVES

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO NAKAGAWA

Data da Realização: 10 de dezembro de 2010.

**Dedico** este trabalho aos meus pais por formarem a família que tenho hoje, e família é tudo,  
simples assim;

à minha irmã Carla, porque ela é meu exemplo de trabalho, alguém que sempre ama o que faz,  
e faz da melhor maneira;

à minha tia Arlete, que me mostrou que não existe tempo perdido, tudo nesta vida é puro  
aprendizado;

ao meu noivo Wagner, por nunca permitir que eu desanime, pela graça que traz à minha vida,  
por me amar e acreditar em mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Faculdade de Ciências Agrômicas por me acolher todos estes anos de estudo.

À coordenação do curso de Pós-Graduação Energia na Agricultura, pela oportunidade de estudo à mim concedida.

Aos Professores Dr. Paulo Roberto Arbex e Dr. Sérgio Hugo Benez pelo incentivo à realização do mestrado.

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo, proporcionando melhores condições para minha formação.

Ao Prof. Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni, pela orientação na elaboração e condução deste trabalho, pela dedicação à minha formação profissional e acadêmica, e acima de tudo, pela compreensão, amizade e liberdade que me foram por ele oferecidas durante a trajetória deste mestrado.

Ao Prof. Dr. Cláudio Cavariani, pela co-orientação neste trabalho e pelas possibilidades de estudo e aprendizado, junto ao Laboratório de Análise de Sementes.

Ao Prof. Dr. João Nakagawa, pelos ensinamentos que me foram transmitidos, pela paciência nos momentos em que eu apresentei à ele minhas dúvidas, e pela enorme contribuição na minha formação profissional e pessoal.

Agradeço, especialmente, ao André Seki e Neilor Bugoni, amigos e alunos do programa Energia na Agricultura, por trabalharem na execução deste projeto durante a condução do experimento no campo.

Ao Ailton de Lima Lucas, pela colaboração, dedicação, e por todo trabalho minucioso realizado por ele neste projeto.

À Valéria Giandoni, pelos ensinamentos das técnicas de laboratório, pela contribuição na realização deste projeto e por tornar os momentos de trabalho alegres e descontraídos.

Aos colegas e às estagiárias do Departamento de Agricultura, por compartilharmos experiências e aprendizados durante as horas de trabalho no Laboratório de

Análise de Sementes e, especialmente, à aluna Natália Cristina Bordegatto, pela colaboração na realização das análises.

À todos os funcionários do Departamento de Engenharia Rural e do Departamento de Agricultura, especialmente ao Dejair, Gilberto, Maury, Pedro, Rita, Sílvio, Dorival, Lana e Vera.

À Fundação MS, pelo fornecimento das sementes de Crambe.

Ao Engenheiro Agrônomo Carlos Pitol, pesquisador da Fundação MS, pelo interesse e disposição em colaborar com o trabalho e pelas valiosas trocas de informação sobre a cultura.

Aos meus pais, que em nenhum momento de minha vida se opuseram às minhas decisões, sempre me apoiando e compartilhando os momentos difíceis e os de felicidade.

Agradeço especialmente às amigas Letícia, Priscila e Rubiana, que me ensinaram a respeitar e reconhecer uma verdadeira amizade. Tudo que compartilhamos será eternamente lembrado.

## SUMÁRIO

	Páginas
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
3.1. Objetivo.....	06
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
4.1. <i>Crambe abyssinica</i> Hochst.....	07
4.2. Maturidade Fisiológica.....	10
4.3. Dormência.....	12
4.4. Qualidade das sementes durante o armazenamento.....	15
4.5. Secagem de sementes.....	16
4.5.1. Secagem artificial com ar aquecido.....	19
4.5.2. Secagem artificial com ar não aquecido.....	21
4.5.3. Secagem natural em terreiro.....	21
4.5.4. Secagem na planta.....	22
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
5.1. Campo de sementes.....	26
5.2. Colheita.....	28
5.3. Tratamentos.....	29
5.3.1. Secagem à sombra com ventilação natural (testemunha).....	29
5.3.2. Secagem artificial com ar aquecido.....	29
5.3.3. Secagem artificial com ar não aquecido.....	31
5.3.4. Secagem em terreiro.....	33
5.3.5. Secagem na planta.....	34
5.4. Armazenamento.....	35
5.5. Avaliações das sementes.....	35
5.5.1. Teor de água das sementes.....	35
5.5.2. Germinação.....	36



5.5.3.	Primeira contagem da germinação.....	37
5.5.4.	Emergência de plântulas.....	38
5.5.5.	Condutividade elétrica.....	38
5.5.6.	Envelhecimento acelerado.....	39
5.5.7.	Crescimento de plântulas e massa de matéria seca.....	39
5.5.8.	Procedimentos estatísticos.....	40
6	Resultados e discussão.....	41
6.1.	O campo de sementes.....	41
6.2.	Secagem das sementes.....	44
6.3.	Teor de água das sementes durante o armazenamento.....	47
6.4.	Germinação.....	49
6.5.	Condutividade elétrica.....	57
6.6.	Emergência de plântulas.....	61
6.7.	Envelhecimento acelerado.....	64
6.8.	Crescimento de plântulas e massa de matéria seca.....	65
7	Considerações finais.....	66
8	Conclusões.....	68
9	Referências.....	69

## **1 RESUMO**

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma planta da família *Brassicaceae* cujas sementes possuem elevado teor de óleo, sendo destinado no Brasil, principalmente, para a produção de biodiesel. É uma cultura que apresenta baixo custo de produção, seu cultivo é totalmente mecanizado com semedura no inverno e favorece a rotação com outras culturas de verão. No Brasil, a produção e a comercialização de sementes de crambe iniciaram-se há poucos anos, por isso estudos na área de tecnologia de produção são essenciais para obtenção de sementes de boa qualidade. Dentre os fatores que afetam a qualidade das sementes está o processo de secagem. A diminuição do teor de água das sementes em níveis adequados permite preservar as sementes por um período prolongado, possibilitando menor perda de vigor e germinação ao longo do armazenamento. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes métodos de secagem sobre a qualidade de sementes de crambe no decorrer do armazenamento. O campo de produção de sementes de crambe foi instalado na Fazenda Experimental Lageado e os tratamentos experimentais foram conduzidos no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, pertencente ao Departamento de Engenharia Rural, e na Fazenda Experimental Lageado. As avaliações de qualidade foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Departamento de Produção Vegetal – Setor Agricultura. Os tratamentos realizados foram:

secagem das sementes à sombra com ventilação natural, secagem artificial com ar aquecido, secagem artificial com ar não aquecido, secagem em terreiro e secagem na planta. As sementes foram avaliadas nos tempo 0, 2, 4, 6 e 8 meses de armazenamento, por meio da determinação do teor de água, teste de germinação, primeira contagem da germinação, emergência de plântulas e condutividade elétrica; os testes envelhecimento acelerado e crescimento de plântulas foram realizados aos oito meses de armazenamento. Os dados obtidos em cada época de armazenamento foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de regressão para verificar o efeito do tempo de armazenamento. A secagem artificial com ar aquecido promoveu aumento da dormência nas sementes de crambe aos 8 meses de armazenamento, observado nas condições do teste de germinação realizado em laboratório. A secagem na planta proporcionou menor porcentagem de sementes mortas durante o armazenamento e, aos 8 meses de armazenamento, apresentou o maior potencial de germinação, o maior comprimento de plântulas e raíz, porém, resultou na menor porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. Aos 6 e 8 meses de armazenamento a secagem à sombra resultou nos maiores valores de condutividade elétrica. Constatou-se que a secagem das sementes de crambe na planta pode ser realizada sem diminuição da qualidade das mesmas no decorrer do armazenamento.

---

Keywords: *Crambe abyssinica*, secagem de sementes, sementes oleaginosas, qualidade de sementes, armazenamento de sementes

DRYING METHODS AND STORAGE PERIODS EFFECTS ON CRAMBE SEED QUALITY. Botucatu, 2010. 69 pg.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ANA CRISTINA ENSINAS DE OLIVA

Adviser: MARCO ANTONIO MARTIN BIAGGIONI

Co-Adviser: CLÁUDIO CAVARIANI

## **2 SUMMARY**

Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) is a member of the Brassicaceae family. Its seeds have high oil contents and its growth in Brazil aims to produce bio diesel. It is a low cost production and its cultivation is totally mechanized. It is also sowed at winter time, which favors crop rotation with other summer crops. In Brazil, Crambe seeds production and commercialization began a few years ago. The research in technology production is essential to obtain high quality seeds. Among the factors that affect seed quality there is the drying process. Seed water content decreased to an appropriate level allowing for a prolonged preservation time and enabling less vigor and germination loss during storage. The aim of this study was to evaluate the effect of different drying methods on Crambe seeds quality during storage. The seeds were produced in Fazenda Lageado, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu / SP. Experimental treatments were conducted at Laboratório

de Processamento de Produtos Agrícolas, Departamento de Engenharia Rural, and Fazenda Experimental Lageado. Evaluations on seed quality were conducted at Laboratório de Análise de Sementes, Departamento de Produção Vegetal – Setor Agricultura. Seeds were submitted to the following drying methods: a) seed drying in the shade with natural ventilation; b) artificial drying method using heated air; c) artificial drying method using unheated air; d) drying on ceramic patio; e) drying on the mother plant. Seeds were stored in laboratory conditions with bimonthly monitoring of their quality during a 8 month period. The following testes were performed: seed moisture content, standard germination test, first count of germination test, seedling emergence, emergence speed index and electrical conductivity. The accelerated ageing and seedling growth tests were performed on the 8<sup>th</sup> month of storage. The data obtained in each storage season were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability. Regression analysis was used to determine the effect of storage time. Artificial drying method using heated air increased seed dormancy at 8th month of storage, as observed on germination test conducted in laboratory. Drying on the mother plant method resulted in a smaller percentage of dead seeds, the highest potential germination, and the greater length of seedlings and root, however, resulted in a lower percentage of seedling emergence and emergence speed index. Between the 6th and 8th month of storage drying in the shade method, it resulted in the highest electrical conductivity values. The method of drying crambe seeds on the mother plant can be safely done without any seed quality damage during storage.

---

Keywords: *Crambe abyssinica*, seed drying, oil seeds, seed quality, seed storage

### 3 INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma cultura que se destaca pelo elevado teor de óleo de suas sementes, sendo, atualmente, estudada no Brasil visando a produção de biodiesel. Tem como vantagens o cultivo totalmente mecanizado, utilizando os mesmos equipamentos já existentes para grãos miúdos, e a possibilidade de cultivo no inverno. Por ser uma cultura pouco conhecida comercialmente, praticamente não se dispõe, ainda, de informações técnicas que viabilize seu cultivo intensivo. Assim, com o início da produção comercial de suas sementes no país, surgiu a necessidade de pesquisas na área de tecnologia e produção.

Independente do nível tecnológico empregado na produção de uma cultura, é essencial a utilização de sementes de boa qualidade. Dentre vários fatores que afetam a qualidade das sementes, destaca-se o processo de secagem. A secagem das sementes realizada de maneira adequada permite reduzir o grau de umidade das sementes sem alterar suas características qualitativas. A diminuição do teor de água das sementes em níveis adequados permite preservar as sementes por um período prolongado, possibilitando menor perda de vigor e germinação ao longo do armazenamento.

Realizar a colheita das sementes ao atingirem o ponto de maturidade fisiológica diminui a exposição das mesmas às ações da temperatura, umidade relativa do ar, patógenos e insetos que podem causar danos físicos e fisiológicos. Desta forma, a secagem

artificial permite que a colheita seja realizada quando o teor de água das sementes ainda está acima do recomendado para o armazenamento adequado.

A escolha do método de secagem que as sementes serão submetidas depende da espécie, da estrutura e equipamentos disponíveis, do volume de sementes e dos mecanismos que possam reduzir os custos operacionais, diminuir o tempo de secagem e a energia consumida.

A secagem de sementes em terreiro é simples e de baixo custo, porém exige mão-de-obra operacional e baixo volume de material, além de depender das condições climáticas. A secagem artificial das sementes, com ar não aquecido, utilizando ventilação com ar em temperatura ambiente, preserva a qualidade das mesmas, porém pode necessitar um prolongado período de tempo, enquanto a utilização do ar aquecido à temperatura adequada possibilita reduzir o teor de água das sementes em menor tempo.

### **3.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da secagem natural e artificial (com ar aquecido e não aquecido) sobre a qualidade de sementes de crambe no decorrer do armazenamento.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 *Crambe abyssinica* Hochst

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é um membro da família *Brassicaceae*, tribo Brassicaceae, próximo a canola e mostarda. O gênero *Crambe* contém cerca de trinta espécies, a maioria ervas perenes, embora algumas sejam arbustos ou anuais, distribuídas principalmente na região do Mediterrâneo, Euro-Sibéria e na região Turco-Iraniana. O único membro cultivado é o *Crambe abyssinica*, também conhecido como *Abyssinian kale* (DESAI, 2004).

É uma planta herbácea anual, com aproximadamente um metro de altura, cuja haste ramifica-se próxima ao solo para formar trinta ou mais galhos, que novamente se ramificam, formando galhos terciários (DESAI et al., 1997).

As folhas são ovais e assimétricas (Figura 1). A lâmina foliar possui aproximadamente 10 cm de comprimento e 7,6 cm de largura, com superfície lisa. O pecíolo possui aproximadamente 20 cm de comprimento e é pubescente (OPLINGER et al, 2008).



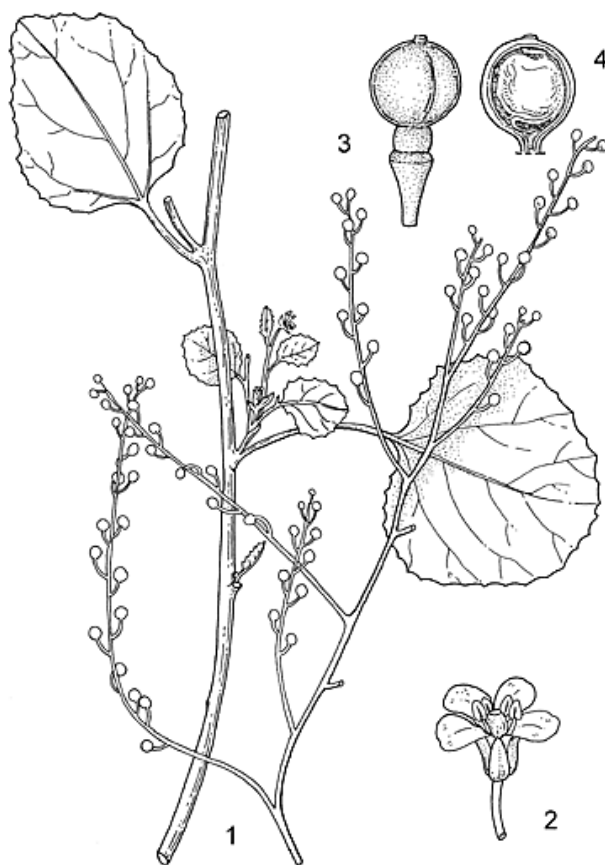


Figura 1. Planta de crambe: 1) parte inferior e superior da planta em fase de frutificação; 2) flor; 3) fruto; 4) corte longitudinal da parte superior do fruto (Fonte: [www.prota.org](http://www.prota.org))

As flores amarelas ou brancas, localizadas nos longos racemos, produzem um grande número de sementes pequenas, com conteúdo de óleo aproximado de 40%. O fruto é uma síliqua, inicialmente verde, mas que se torna amarelo com a maturidade. Cada fruto contém uma única semente esférica, de cor verde ou marrom esverdeado. O tamanho da semente varia consideravelmente no diâmetro (0,8 a 2,6 mm), sendo influenciado pelo número de sementes por planta, fertilidade do solo e chuva (DESAI et al., 1997).

As sementes são ortodoxas, albuminosas, têm o eixo embrionário curvo, e apresentam a plúmula protegida por uma fina cobertura mucilaginosa (CRUCIFERAE, 1985).

O pericarpo, que permanece aderido às sementes após a colheita, representa de 25 a 30% do peso total dos frutos, apresenta um conteúdo muito alto de lignina

(40%) e também uma boa quantidade de celulose (41%) (LAZZERI et al., 1994; GASTALDI et al., 1998).

Por enquanto, o crambe ainda está em desenvolvimento como cultura agrícola e não é amplamente cultivado. Apesar das inúmeras tentativas, desde a década de 1950, em desenvolver a produção comercial de óleo com alto teor de ácido erúcido proveniente do crambe, esta espécie ainda não se tornou uma cultura agrícola estabelecida (MEIJER et al., 1999).

Na década de 90 houve grande esforço de instituições norte americanas para buscar culturas alternativas não-alimentícias voltadas para a produção de óleo e, desta forma, desenvolveram-se pesquisas e parcerias com produtores, agroindústrias e cientistas para a introdução da cultura do crambe (CRAMBE, 2008).

No mesmo período, foram introduzidos no Brasil materiais vindos do México, os quais foram selecionados por pesquisadores da Fundação Mato Grosso do Sul, originando a primeira cultivar de crambe (FMS Brillhante) no país, produtiva e adaptada às condições brasileiras (PITOL et al., 2010).

As sementes (fruto) de crambe contêm cerca de 37% de óleo que é constituído por até 57% de ácido erúcido, um ácido graxo de cadeia longa que tem alto valor industrial. Por este motivo, o crambe é utilizado para fabricação de produtos químicos intermediários que, posteriormente, serão utilizados como insumos na fabricação de sacos de plástico, cosméticos, produtos de higiene pessoal, entre outros. A colza era a fonte tradicional de ácido erúcido para o mercado mundial, mas o crambe começou a participar também deste mercado, sendo estas duas culturas as únicas fontes comerciais de ácido erúcido (GLASER, 1996). Atualmente, a produção do ácido erúcido é a principal utilização do crambe no mundo. O óleo de crambe também é um lubrificante eficiente e mais biodegradável do que óleos minerais. (LEONARD, 1993; LAZZERI et al. 1997; FONTANA et al. 1998; WANG et al. 2000; CAPELLE E TITTONEL, 1999; citado por CARLSSON et al., 2007).

Devido à presença do ácido erúcido, que causa problemas na saúde humana (ESKIN et al., 1996; PARKE PARKE, 1999; WEST et al., 2002, citado por CARLSON et al., 2007), o óleo de crambe não é adequado para alimentação, o que é uma vantagem, pois esta cultura fica destinada apenas para fins industriais.

No Brasil, estudos relacionados à cultura e à produção de óleo do crambe iniciaram-se no recentemente, quando os produtores e pesquisadores nacionais passaram a ter acesso a cultivar FMS Brilhante, comercializada pela Fundação Mato Grosso do Sul. Com o objetivo de avaliar o potencial de produção do crambe e as características físico-químicas do óleo e do biodiesel obtidas desses grãos, Jasper (2009) concluiu, após análise, que o biodiesel do *Crambe abyssinica* Hochst se encontra de acordo com normas estabelecidas na Resolução nº 7 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Porém, em regiões frias, este biodiesel pode comprometer o funcionamento do motor ciclo diesel, sendo necessário misturá-lo com óleo diesel e/ou biodiesel, proveniente de outra matéria-prima.

#### **4.2 Maturação Fisiológica**

A maturação das sementes é uma fase que compreende transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que se iniciam no momento da fertilização do óvulo e terminam com o acúmulo máximo de matéria seca (POPINIGIS, 1977). Esse ponto marca a suspensão do transporte de fotossintetizados pelo floema à semente. A interrupção da importação da seiva no floema e/ou a separação da semente da planta-mãe na região do funículo podem ser o sinal para o início da fase final (pré-abscisão) (CASTRO et al., 2004).

Segundo Marcos Filho (2005), no momento em que cessa a transferência de matéria seca da planta para as sementes, estas apresentam potencial fisiológico elevado, senão o máximo. Para Copeland (1976), a maturidade da semente é, algumas vezes, considerada como o estágio do desenvolvimento da semente que produz o máximo de vigor de plântulas sob condições adversas de germinação. A qualidade máxima da semente (com respeito à germinação e ao vigor) é tradicionalmente associada à máxima acumulação da matéria seca (chamado também de maturidade fisiológica ou maturidade de massa) (EGLI, 1998 citado por CASTRO et al., 2004).

O atraso da colheita, a partir do momento em que as sementes tornam-se independentes da planta-mãe, acarreta sérios inconvenientes determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes às condições menos favoráveis do ambiente. Podem

ocorrer quedas do potencial fisiológico e da quantidade produzida em espécies que exibem deiscência dos frutos ou degrana natural das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A permanência das sementes no campo, após a maturidade, pode acarretar injúrias devido à exposição das mesmas à alternância de períodos secos e úmidos. Se ocorrer uma secagem excessiva, estas sementes tornam-se sensíveis à danos mecânicos na colheita. Segundo Castro et al. (2004), a supermaturação (ou maturação excessiva) também pode ser prejudicial à qualidade da semente. Em sementes que secam naturalmente no estágio para a colheita, a maturação excessiva não tem significado de desenvolvimento e, se estas não forem colhidas de imediato, o envelhecimento e a deterioração podem ocorrer enquanto ainda estiverem na planta.

O crambe apresenta hábito de florescimento indeterminado. Para estas plantas, o florescimento e, conseqüentemente, a produção das sementes, ocorrem por um extenso período, o que evidencia os efeitos da maturação na qualidade das sementes.

Em plantas com florescimento determinado, a maturação das sementes é relativamente uniforme entre as inflorescências; entretanto, em espécies com florescimento indeterminado, realizar a colheita em época desfavorável resulta em sementes com variação nos estágios de maturação e potencial de crescimento (COPELAND, 1976).

O florescimento inicia-se da base para as pontas dos ramos e, após esse período, a maturação do crambe ocorre rapidamente (de uma a duas semanas). Os primeiros frutos formados permanecem aderidos à planta até que os últimos frutos tenham atingido a maturidade. Desta forma, sementes em vários estágios de desenvolvimento estão presentes na planta de forma simultânea e a colheita na época correta é importante para evitar perdas de frutos por degrana (FONTANA et al., 1988).

Retardar a colheita para permitir a maturação das sementes tardias no desenvolvimento é um risco, visto que pode ocorrer perda de sementes que já se encontram maduras. Por outro lado, antecipar a colheita resulta em um número maior de sementes imaturas de baixa qualidade que podem ser difíceis de serem removidas por métodos tradicionais de limpeza e classificação durante a etapa de beneficiamento (CASTRO et al., 2004).

Durante o tempo quente e seco, o campo deve ser freqüentemente monitorado (diariamente ou a cada dois dias) para determinar o momento certo da colheita. O

crambe está fisiologicamente maduro quando 50% das sementes tornam-se marrons. Na maturidade, o aspecto da planta pode variar de caules e folhas ainda verdes até folhas amarelas e senescentes (KNIGHTS, 2002). Apesar do florescimento indeterminado, os frutos formados e maduros tendem a permanecer aderidos à planta por longo tempo e, mesmo no momento da colheita, o pericarpo permanece aderido à semente

É preferível que as sementes sejam colhidas assim que alcançarem o ponto de maturidade fisiológica, porém, neste momento, o grau de umidade das sementes é muito elevado. Portanto, a secagem de sementes, além de contribuir para a preservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento, possibilita a antecipação da colheita evitando perdas de natureza diversa durante o processo produtivo (GARCIA et al, 2004).

O crambe está em condições para ser colhido entre 90 e 100 dias após a sementeira, quando a maior parte das folhas cai, os caules superiores estão amarelos e aproximadamente 75% dos frutos estão marrons (DESAI, 2004).

### **4.3 Dormência**

Dormência é o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais, deixam de germinar (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Segundo Vleeshouwers et al. (1995), a dormência não deve ser considerada como a inatividade das sementes. Em qualquer grau de dormência, as sementes continuam a interagir com o ambiente, ajustando o nível de dormência as mudanças do ambiente. A dormência é uma característica da semente e seu grau é que define quais condições que devem ser encontradas para fazer a semente germinar.

A cultura do crambe apresenta sementes com dormência pós-colheita, mecanismo considerado típico de espécies não domesticadas e presente para aumentar a longevidade e o sucesso das mesmas. Entretanto, em culturas anuais, inclusive no crambe, a dormência leva a subestimar a porcentagem de germinação e ocasiona emergência de plantas voluntárias no campo anos após a colheita (CARLSON et al, 1996).

As sementes de crambe (*Crambe abyssinica*) apresentam leve dormência, mas em sementes de *Crambe cordifolia* pode ser considerável, exigindo, por

exemplo, mais de dois anos após a maturação para ser superada (SPRINGDALE, 2005; CRUCIFERAE, 1985). Em *Crambe maritima* tanto o pericarpo quanto a testa contribuem para a dormência (UNGAR, 1991). As sementes de crambe são capazes de germinar em uma ampla faixa de temperatura (BARTON, 1936; BARTON e CROCKER, 1948; citados por CRUCIFERAE, 1985) e tratamentos promotores da germinação incluem nitrato de potássio, luz, pré-resfriamento e alternância de temperaturas (CRUCIFERAE, 1985).

Segundo Leck et al (1989), existem cinco tipos de dormência que as sementes podem exibir na maturidade: dormência fisiológica, física, dormência física e fisiológica, morfológica e morfofisiológica. Elas são distinguidas com base na permeabilidade ou impermeabilidade do tegumento, completo desenvolvimento do embrião ou imaturidade, embrião fisiologicamente dormente ou não dormente.

Muitas sementes tornam-se dormentes durante a maturação, o que as impede de germinar até que estejam plenamente maduras e finalmente dispersas. Porém em muitos casos, essa dormência persiste após a dispersão e requer que condições específicas sejam previamente encontradas para que a germinação ocorra (CASTRO et al., 2004).

Assim como o processo de maturação, a dessecação das sementes também é importante. Esta é mais do que a desidratação das mesmas, é um estágio ativo em termos de expressão gênica e metabolismo que reflete no desenvolvimento das sementes, na aquisição da dormência, na pós-maturação e na germinação (ANGELOVICI et al., 2010).

A dormência primária é aquela que se instala durante a fase de desenvolvimento e/ou maturação, de modo que a semente é dispersa da planta-mãe já em estado dormente. Após a dispersão, a dormência primária pode diminuir de intensidade no processo de pós-maturação, o qual é uma função das condições ambientais, do regime de temperatura, do teor de água na semente e do tempo (CARDOSO, 2004).

A dormência primária é comumente associada com o aumento do conteúdo de ABA durante o desenvolvimento da semente. Na maioria das espécies estudadas, o nível de ABA aumenta durante a primeira metade do desenvolvimento das sementes e decresce durante a fase final da maturação, ao mesmo tempo em que diminui o conteúdo de água (HILHORST, 2007).

Quando a dormência primária, que é o estado de dormência das sementes recém-dispersas, é superada e condições adequadas estão presentes, a semente

germina. Se não há condições adequadas, e a germinação não ocorre, a dormência secundária pode ocorrer na semente (CROCKER, 1916 citado por VLEESHOUWERS et al., 1995). Esta dormência, imposta após as sementes terem perdido a dormência primária, pode ser resultado de uma prolongada inibição da germinação. A inibição pode ser devido a fatores ativos, como ABA endógeno ou metabolismos secundários, ou a fatores passivos, como a falta de condições propícias para a germinação (HILHORST, 2007).

A dormência secundária é mais relevante no comportamento das sementes presentes em bancos de sementes no solo (HILHORST, 2007). Nestas sementes, a dormência secundária pode ser superada e induzida durante várias estações, sucessivamente (CROCKER, 1916 citado por VLEESHOUWERS et al., 1995). Desta forma, a dormência “cíclica” envolve repetidas induções e supressões da dormência em paralelo à variações sazonais da temperatura (HILHORST, 2007).

Segundo Cardoso (2004), sementes recém-dispersadas de *Sisymbrium officinale*, uma *Brassicaceae*, apresentam dormência primária, germinando melhor em temperaturas altas do que baixas. Quando essas sementes permanecem enterradas por períodos longos (acima de cinco meses), adquirem dormência secundária, passando a germinar mais em temperaturas baixas (CARDOSO, 2004).

O resultado de um teste de germinação pode ser apenas uma representação aproximada do estado de dormência das sementes, devido à diferente natureza da germinação e da dormência. Neste, a ausência ou a ocorrência da germinação em uma semente não pode ser a medida da sua dormência. Entretanto, considerando um teste de germinação de uma população sob uma vasta faixa de condições ambientais, este pode fornecer informações satisfatórias sobre o grau de dormências das sementes (VLEESHOUWERS et al., 1995).

A proporção de sementes viáveis que germinam varia de acordo com as condições da germinação devido ao fato das mesmas não serem geneticamente idênticas. A dormência é uma característica herdada que é intensamente modificada pelo ambiente durante a formação da semente (LAWRENCE e MCDONALD, 2001). A expressão da hereditariedade de uma semente na forma de germinação depende do ambiente durante a formação da semente, maturidade e dos variáveis bloqueadores de germinação (DESAI, 2004).

A dormência é imposta pela combinação de condições específicas do ambiente, provocando a interferência de um ou mais mecanismos de bloqueio, impedindo a transcrição da mensagem genética para a ativação da sequência metabólica que culmina com a germinação (MARCOS FILHO, 2005).

O mecanismo de dormência apresenta peculiaridades para espécies diferentes, tornando difícil qualquer generalização sobre as suas causas (POPINGS, 1977).

#### **4.4 Qualidade das sementes durante o armazenamento**

As operações de secagem, de beneficiamento, o uso de embalagem adequada, as condições e o período de armazenamento representam componentes importantes do histórico dos lotes de sementes e exercem efeitos no desempenho após a semeadura (MARCOS FILHO, 2005).

Desde a maturidade fisiológica até o momento de sua utilização na semeadura, as sementes estão sujeitas à perda da qualidade fisiológica pelas mudanças bioquímicas e fisiológicas que passam a ocorrer. A deterioração, em muitos casos imperceptível na fase inicial, manifesta-se no decorrer do tempo, ocasionando reflexos negativos no vigor (GARCIA et al., 2004).

O vigor das sementes está claramente relacionado com muitos outros componentes da qualidade fisiológica da semente, como viabilidade e germinação. Mudanças na qualidade total da semente que ocorre durante o desenvolvimento da semente, maturação, colheita, condicionamento e armazenamento estão relacionadas com níveis de vigor das mesmas. Lotes de sementes com alto vigor exibem tipicamente germinação rápida e uniforme, plântulas grandes, e bom potencial de emergência na maioria dos ambientes de plantio e condições de solo. O potencial de armazenamento é também ótimo para lotes com alto vigor. Quando ocorre deterioração, o vigor da semente decresce seguido pela perda da germinabilidade e viabilidade (BENNETT, 2009).

Sementes com qualidade desejável para o armazenamento são sementes maduras de tamanho e aparência normal, relativamente livre de injúrias mecânicas e microorganismos de armazenamento. Qualquer fator ambiental pré-colheita que influencie a



qualidade destas sementes afeta também a capacidade de armazenamento do lote de semente (JUSTICE e BASS, 1978).

A sobrevivência da semente no armazenamento depende mais do conteúdo de água do que de qualquer outro fator fisiológico. Esta dependência pode ser atribuída ao fato de que reações fisiológicas aumentam quantitativamente quando o conteúdo de água aumenta. A identificação do conteúdo de água ótimo da semente para o armazenamento aumenta a capacidade do mesmo e reduz a contaminação por fungos de armazenamento. A atividade metabólica e os danos promovidos por insetos e microorganismos são influenciados pelo conteúdo de água na semente. Reações deteriorativas acontecem em altos níveis de umidade e podem ser reduzidas com baixos níveis. Entretanto, estudos mostraram que algumas reações importantes ocorrem mais prontamente no estado seco do que em um estado úmido, e a natureza destas reações variam com o conteúdo de água (MARCOS FILHO, 2008).

Os efeitos da secagem na qualidade das sementes dependem da umidade inicial das mesmas e podem não ser imediatos, ocorrendo após determinado período de armazenamento (efeito latente) (ARAÚJO et al, 1984).

#### **4.5 Secagem de sementes**

A tolerância à dessecação varia entre as espécies, sendo que algumas conseguem sobreviver após terem sido submetidas à secagem e outras são sensíveis à perda de água, morrendo devido à secagem. Segundo Castro et al. (2004), existem sementes que podem ser classificadas como intermediárias e apresentam um tipo de comportamento em que podem ser desidratadas a conteúdos de água relativamente baixos, mas ainda assim apresentam longevidade curta.

Desta forma, as sementes que podem sofrer secagem até atingir baixos teores de água, sem a ocorrência de danos ao metabolismo, e recuperarem as funções biológicas com a embebição, são as ortodoxas. Nestas sementes, ocorre um período natural de dessecação ao final do processo de acúmulo de matéria seca. Nas sementes recalcitrantes, este período é bem menos drástico, sendo que estas não apresentam período de repouso após a maturidade e são liberadas da planta-mãe em estado hidratado (MARCOS FILHO, 2005).

A maioria das sementes é tolerante à dessecação na maturidade, e a tecnologia recomendada para a produção das mesmas sugere, de maneira generalizada, colheitas em momentos que precedem o ponto em que se encontram com teores de água compatíveis com a sua conservação no armazenamento. Com isso, a secagem artificial demanda conhecimentos de sua ação sobre a qualidade final do produto, além de exigir o domínio operacional relacionado com o seu rendimento (VILLELA, 1992).

Visando evitar o “armazenamento de campo” das sementes, torna-se necessário antecipar ao máximo o momento de colheita, obtendo sementes com grau de umidade tal que ocorrerá a necessidade de secagem imediata. O intervalo de tempo que separa o final da colheita ao início do processo de secagem deve ser o mais reduzido possível, pois, nesta fase do processo, as sementes com umidade elevada apresentam altas taxas de atividade respiratória e o consumo antecipado de reservas provoca um desgaste fisiológico que ocasionará baixos índices de germinação e vigor (GARCIA, 2009).

O conteúdo de água das sementes durante o armazenamento é o fator de maior influência na longevidade das mesmas. É importante colher as sementes maduras, relativamente secas ou reduzir o conteúdo de água logo após a colheita (JUSTICE e BASS, 1978).

Baudet et al. (1999) sugerem a secagem como um processo fundamental da tecnologia para a produção de sementes de alta qualidade, pois permite a redução do teor de água em níveis adequados para o armazenamento, preserva as sementes de alterações físicas e químicas, induzidas pelo excesso de umidade, e torna possível a manutenção da qualidade inicial durante o armazenamento, possibilitando colheitas próximas da maturidade fisiológica.

É importante saber quando a retirada de água das sementes causa perda na viabilidade e no vigor. Não há relatos de danos causados por secagem a aproximadamente 6% de conteúdo de água, mas muitos trabalhos relatam danos quando as sementes são secas a 5% ou menos de conteúdo de água. Sementes de algumas espécies que podem ser secas a um conteúdo de água de 2 a 3% sofrem injúrias quando secas a 1% ou menos. Neste baixo conteúdo, o primeiro indicador de injúria é a redução na taxa de germinação, seguido por decréscimo na germinação em experimentos de armazenamento. Com uma secagem drástica, os sintomas de injúria aparecem imediatamente após a secagem. Enquanto o ponto crítico de

dano está próximo mas não é atingido, os sintomas aparecerão após o armazenamento. De qualquer modo, não é recomendado secagem abaixo de 3 a 4 % do conteúdo de água para sementes armazenadas para comércio, porque sementes extremamente secas podem sofrer danos por rápida reidratação quando semeadas (JUSTICE e BASS, 1978).

As sementes de crambe devem ser armazenadas e comercializadas com 10% ou menos de conteúdo de água (GLASER, 1996; KNIGHTS, 2002), e devem ser limpas ao máximo de 2% de impurezas (SPRINGDALE, 2005). Se as sementes são colhidas com alta umidade, podem ser usados ar natural ou secagem artificial. Não é recomendado secar as sementes com ar sem aquecimento se o conteúdo de água exceder 20%. Para manter a qualidade da semente, a temperatura máxima de secagem recomendada é 43°C (KNIGHTS, 2002).

Segundo Erickson e Bassin (1990), as sementes de crambe raramente excedem 6 a 8% de umidade, mas a presença de material estranho (folha, restos de haste e outras sementes) pode elevar a umidade para 20%. Este material úmido pode causar aquecimento na massa de semente em um curto período (OPLINGER et al, 2008).

Sementes de canola não têm sua qualidade fisiológica prejudicada quando submetidas à secagem à 30° C, independente da umidade relativa do ar, tanto imediatamente quanto após 120 dias de armazenamento. Porém, ocorre um decréscimo no vigor e na germinação com o aumento da temperatura de 30°C até 60°C e decréscimo da umidade relativa do ar de 60% até 30% (CHRIST et al., 1997).

Muitas sementes ortodoxas podem sobreviver à secagem lenta quando se encontram no início da fase de maturação, mas não toleram secagem rápida (HONG e ELLIS, 1992 citado por HAY e PROBERT, 1995). Tanto em sementes silvestres como em sementes de espécies cultivadas, as quais são colhidas com alto teor de água, é possível que a secagem rápida comprometa tanto a viabilidade (em indivíduos que não tenham adquirido a tolerância à dessecação) como a longevidade durante o armazenamento (HAY e PROBERT, 1995).

Rosa et al., (2000), estudando o efeito da secagem artificial em sementes de milho submetidas à secagem a 35°C , durante diferentes períodos e obtendo-se sementes com teores de água variando entre 42,2 a 12,2%, observarm papel benéfico da secagem na preparação das sementes para a germinação. Segundo estes autores, a medida que

ocorre a redução do teor de água das sementes, ocorrem melhorias na sua qualidade fisiológica, pois a secagem predispõe as sementes à germinação, mudando o metabolismo em direção aos eventos catabólicos, sendo, portanto, importante considerar seus efeitos na qualidade das sementes e não somente entendê-la como uma simples redução do teor de água, no final do processo de desenvolvimento.

Os métodos de secagem podem ser classificados quanto à utilização de equipamentos ou não, ao aquecimento do ar e a movimentação das sementes. No método de secagem natural as sementes secam na planta, por meio da ação do calor do sol e do vento. A secagem artificial consiste na utilização de equipamentos que auxiliam a remoção da água das sementes. Neste método são utilizados secadores, onde o ar que atravessa a massa de sementes é forçado, ou terreiro, no qual o produto é distribuído sobre piso de tijolo, cimento, asfalto ou terra batida (BIAGGIONI, 1994). A secagem artificial realizada em secadores pode ter o ar insuflado na massa de sementes à temperatura ambiente ou previamente aquecido.

Quanto à movimentação das sementes no secador, estas podem permanecer paradas ou em movimento contínuo ou, ainda, alternando fases de movimentação rápida com fases de movimentação lenta, o que resulta, respectivamente, na secagem estacionária, que consiste no insuflamento de ar aquecido através de um volume de sementes que permanece estático; secagem contínua, na qual se estabelece um fluxo contínuo de sementes, sendo que estas fluem pela câmara de secagem com velocidade tal que tenha tempo de perder toda água que se deseja retirar; e secagem intermitente, onde as sementes são submetidas à ação do ar aquecido na câmara de secagem a intervalos regulares de tempo permitindo, assim, a homogeneização da umidade e resfriamento quando as mesmas estão passando pelas partes do sistema onde não recebem ar aquecido (CARVALHO, 1994; GARCIA, 2009).

#### **4.5.1 Secagem artificial com ar aquecido**

Na secagem com ar aquecido, o ar que se insufla na massa de sementes é aquecido, tendo-se por principal objetivo garantir uma secagem mais rápida. É frequentemente o tipo de secagem que mais se adapta a esquemas de produção de sementes, tendo em vista a rapidez com que teores altos de água podem afetar a germinação e o vigor, o que torna obrigatório que a secagem seja rápida (CARVALHO, 1994).

Temperaturas altas permitem secagem mais rápida, porém, podem provocar uma diferença de umidade muito grande entre a periferia e o centro da semente, gerando um gradiente de tensão que causa o trincamento (PESKE et al, 2006).

A temperatura que causa danos durante a secagem depende do teor inicial de água das sementes, bem como da espécie. Resultados de qualidade indicaram que para sementes de girassol os teores de água inicial ideal para secagem a 65, 60 e 55°C, são, respectivamente, 12, 14 e 16%; e para sementes de canola, não há perda na germinação para os mesmos conteúdos de água inicial (SUTHERLAND E GHALY, 1982).

Carlesso et al. (2009), estudando os efeitos imediato e latente (90 e 180 dias de armazenamento) da secagem em altas temperaturas (50 e 58°C) sobre a qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.), observaram que as altas temperaturas tem efeito imediato negativo sobre o vigor das sementes (estimado por meio da contagem do número de plântulas normais fortes), mas, em relação ao percentual de germinação, apenas as sementes secadas a 50°C foram influenciadas negativamente pela secagem. Entretanto, após 180 dias de armazenamento, sementes secadas a 58°C mantiveram o mesmo vigor observado em sementes recém retiradas dos frutos.

Para minimizar a deterioração de sementes de milho doce durante o armazenamento, é recomendada secagem com ar aquecido a 40°C, e velocidade de 4,3 m.s<sup>-1</sup>, para sementes com teor de água entre 40 a 50% (GUPTA et al., 2005).

Sementes de amendoim secadas na vagem não tiveram sua qualidade fisiológica afetada quando secadas de 17,4% de umidade para 7,3% em 14 horas e 11 minutos, ou seja, a remoção de água correspondente a 0,71% por hora de secagem, com fluxo de ar de 8m<sup>3</sup>.min.t<sup>-1</sup>, na temperatura de 34,6°C e umidade relativa do ar de secagem de 27% (KRZYZANOWSKI et al., 2006).

#### **4.5.2 Secagem artificial com ar não aquecido**

A operação de secagem pode ser conduzida insuflando-se o ar na massa de sementes à temperatura em que ele se encontra, sem qualquer aquecimento prévio (CARVALHO, 1994). A secagem com ar ambiente forçado é um método simples, porém somente viável em regiões ou épocas de clima seco quando as condições de umidade relativa

do ar são inferiores àquelas em que as sementes alcançam o equilíbrio. Se esse sistema for devidamente projetado e manejado, poderá tornar-se econômico e tecnicamente eficiente, uma vez que possibilita a obtenção de um produto seco e de alta qualidade (QUEIROZ e PEREIRA, 1982, citado por GARCIA et al, 2004).

Em geral, a secagem com ar ambiente forçado propicia melhor qualidade de sementes. No entanto, na tomada de decisão, o produtor deve fazer uma análise criteriosa dos custos, pois se trata de um processo lento que requer de 4 a 8 semanas, é limitado à umidade inicial de 22 a 24 % e a secagem e o armazenamento ocorrem no mesmo silo, minimizando a manipulação de sementes (GARCIA et al., 2004). Segundo Silva (1980), citado por Biaggioni (1994), devido à baixa temperatura e baixo fluxo de ar, a secagem pode estender-se por várias semanas. Sementes com altos teores de umidade inicial aumentam a susceptibilidade do produto à deterioração o que, sob condições climáticas adversas, implica na necessidade do uso de ventiladores ou aquecedores mais potentes, inviabilizando economicamente o sistema.

#### **4.5.3 Secagem natural em terreiro**

A secagem ao sol pode ser realizada espalhando-se as sementes num terreiro de concreto. As sementes são remexidas em intervalos de tempo para proporcionar uma secagem rápida e uniforme (JUSTICE e BASS, 1978). A técnica de secagem em terreiro é utilizada principalmente para produtos colhidos com alto teor de umidade, que não podem ser secos na planta (BIAGGIONI, 1994).

A secagem natural é baseada nas ações do vento e do sol para a remoção da umidade das sementes. Tal processo é limitado pelo clima, quando as condições de umidade relativa do ar e temperatura não permitem, ou quando se trata de maiores volumes de sementes. Apesar de apresentar baixo custo, é um método lento, onde as sementes não expostas em camadas de 4 a 6 cm e devem ser revolvidas periodicamente (MAIA, 1995).

Esta operação apresenta desvantagens que decorrem do intensivo uso de mão-de-obra, uma vez que as operações geram baixo rendimento e o processo é totalmente dependente das condições climáticas disponíveis (CARVALHO, 1994).

A secagem natural utiliza as energias solar e eólica para remover a umidade das sementes, utilizando recursos como eiras ou lonas. Cuidados especiais devem ser tomados para que as sementes não sofram aquecimento excessivo e que a secagem ocorra do modo mais uniforme possível. Este método, em geral, é pouco suscetível a riscos de danificação mecânica e térmica sendo, no entanto, dependente das condições psicrométricas do ar ambiente que, muitas vezes, não são adequadas para a secagem das sementes. É um método adequado para reduzida quantidade de sementes (GARCIA, 2009).

#### **4.5.4 Secagem na planta**

Secagem na planta é o processo no qual as sementes perdem água naturalmente, e ocorre no campo durante o amadurecimento. A troca de umidade ocorre pela diferença de pressão de vapor d'água entre a superfície do produto e o ar que o rodeia. O sol é o responsável pelo fornecimento direto ou indireto da energia necessária nesse processo e o vento em contato com a planta acelera a secagem, pela remoção do ar úmido (BIAGGIONI, 1994).

Este método de secagem natural pode desfavorecer a obtenção de um produto de alta qualidade, devido à exposição das sementes à infestações de pragas e à doenças presentes no campo.

A secagem natural é regulada por fatores como temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento. A resistência a degrana natural, os procedimentos de colheita e a quantidade de trabalho do produtor também afetam a secagem natural permitida antes da colheita. Vento quente e seco, anterior a maturação completa, pode danificar seriamente um campo de semente devido a secagem muito rápida, mas temperaturas e umidade relativa do ar moderadas podem resultar em sementes de boa qualidade (JUSTICE e BASS, 1978).

A fase inicial de desidratação é lenta, enquanto as sementes acumulam reservas. A perda de água ocorre mesmo sob períodos chuvosos, de modo que a influência do ambiente afeta apenas a rapidez deste processo (HOWELL, 1959 citado por MARCOS FILHO, 2005). A desidratação é acelerada a partir do momento em que as sementes atingem a máxima massa de matéria seca, ou seja, quando apresentam teor de água de 35% a 55%,

respectivamente, para as mono e dicotiledôneas ortodoxas. Esse decréscimo do grau de umidade prossegue até que as sementes atinjam o ponto de equilíbrio com a umidade relativa do ar; a partir daí, sofrem variações, acompanhando as alterações da umidade relativa ambiente.



## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA, Campus de Botucatu/UNESP, localizada no município de Botucatu, na região centro oeste do estado de São Paulo. O campo de produção das sementes de crambe foi instalado na Fazenda Experimental Lageado, em uma área quem tem como coordenadas geográficas aproximadas Latitude 22° 51' S e Longitude 48° 26' W de Greenwich, altitude média de 770 metros, declividade média de 4,5% e clima subsubtropical, apresentando verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, tipo CWa, de acordo com a classificação de Köeppen. Os tratamentos experimentais foram conduzidos no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas pertencente ao Departamento de Engenharia Rural e na Fazenda Experimental Lageado, e as análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Departamento de Produção Vegetal – Setor Agricultura.

Para a caracterização das propriedades químicas do solo, foram coletadas amostras antes de iniciar a implantação do experimento, em cinco pontos ao acaso, na profundidade de 0 a 0,20 m. As amostras foram encaminhadas ao laboratório do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP/Botucatu, para a análise química do solo, de acordo com a metodologia de Raij e Quaggio (1983) e os resultados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental na camada de 0,00 a 0,20 m.

Profundidade (m)	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O. g.dm <sup>-3</sup>	P. resina mg/dm <sup>3</sup>	H+AL .....mmolc/dm <sup>3</sup> .....	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0,0 a 0,2	5,2	28	23	33	2	25	17	44	78	57

Com objetivo de avaliar o efeito de métodos de secagem (secagem das sementes à sombra com ventilação natural, secagem com ar aquecido, secagem com ar não aquecido, secagem natural em terreiro e secagem na planta) sobre a qualidade de sementes de crambe no decorrer do armazenamento, foi instalado um campo experimental para obtenção de sementes de crambe. Ao final do processo de maturação, foi monitorado o teor de água das sementes produzidas para determinar o dia da colheita das parcelas destinadas aos tratamentos de secagem das sementes à sombra com ventilação natural, secagem com ar aquecido, secagem com ar não aquecido e secagem em terreiro, a qual resultou na primeira colheita do experimento. As parcelas destinadas ao tratamento de secagem na planta permaneceram no campo, e foram monitoradas quanto à umidade das sementes para determinar o dia da colheita, a qual resultou na segunda colheita do experimento.

Efetuada a primeira colheita das parcelas, as sementes foram submetidas aos tratamentos de secagem e logo armazenadas. Após a realização da segunda colheita das sementes, destinada ao tratamento de sementes na planta, as mesmas foram armazenadas juntamente com os demais tratamentos.

Após cada período de armazenamento (0 – avaliação inicial, 2, 4, 6 e 8 meses) foram realizadas as análises de qualidade das sementes.

Adotou-se delineamento experimental em blocos ao acaso com seis repetições para os tratamentos de secagem à sombra, secagem com ar não aquecido, secagem em terreiro e secagem no campo. No tratamento secagem com ar aquecido, foram realizadas quatro repetições em função do menor número de colunas de secagem disponíveis no equipamento.

## 5.1 O campo de sementes

O campo experimental para a produção de sementes de crambe (Figura 2), com 1,47 ha, foi semeado sob Sistema de Plantio Direto, sem a pré-definição de parcelas, ou seja, o campo foi semeado continuamente, sendo que os blocos foram demarcados no local correto somente no momento próximo a realização da colheita. A área foi dessecada no dia 15 de abril de 2009, utilizando-se 5L ha<sup>-1</sup> do herbicida <sup>1</sup>Roundup Original (glyphosate 360 g L<sup>-1</sup>).

Para a semeadura, foram utilizados 22 kg ha<sup>-1</sup> de sementes básicas de crambe da cultivar FMS Brilhante, fornecidas pela Fundação Mato Grosso do Sul, previamente tratadas com 250 ml.100kg<sup>-1</sup> de sementes do fungicida <sup>2</sup>Vitavax-Thiram 200 SC (carboxina 200g L<sup>-1</sup> + tiram 200g L<sup>-1</sup>). A semeadura foi realizada no dia 17 de abril de 2009, com espaçamento de 17 cm entre linhas, com uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo, marca <sup>3</sup>Semeato, modelo SHM.



Figura 2. Campo experimental de produção de sementes na Fazenda Experimental Lageado pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu - SP.

---

1, 2, 3 A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

Na adubação no sulco de semeadura aplicou-se 24,5 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 85,7 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 49 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, utilizando-se 306 kg ha<sup>-1</sup> do formulado comercial N-P-K (08-28-16) marca <sup>4</sup>Fertipar. Aplicou-se na adubação de cobertura, realizada 23 dias após a semeadura, 45 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, utilizando-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de uréia também da mesma marca.

Devido à precipitação pluvial na área durante o desenvolvimento da cultura e à alta umidade relativa do ar, propícias ao surgimento de doenças fúngicas, foram realizadas duas aplicações do fungicida comercial <sup>5</sup>Folicur 200 EC (Tebucinazole 200g L<sup>-1</sup>) aos 50 e 60 dias após a semeadura.

A população de plantas foi determinada aos 45 dias após a semeadura (1 de junho) e a produtividade média de sementes aos 130 dias após a semeadura (25 de agosto), sendo que a recomendação da Fundação Mato Grosso do Sul foi de 70 a 120 plantas/m<sup>2</sup> e a produção era estimada entre 1.000 e 1.500 kg. ha<sup>-1</sup>.



Figura 3. Sementes de crambe produzidas na Fazenda Experimental .

---

4, 5 A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

## 5.2 Colheita

Ao final do processo de maturação, iniciou-se o monitoramento do teor de água das sementes no campo, colhendo-as manualmente e utilizando-se o método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1992). A umidade pré-estabelecida para a colheita dos tratamentos de secagem das sementes à sombra com ventilação natural, secagem com ar aquecido, secagem com ar não aquecido e secagem em terreiro foi de 18,0 a 20,0%, visando em seguida realizar os tratamentos de secagem artificial. Desta forma, a primeira colheita, destinada às parcelas destes tratamentos, foi realizada após ser constatado que as sementes apresetavam teor de água de 19,9%.

A primeira colheita ocorreu dia 25 de agosto de 2009, aos 130 dias após a semeadura. Após serem colhidas, as sementes permaneceram em sacos de ráfia até serem levadas ao Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, onde se realizou os tratamentos de secagem das sementes à sombra com ventilação natural, secagem com ar aquecido, secagem com ar não aquecido e ao terreiro da Fazenda Lageado, onde se realizou o tratamento de secagem em terreiro.

Após a primeira colheita, restaram as parcelas referentes ao tratamento de secagem na planta, que permaneceram no campo, até que a umidade pré-determinada de 10,0 a 12,0% foi atingida para a realização da segunda colheita. Assim, no dia 31 de agosto, aos 136 dias após a semeadura, foi realizada a segunda colheita, quando o teor de água das sementes foi de 11,6%. As sementes foram levadas em sacos de ráfia ao Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, onde foram transferidas para sacos de papel unifoliados para posterior armazenamento.

Ambas as colheitas foram realizadas mecanicamente com colhedora autopropelida de grãos, marca <sup>6</sup>Massey Ferguson, modelo MF 1630, dotada de plataforma de corte com 3,9 m de largura, com picador-distribuidor de palha, com regulagem apropriada para cada situação.

---

<sup>6</sup> A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

### **5.3 Tratamentos**

Os tratamentos estudados foram: secagem das sementes à sombra com ventilação natural, secagem com ar aquecido, secagem com ar não aquecido, secagem em terreiro e secagem na planta.

Para todos os tratamentos foi determinado o tempo de secagem, teor de água das sementes no início e ao final do tratamento de secagem pelo método da estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1992), além da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente por meio de um psicrômetro.

As parcelas oriundas dos blocos do campo de produção foram mantidas em todos os tratamentos de secagem (repetições), conforme a descrição detalhada nos itens seguintes.

#### **5.3.1 Secagem à sombra com ventilação natural**

As sementes das seis repetições originadas no campo de produção foram espalhadas separadamente em camada delgada, com espessura de apenas uma única semente, sobre lona plástica e mantidas sob telhado, com ventilação natural, de forma que as sementes permaneceram à sombra durante o dia e protegidas do sereno durante à noite. Após o período de secagem as sementes das parcelas foram recolhidas, colocadas em sacos de papel e levadas ao local de armazenamento.

O teor de água das sementes foi monitorado durante a secagem, retirando-se amostras das sementes em todas as repetições durante o dia, e determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1992).

#### **5.3.2 Secagem artificial com ar aquecido**

A secagem com ar aquecido ocorreu em um secador (Figura 4) desenvolvido na Faculdade de Ciências Agônômicas – UNESP, destinado à pesquisa. As quatro colunas de PVC de 0,8 m de altura e 0,15 m de diâmetro, com uma tela metálica no fundo, abrigaram as quatro repetições originadas dos blocos do campo experimental. A altura

da massa de grãos em cada coluna foi de 0,60 metros, e o ar de secagem foi insuflado no sistema por meio de um ventilador acionado por um motor elétrico. O aquecimento do ar foi promovido por uma resistência elétrica, proporcionando, por meio da regulagem de um termostato, a temperatura máxima de 40°C na massa de sementes.

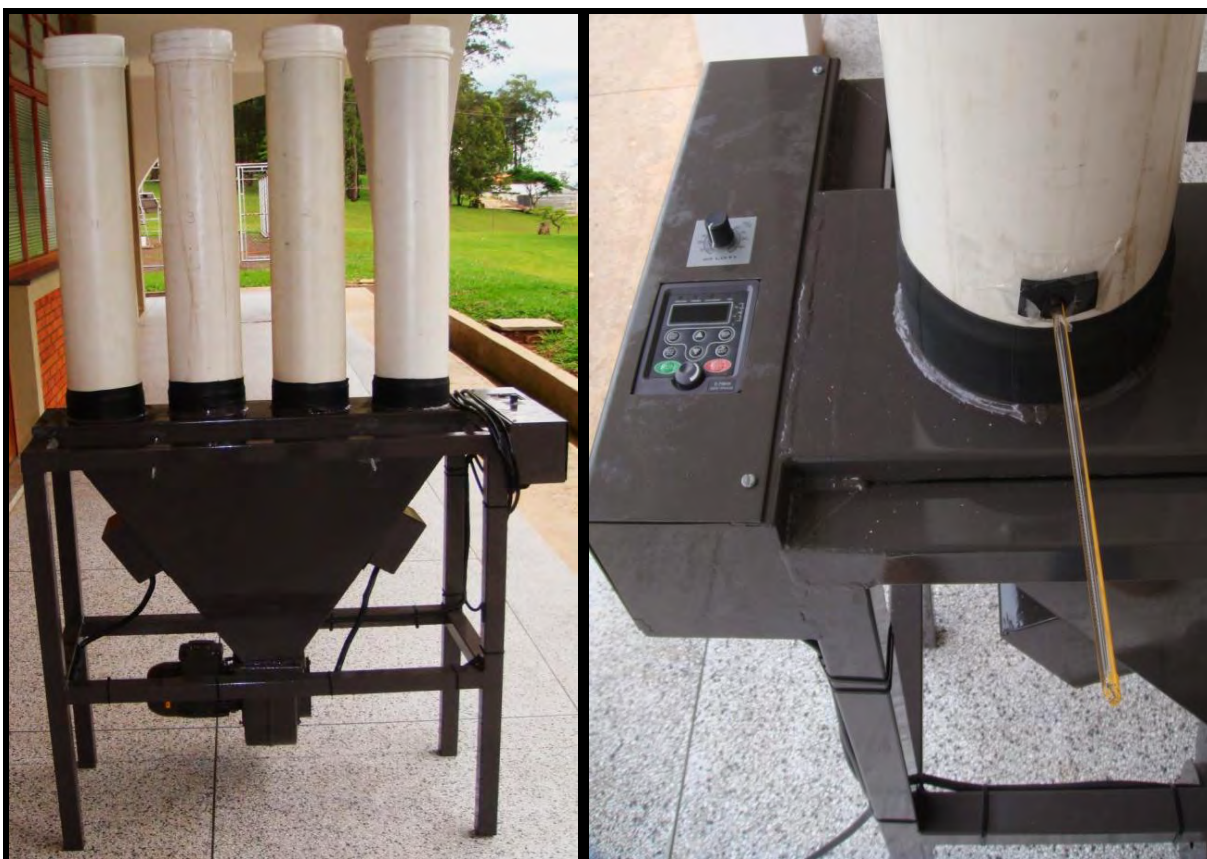


Figura 4. Secador com aquecimento do ar de secagem.

Durante o processo foi monitorada a temperatura do ar de secagem, por meio de um termômetro analógico localizado no duto da entrada do ar no secador, e a temperatura da massa de sementes, determinada também através de termômetros analógicos, localizados a 0,10 m e 0,25 m distantes da base da coluna. No final da secagem, a temperatura do ar e, em consequência a da semente, foi reduzida gradativamente, permitindo a passagem do fluxo de ar pelas sementes à temperatura ambiente por 30 minutos, visando minimizar a ocorrência de danos térmicos à semente.

A velocidade média do ar de secagem foi medida na saída das colunas por meio de um anemômetro de hélice e utilizada para calcular o fluxo de ar médio de secagem.

A determinação do teor de água durante a secagem foi realizada por meio da diferença na massa das sementes contida nas colunas de secagem. Para isto cada coluna, com o teor de água e a massa inicial de sementes conhecida, foi retirada individualmente do secador e pesada em balança digital. Assim foi possível calcular a perda e água das sementes e, conseqüentemente, o teor de água que apresentavam no momento.

O teor de água médio das sementes no início e ao final da secagem foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1992).

### **5.3.3 Secagem com ar não aquecido**

A secagem com ar não aquecido ocorreu em um secador (Figura 5) desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, destinado à pesquisa. As seis colunas de PVC de 1,5 m de altura e 0,15 m de diâmetro, com uma tela metálica no fundo, abrigaram as seis repetições originadas dos blocos do campo experimental. A altura da massa de grãos em cada coluna foi de 1,25 metros.





Figura 5. Secador com ar de secagem em temperatura ambiente.

Durante o processo de secagem foi monitorada a temperatura do ar de secagem, por meio de um termômetro analógico localizado no duto de entrada do ar no secador, e a temperatura da massa de sementes, através de termômetros analógicos localizados nas colunas a 0,35 m e 0,75 m distantes da base.

O teor de água foi determinado no início, durante e ao final do processo, retirando-se amostras com um calador de três pontos na coluna de secagem, pelo método de estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  (BRASIL, 1992).

### 5.3.4 Secagem em terreiro

A secagem em terreiro (Figura 6) foi realizada na FEPP – Fazendas de Ensino, Pesquisa e Produção, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas. As sementes foram espalhadas em terreiro de tijolo maciço, numa camada de 5 centímetros de espessura.



Figura 6. Secagem de uma repetição dos tratamentos de secagem das sementes de crambe no terreiro.

As sementes foram revolvidas durante o dia com um rastelo de madeira, de forma a posicionar as pequenas leiras formadas no sentido da sombra, expondo às sementes de melhor maneira ao sol. Ao entardecer, as sementes eram juntadas e cobertas com lona plástica.

O teor de água das sementes foi monitorado durante a secagem, retirando-se amostras das sementes em todas as repetições durante o dia, e determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1992).

### 5.3.5 Secagem na planta

O teor de água das sementes da área destinada ao tratamento de secagem na planta foi monitorado e determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1992), até que as sementes estivessem com teor de água entre 10 e 12% para, então, ser realizada a colheita mecânica (Figura 7).



Figura 7. Colheita do tratamento de secagem na planta na área experimental de produção de sementes de crambe na Fazenda Lageado, FCA, UNESP, Botucatu – SP.

## 5.4 Armazenamento

Antes do armazenamento, foi utilizada peneira da marca <sup>7</sup>Granutest, abertura 2,38 mm, número 8 (ABNT), para eliminação de sementes miúdas, quebradas e impurezas, e soprador de sementes modelo South Dakota, marca <sup>8</sup>DeLeo, com 6 cm de abertura na saída de ar do tubo acrílico, durante 1 minuto, para retirada de sementes chochas e outras impurezas.

As sementes foram armazenadas por 8 meses em sacos de papel unifoliado, no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas pertencente ao Departamento de Engenharia Rural da FCA (ambiente não controlado).

A temperatura média e a umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento foram obtidas por meio de leituras diárias de um psicrômetro localizado próximo às sementes.

## 5.5 Avaliações das sementes

As sementes foram avaliadas nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 meses de armazenamento, por meio da determinação do teor de água, teste de germinação, primeira contagem da germinação, emergência de plântulas e condutividade elétrica. Também foram realizados os testes de envelhecimento acelerado e de crescimento de plântulas aos oito meses de armazenamento.

### 5.5.1 Teor de água das sementes

O teor de água das sementes foi determinado durante o armazenamento pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , por 24 horas, utilizando-se duas repetições de  $4,5 \pm 0,5$  gramas (BRASIL, 2009), com resultados expressos em porcentagem (base úmida).

---

7, 8 A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

### 5.5.2 Germinação

Para esse teste foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes cada, distribuídas sobre papel substrato mata borrão,<sup>9</sup> Germibox, colocado dentro de caixas plásticas transparentes e umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, e então colocadas para germinar em temperatura alternada de 20-30°C, iluminadas durante oito horas a cada ciclo de 24 horas. A contagem de plântulas foi realizada aos 4 e 7 dias após a instalação do teste (BRASIL, 2009), com resultados expressos em porcentagem média.

A viabilidade das sementes classificadas como dormentes ao final do teste de germinação foi verificada pelo teste de tetrazólio (Figuras 8 e 9).<sup>10</sup> Para isto, as sementes foram colocadas em copos plásticos de 50 ml, imersas em solução aquosa a 0,075% de concentração do sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio e expostas à temperatura de 41°C durante 8 horas. Após este período de coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e cortadas longitudinalmente com um bisturi, ao longo do eixo embrionário, de modo a permitir a visualização do mesmo e dos cotilédones.

Foram consideradas sementes não viáveis aquelas que apresentaram tecido não colorido, flácido ou necrosado acima de  $\frac{1}{3}$  da extremidade da radícula,  $\frac{1}{3}$  dos cotilédones da região oposta do eixo hipocótiloradícula ou ao longo da borda do cotilédone, de acordo com a recomendação para *Brassica* spp. (BRASIL, 2009) (Figura 9). Foram consideradas sementes viáveis aquelas com o embrião completamente colorido, ou quando parcialmente coloridos, apresentaram um gradiente de cor uniforme, mais intenso da periferia para o centro da semente (devido à penetração do sal na semente) e tecidos firmes com aparência uniforme (Figura 8).

---

9 A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

10 Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de crambe, Ana Cristina Ensinas de Oliva e Renake Nogueira Teixeira.

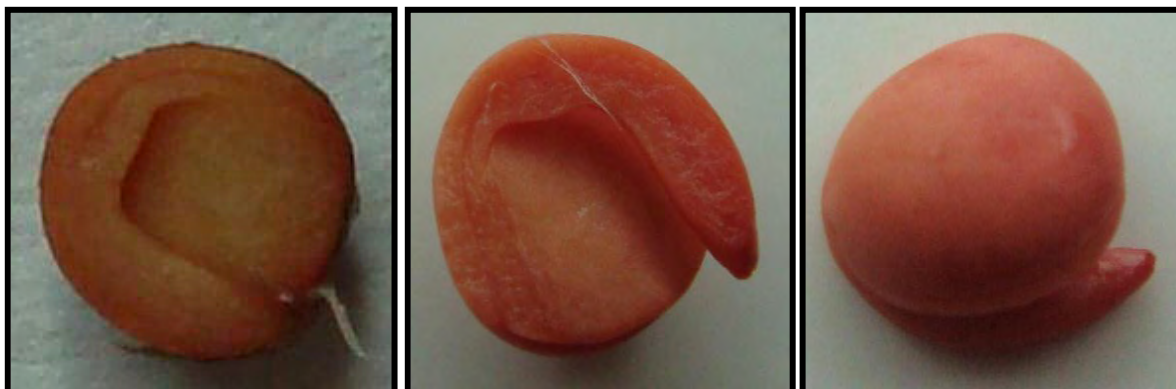


Figura 8. Sementes de crambe, coloridas e cortadas longitudinalmente ao longo do eixo embrionário, no teste de tetrazólio, avaliadas como sementes viáveis (dormentes).



Figura 9. Sementes de crambe, coloridas e cortadas longitudinalmente ao longo do eixo embrionário, no teste de tetrazólio, avaliadas como sementes não viáveis.

Devido à elevada porcentagem de sementes dormentes, foi calculado o potencial de germinação, somatório da porcentagem de sementes dormentes e de plântulas normais obtidas no teste de germinação, com o objetivo de identificar tratamentos com maiores chances futuras de sucesso na germinação.

### 5.5.3 Primeira contagem da germinação

Efetuada em conjunto com o teste de germinação, utilizando-se a mesma metodologia, calculando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quarto dia após a semeadura (NAKAGAWA et al, 1999).

#### 5.5.4 Emergência de plântulas

Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes, semeadas em bandejas de poliestireno (isopor) com 128 células individuais, contendo substrato comercial <sup>11</sup>Bioplant. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação, sob temperatura ambiente, e o substrato irrigado diariamente. As avaliações foram realizadas aos 12 dias após a semeadura (período estabelecido em ensaios preliminares por considerar a emergência das plântulas de crambe estabilizada) por meio da contagem de plântulas que apresentavam os cotilédones abertos acima da superfície do solo, de acordo com os critérios adotados para avaliação da parte aérea de plântulas em um teste de germinação (BRASIL, 2009).

O índice de velocidade de emergência foi determinado durante a condução do teste de emergência de plântulas, por meio de contagens diárias das plântulas normais emergidas. O índice de velocidade de emergência foi obtido pela fórmula proposta por Maguire (1962), e os resultados foram expressos em índice médio de velocidade de emergência:

$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ , onde:

IVE: índice de velocidade de emergência

E1, E2, ....., En: número de plântulas normais

N1, N2, ....., Nn: número de dias a partir da primeira contagem

#### 5.5.5 Condutividade Elétrica

Foi observado em ensaios preliminares, que a utilização da metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999), com quatro repetições de 50 sementes, em 75ml de água, a 25°C por 24 horas permitiu a emissão da radícula. Desta forma, optou-se por utilizar quatro repetições de 100 sementes, pesadas e colocadas em copos de plástico com capacidade para 200ml, contendo 50 ml de água desionizada, e mantidas em câmara à temperatura de 20°C, durante 16 horas, de acordo com a metodologia recomendada para canola (WAGNER e DUCOURNAU, 2007). As sementes utilizadas neste teste foram selecionadas quanto à presença do pericarpo.

---

<sup>11</sup> A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

### 5.5.6 Envelhecimento Acelerado

Foi conduzido de acordo com a metodologia recomendada para canola (*Brassica napus L.*) por Hampton et al. (1995), na temperatura de 41 ° C e tempo de 72h. As sementes foram distribuídas em camada única sobre a superfície de tela metálica, suspensa no interior de caixas plásticas contendo 40 de água destilada, e permaneceram em câmara a 41°C durante 72 horas. Após este período de envelhecimento, o teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes cada, distribuídas sobre papel substrato mata borrão, Germibox, colocado dentro de caixas plásticas transparentes e umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes sua massa seca, e então colocadas para germinar em temperatura alternada de 20-30°C , iluminadas durante oito horas a cada ciclo de 24 horas, realizando-se a contagem de plântulas normais aos quatro dias. Após o período de envelhecimento foi determinado o teor de água conforme descrito no ítem 5.5.1.

### 5.5.7 Crescimento de plântulas e massa de matéria seca

Este teste foi realizado utilizando-se quatro repetições, semeando-se trinta sementes no terço superior do papel toalha de germinação no sentido longitudinal. Os papéis foram umedecidos previamente com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador por sete dias a temperatura de 20-30°C. Ao final deste período foi efetuada a medida das partes das plântulas normais (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros.

A massa de matéria seca foi determinada utilizando-se o mesmo teste para obtenção do comprimento médio de plântulas. Foram retirados os cotilédones das plântulas normais, e estas foram secas em estufa à temperatura de 80°C, durante 24 horas. Após este período foi realizada pesagem das plântulas normais secas em balança com precisão de 0,0001 g, e o peso foi dividido pelo número de plântulas normais componentes, resultando no peso médio de matéria seca por plântula, expresso em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).



## 5.6 Procedimentos estatísticos

Os dados obtidos em cada época de armazenamento foram submetidos à análise de variância e ao teste de Levene, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de regressão para verificar o efeito do tempo de armazenamento. Não foi realizada análise estatística dos dados obtidos do teor de água das sementes. Todas as variáveis foram verificadas quanto à homogeneidade de variância dos dados, sendo necessária transformação apenas dos dados referentes à emergência de plântulas (em  $\sqrt{x}$  para análise de regressão), dos dados de índice de velocidade de emergência (em  $\sqrt{\log}$  para comparação das médias) e dos dados referentes às sementes mortas (em  $\sqrt{x+0,5}$  para comparação das médias). Porém, os dados numéricos apresentados nas tabelas seguintes são os originais. A análise estatística foi realizada por meio do programa <sup>12</sup>SAS.

---

<sup>12</sup> A citação de qualquer marca comercial, não indica recomendação por parte do autor.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 O campo de sementes**

A Figura 10 apresenta as fases do ciclo da cultura do crambe identificadas durante a condução do campo experimental de produção de sementes, comparativamente às fases observadas na região de Maracaju, MS, onde são realizados experimentos da Fundação MS, detentora da cultivar FMS Brilhante. A emergência das plântulas iniciou 9 dias após a sementeira, o florescimento iniciou aproximadamente aos 35 dias após a sementeira, e o enchimento das sementes tornou-se perceptível aos 55 dias após a sementeira.

A temperatura média durante a produção das sementes no campo variou de 16,2 a 21°C. Segundo Vollmann e Ruckenbauer (2008), durante o período vegetativo, a temperatura exigida pela cultura pode variar de 15°C a 25°C, embora temperaturas mais altas sejam toleradas, exceto no período de florescimento.

Na área experimental da produção das sementes em Botucatu, no ano de 2009, a precipitação pluvial acumulada durante todo o ciclo da cultura, de 17 de abril a 31 de agosto, foi de 398,3 mm. Da sementeira até o início do florescimento, ocorreu 54,4 mm de precipitação pluvial. É favorável ao estabelecimento da cultura no mínimo 50 mm de água após a sementeira, dividido em duas chuvas (PITOL et al., 2010).

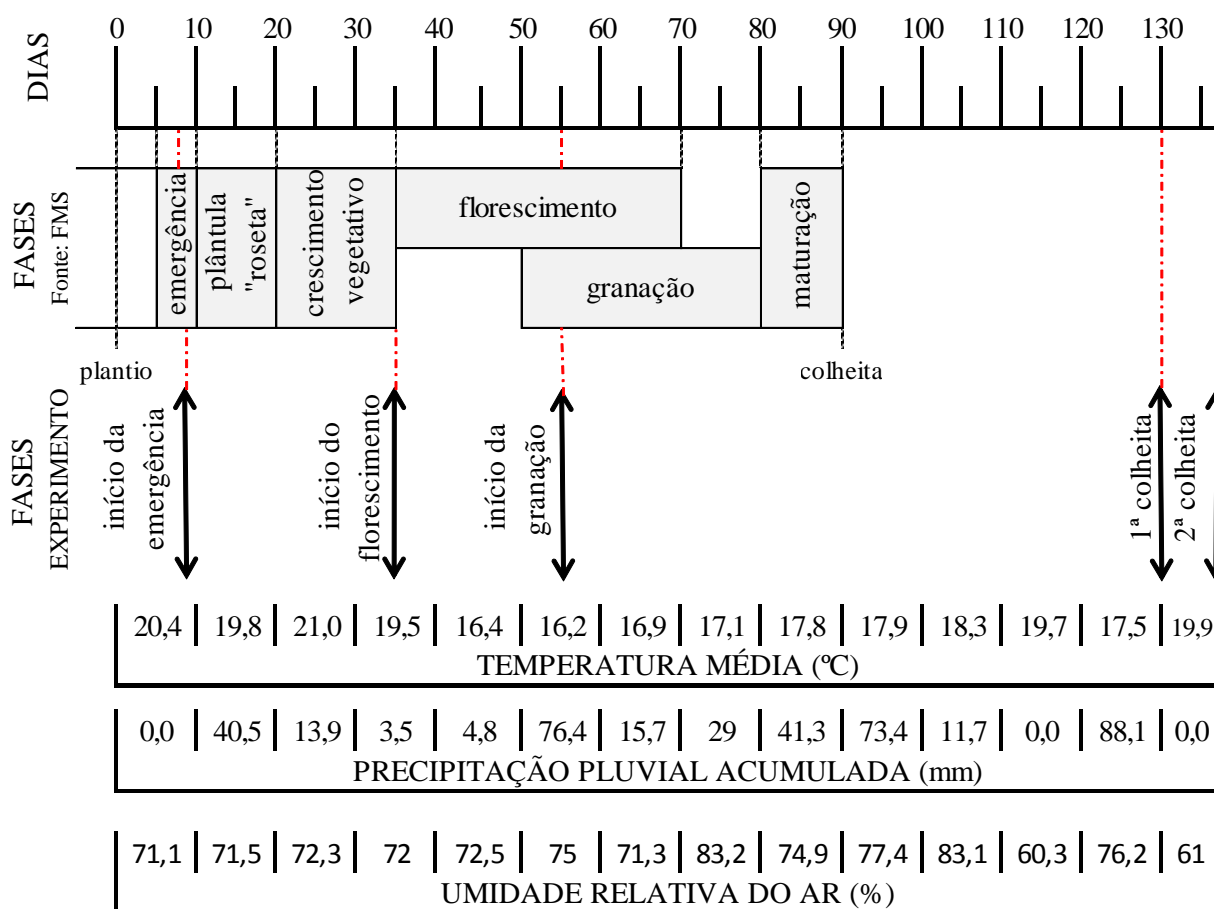


Figura 10. Ciclo médio da cultura do crambe: observado na região de Maracaju, MS (Fonte: Fundação Mato Grosso do Sul); fases da cultura do crambe durante a condução do experimento; temperatura média (°C), precipitação pluvial acumulada (mm) e umidade relativa do ar (%) no ano de 2009, durante a condução do campo experimental de sementes de crambe, na Fazenda Lageado, Botucatu, SP. (Fonte: Departamento de Recursos Naturais - Ciências Ambientais - FCA - UNESP/Lageado - Campus de Botucatu).

A precipitação pluvial acumulada, do momento em que se tornou perceptível o enchimento dos frutos até a segunda colheita, aos 136 dias após a sementeira, foi de 260 mm. Segundo Pitol et al. (2010), até o florescimento pleno, a necessidade máxima ideal é de 150 a 200 mm de água, e após esse período, o ideal é ausência de chuva, sendo tolerado até 20 mm de água.

Portanto, durante o período da produção das sementes no campo, a precipitação pluvial foi maior do que a necessária. Isto pode ter contribuído para o prolongamento do ciclo da cultura. Como mostra a Figura 10, o ciclo da cultura do crambe, observado na região de Maracaju – MS, referência atualmente no Brasil, é em média de 90 dias, e o tempo decorrido da semeadura à colheita das sementes deste experimento foi de 136 dias.

Porém, Beraldo et al. (2010) observaram relação contrária a deste experimento quanto à duração do ciclo da cultura e a precipitação pluvial. Trabalhando com 6 épocas de semeadura de crambe (setembro/2008, novembro/2008, janeiro/2009, março/2009, maio/2009 e julho/2009) no município de Jaboticabal, SP, verificaram que o ciclo da cultura foi de 83, 72, 78, 91, 85, 81 dias 72 a 91 dias, respectivamente. A época de semeadura de março teve o ciclo mais longo, sendo que este período foi caracterizado pela diminuição da precipitação e da temperatura. O ciclo mais curto, referente a novembro, coincidiu após a semeadura com maior incidência de chuvas no período.

O prolongamento do ciclo da cultura foi observado no campo nas fases de florescimento, granação e maturação das sementes, sendo que as plantas permaneceram com coloração verde por um tempo acima do esperado. No início do monitoramento do teor de água das sementes no campo, aos 104 dias (Figura 11), quando era esperado que em breve a colheita pudesse ser realizada, as sementes ainda apresentavam teor de água médio de 72,83%.

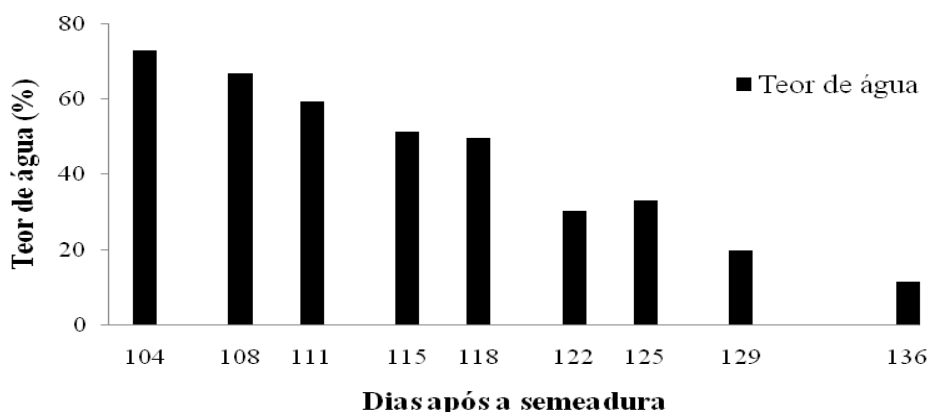


Figura 11. Teor de água das sementes na planta a partir dos 104 dias após a semeadura até os 136 dias, data da segunda colheita (tratamento de secagem no campo).

A população de plantas na área foi de 711.758,3 plantas ha<sup>-1</sup>, e a produtividade média de sementes de 1.412,4 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo informação da Fundação Mato Grosso do Sul (PITOL et al., 2010), a produtividade no Brasil está em torno de 1.000 a 1.500 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo Jasper (2009), a produtividade média alcançada, em experimento realizado no município de Botucatu - SP, foi de 1.507,05 kg ha<sup>-1</sup>, com população final de 1.352.941,18 plantas ha<sup>-1</sup>.

## 6.2 Secagem das sementes

A primeira colheita, destinada aos tratamentos de secagem das sementes à sombra com ventilação natural, secagem com ar aquecido, secagem com ar não aquecido e secagem natural em terreiro ocorreu no dia seguinte (130 dias após a semeadura) às sementes apresentarem teor de água de 19,93% (129 dias após a semeadura).

A Tabela 2 apresenta o teor de água das sementes destes tratamentos no início e no fim do processo de secagem em cada método estudado, variando o inicial de 15,3 a 16,0%. Este teor de água inicial, inferior ao último teor de água determinado no monitoramento do campo para a decisão do momento da colheita, mostra que houve perda natural de água das sementes no intervalo de tempo que compreendeu a identificação do teor de água das sementes de acordo com o pré-estabelecido para a colheita (19,9%), a realização da mesma e o início dos processos de secagem em cada método.

No tratamento de secagem na planta, o teor de água inicial foi considerado o correspondente ao determinado aos 129 dias após a semeadura (19,93%).

A secagem das sementes de crambe na planta foi a mais lenta comparada aos demais tratamentos (Tabela 2). O tempo de secagem foi de 144 horas para reduzir o teor de 19,93 para 11,57%. Entre os dias 25 a 31 de agosto de 2009, intervalo da primeira e segunda colheita, não ocorreu chuva e a umidade relativa média do ar foi de 65%.

Biaggioni (1994), trabalhando com secagem de grãos de milho, verificou que a secagem na planta proporcionou redução no grau de umidade de 22% para 13,5% em 31 dias de secagem no campo.

Tabela 2. Dados médios do teor de água no início e ao fim dos processos de secagem em cada método, tempo de secagem (TS - horas) e velocidade de secagem (V - pontos percentuais por hora) das sementes de crambe.

Tratamentos	Teor de água (%)		TS (h)	V (pph <sup>-1</sup> )
	Inicial	Final		
Sombra	15,8	7,3	113	0,08
Ar aquecido	16,0	6,4	6,6	1,46
Ar não aquecido	15,9	5,6	113	0,09
Terreiro	15,3	7,6	98	0,08
Planta	*19,9	11,6	144	0,06

\* Teor de água aos 129 dias após a semeadura.

A maior velocidade média de secagem foi obtida no tratamento com ar aquecido, pois esta reduziu o teor de água das sementes de 16,0% para 6,4% em 6,6 horas, ou seja, 1,46 pph<sup>-1</sup> (Tabela 2). Nakada et al. (2010), estudando a secagem de sementes de pepino (*Cucumis sativus*), verificaram que o tempo gasto na secagem com ar aquecido a 35°C e 45 °C foi de 6 horas (velocidade de secagem 5,8%/h) e 4 horas (velocidade de secagem 8,75%/h), respectivamente, para reduzir o teor de água das sementes 35% para 7%.

Em um estudo da secagem de sementes de pinhão manso, as temperaturas de 70°C e 30°C levaram 3,0 e 12,5 horas, respectivamente, para finalizar o processo de secagem, considerando a redução do teor de água de 23% para 9% (ULLMANN et al., 2010).

A secagem de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), segundo Ullmann et al. (2010), é influenciada pelo seu elevado teor de óleo, que resulta em uma menor afinidade de água pelo produto e, conseqüentemente, maior velocidade de secagem. Fato semelhante também deve ocorrer em sementes de crambe, que apresentam elevado conteúdo de óleo.

A secagem à sombra, secagem artificial com ar não aquecido e a secagem em terreiro foram semelhantes quanto à velocidade média de secagem, respectivamente de 0,08, 0,09 e 0,08 pph<sup>-1</sup>. Franke et al. (2008), trabalhando com secagem de sementes de sorgo, consideraram a secagem natural em terreiro lenta devido às limitações

impostas pelo próprio método, demorando 56 horas para que as sementes tivessem o conteúdo de água reduzido de 18,92 para 12,58%.

Costa et al. (2010) verificaram que os tempos de secagem das sementes de crambe, considerando a redução do teor de água de 20,0 para 8,2%, nas temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70°C e umidades relativas de 37,4; 22,3; 14,0; 8,3 e 5,1% foram 20,5; 8,5; 5,0; 5,0; e 2,75 horas, respectivamente.

Os dados médios da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente durante o processo de secagem em cada tratamento estão na Tabela 3.

Tabela 3. Dados médios da umidade relativa do ar e da temperatura no ambiente de secagem.

Tratamentos	Ambiente de secagem	
	UR (%)	T (°C)
Sombra	65,0	22,8
Ar aquecido	69,0	22,3
Ar não aquecido	67,0	22,5
Terreiro	66,2	19,3
Planta	60,5	19,9

O tratamento de secagem artificial com ar aquecido, o qual reduziu o teor de água das sementes mais rapidamente (1,46 pph<sup>-1</sup>), apresentou temperatura média no duto de entrada de ar de 45,5°C, temperatura média na massa de sementes de 39,7°C e fluxo de ar de 217,3 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup> (Tabela 4). No tratamento com ar não aquecido, o qual apresentou velocidade de secagem de 0,09 pph<sup>-1</sup>, a temperatura média no duto de entrada de ar e na massa de sementes foi de 24°C e 21°C, respectivamente, e o fluxo de ar foi de 25,7 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup>

Tabela 4. Dados médios da temperatura no duto de entrada de ar, temperatura na massa de sementes, umidade relativa do ar de secagem e do fluxo do ar dos tratamentos de secagem artificial.

Tratamentos	Temperatura (°C)		UR (%)	Fluxo do ar m <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup> .t <sup>-1</sup>
	Duto de entrada de ar	Massa de sementes		
Ar aquecido	45,5	39,7	18,9	217,3
Ar não aquecido	24,0	21,0	61,2	25,7

Segundo Corrêa et al. (1999), a combinação da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem afeta o vigor e a germinação de sementes de canola (*Brassica napus* L.). Estudando as temperaturas 30, 40, 50 e 60°C e umidade relativa de 30, 40, 50 e 60% do ar de secagem, concluiu-se que a combinação da temperatura de 30°C e 60% de umidade relativado ar resultou nas maiores taxas de germinação e vigor.

A pesquisa tem demonstrado que a temperatura das sementes durante a secagem não deve ultrapassar determinados valores que variam em função do teor de água com que as sementes se encontram no momento em que estão sendo expostas à corrente de ar aquecido (CARVALHO, 1994). Considerando isto, a temperatura média na massa das sementes no tratamento de secagem com ar aquecido foi adequada, visto que o teor de água das mesmas no início do processo foi de 16,0%.

A secagem em temperatura alta pode causar danos fisiológicos devido à desestruturação das membranas celulares, reduzir a germinação, o vigor e causar alterações nas características das sementes. Além do teor de água das sementes e da temperatura, o tempo de exposição e a velocidade de secagem podem afetar a qualidade das sementes.

O controle da temperatura, por si só, não garante a preservação do desempenho fisiológico das sementes, pois há necessidade de sua compatibilização com a eficiência física do processo (MIRANDA et al., 1999). A velocidade de secagem deve ser eficiente para reduzir os elevados teores de água nos quais normalmente as sementes são colhidas, evitando assim a deterioração devido ao armazenameto dessas sementes úmidas dentro do secador.

O fluxo do ar e o aquecimento do ar têm que ser coodernados, visto que, caso não se providencie fluxo de ar adequado, o ar aquecido pode causar mofamento nas sementes (CARVALHO, 1994).

### **6.3 Teor de água das sementes durante o armazenameto**

O teor de água dos lotes durante o armazenameto variou entre 5,6 a 7,3% (Tabela 5). O crambe deve ser armazenado com umidade inferior a 10% (OPLINGER, 2008), devido ao fato desta espécie apresentar acumulada, em sua constituição química, grande quantidade de lipídios.



Nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 meses de armazenamento o teor de água variou, respectivamente, de 7,01 a 7,31%, de 5,70 a 6,09%, de 5,64 a 5,88%, de 5,61 a 5,79% e de 5,89 a 6,06%, indicando que esta variável foi uniforme entre os tratamentos.

Tabela 5. Dados referentes ao teor de água (%) das sementes durante o armazenamento.

Tratamentos	Teor de água (%)				
	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
Sombra	7,0	5,7	5,7	5,7	6,0
Ar aquecido	7,1	5,7	5,9	5,6	6,0
Ar não aquecido	7,3	5,8	5,9	5,7	5,9
Terreiro	7,2	5,9	5,6	5,6	6,0
Planta	7,3	6,0	5,7	5,8	6,0

A Tabela 6 apresenta a temperatura e a umidade relativa do ar média em cada mês de armazenamento das sementes. Observa-se que, durante os 8 meses, em ambiente não controlado, não houve variação na temperatura média do ambiente e da umidade relativa do ar média que pudesse ser prejudicial à conservação das sementes.

Tabela 6. Temperatura média (°C) e umidade relativa do ar média (%) mensal do ambiente durante o armazenamento das sementes de crambe (setembro de 2009 a maio de 2010).

Tempo de armazenamento	Temperatura média	Umidade Relativa
Meses	°C	%
0	24	70,5
1	24,4	70,7
2	27,4	69,5
3	24,9	76,3
4	25,9	74,8
5	27,5	71,6
6	25,8	70,4
7	24,1	68,9
8	21,4	64,68

## 6.4 Germinação

Os dados referentes à porcentagem de germinação, primeira contagem da germinação, plântulas anormais, sementes dormentes e sementes mortas encontram-se na Tabela 7. Após a colheita, no tempo 0 do armazenamento, as sementes de crambe apresentaram em todos os tratamentos baixa porcentagem de germinação, variando entre 3,62 a 5,75%, e alta porcentagem de sementes dormentes, variando entre 83,12 a 88,75%, mostrando que as sementes apresentavam um alto grau de dormência logo após a colheita e que não houve efeito do método de secagem sobre esta característica.

Nos tempos 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento não houve efeito dos tratamentos de secagem sobre a germinação das sementes (Tabela 7). Nestes períodos, também não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados quanto à porcentagem de sementes dormentes. Portanto, foi possível observar que, até os 6 meses de armazenamento os métodos de secagem não influenciaram a porcentagem de germinação e a característica da dormência das sementes de crambe.

As sementes de crambe são mantidas nos frutos após a colheita, o qual pode fornecer proteção à semente durante o processo de secagem. Segundo Araujo et al. (1984), sementes de feijão não tem sua qualidade afetada quando secadas dentro das vagens a temperatura de 40°C, pois estas exercem efeito protetor às sementes durante o processo.

Da mesma forma, Samarah et al. (2009) trabalhando com soja, verificaram que a secagem de sementes imaturas dentro das vagens, colhidas em estágios onde ainda estavam com coloração totalmente verde e amarela-esverdeada, foi benéfica para a germinação, tanto à temperatura ambiente como com ar aquecido a 29°C.

Aos 8 meses de armazenamento, a secagem com ar aquecido apresentou a menor porcentagem de germinação e a maior porcentagem de sementes dormentes (Tabela 7) em relação aos demais tratamentos.

Como mostra a Tabela 2, a velocidade da secagem artificial com ar aquecido foi a maior, comparada aos outros tratamentos, promovendo uma redução de 1,46 pph<sup>-1</sup> no teor de água das sementes. Esta rápida perda de água, provavelmente, contribuiu para a redução na germinação devido à maior dormência aos oito meses de armazenamento, em relação aos demais tratamentos.

Tabela 7. Dados referentes à porcentagem de germinação, primeira contagem da germinação, plântulas anormais, sementes dormentes e sementes mortas, no teste de germinação dos tratamentos de secagem em sementes de crambe durante o armazenamento.

Avaliação	Tratamentos	Meses				
		0	2	4	6	8
		.....%				
Germinação	Sombra	5,75 a	14,50 a	34,00 a	30,25 a	23,00 a
	Ar aquecido	3,62 a	8,62 a	35,75 a	30,25 a	7,75 b
	Ar não aquecido	4,83 a	12,00 a	36,25 a	33,91 a	26,58 a
	Terreiro	4,08 a	8,41 a	35,33 a	31,33 a	27,25 a
	Planta	4,75 a	9,58 a	35,08 a	35,00 a	24,33 a
	C.V. (%)		44,05	39,19	14,1	20,04
Primeira contagem	Sombra	2,25 a	13,00 a	31,25 a	27,16 a	16,41 a
	Ar aquecido	1,12 a	6,75 a	33,75 a	26,87 a	3,00 b
	Ar não aquecido	1,50 a	9,66 a	34,75 a	30,33 a	19,08 a
	Terreiro	1,58 a	6,75 a	33,33 a	28,00 a	21,25 a
	Planta	1,83 a	7,83 a	33,08 a	30,83 a	20,75 a
	C.V. (%)		59,2	45,93	15,55	20,91
Plântulas anormais	Sombra	4,41 ab	5,50 a	4,75 a	4,16 a	6,25 a
	Ar aquecido	7,12 a	3,50 a	4,00 a	3,75 a	5,12 ab
	Ar não aquecido	3,08 b	5,41 a	4,00 a	3,50 a	6,58 a
	Terreiro	2,91 b	6,16 a	3,83 a	4,08 a	5,25 ab
	Planta	4,00 ab	4,50 a	3,08 a	2,83 a	1,75 b
	C.V. (%)		49,12	46,22	43,2	35,98
Sementes dormentes	Sombra	84,91 a	75,75 a	58,00 a	61,08 a	66,08 ab
	Ar aquecido	83,12 a	85,00 a	57,00 a	63,00 a	81,37 a
	Ar não aquecido	86,58 a	78,75 a	56,75 a	59,75 a	63,08 b
	Terreiro	85,33 a	81,00 a	57,70 a	61,58 a	63,33 b
	Planta	88,75 a	84,75 a	60,50 a	60,91 a	72,66 ab
	C.V. (%)		4,14	8,21	9,07	10,16
Sementes mortas	Sombra	4,91 a	4,25 a	3,25 a	4,50 a	4,66 a
	Ar aquecido	6,12 a	2,87 a	3,25 a	3,00 a	5,75 a
	Ar não aquecido	5,50 a	3,83 a	3,00 a	2,83 a	3,75 a
	Terreiro	7,66 a	4,41 a	3,33 a	3,00 a	4,16 a
	Planta	2,50 b	1,16 a	1,33 b	1,25 b	1,25 b
	C.V. (%)		19,04	30,19	15,23	22,71
Potencial de germinação	Sombra	90,66 a	90,25 a	92,00 a	91,33 b	89,08 b
	Ar aquecido	86,75 b	93,62 a	92,75 a	93,25 a	89,12 b
	Ar não aquecido	91,41 a	90,75 a	93,00 a	93,66 a	89,66 b
	Terreiro	89,41 a	89,41 a	92,83 a	92,91 a	90,58 b
	Planta	93,50 a	94,33 a	95,58 a	95,91 a	97,00 a
	C.V. (%)		3,10	4,24	2,70	2,51

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

França Neto e Potts (1979) também observaram efeito da secagem artificial em sementes de soja. Trabalhando com um secador experimental com ar aquecido eletricamente a 40°C, concluíram que a secagem artificial de sementes de soja colhidas mecanicamente, com alto teor de umidade (18%) e com a característica de tegumento impermeável, resultou em aumento significativo na quantidade de sementes duras.

Da mesma maneira, Viggiano et al. (2000) verificaram efeito do processo de secagem sobre a indução de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) quando submetidas à secagem num curto período de tempo. No estudo por eles realizado, as sementes de mamão apresentavam 44 % de germinação anteriormente à secagem realizada à sombra e ao sol em curtos períodos do dia. Após a redução do conteúdo de água de 21,2% para os valores entre 7,2% e 11,3%, a germinação decresceu para um valor médio de 9%. A partir do segundo mês de armazenamento, a germinação das sementes aumentou significativamente, sugerindo que houve a indução de uma dormência secundária no início, e que foi sendo superada a partir do segundo mês.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao potencial de germinação nos tempos 2 e 4 meses de armazenamento. Aos 6 meses de armazenamento, a secagem à sombra apresentou o menor potencial e, aos 8 meses de armazenamento, a secagem na planta apresentou o maior potencial de germinação.

No tempo 0 de armazenamento, houve diferença significativa na porcentagem de plântulas anormais (Tabela 7), sendo que a maior porcentagem foi obtida no tratamento de secagem artificial com ar aquecido. Porém, nos tempos 2, 4 e 6 meses de armazenamento, não ocorreu nenhuma diferença significativa quanto à porcentagem de plântulas anormais. Entretanto, aos 8 meses de armazenamento houve novamente diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a menor porcentagem de plântulas anormais foi obtida no tratamento de secagem na planta.

Foi observado no teste de germinação deste trabalho que, entre as plântulas classificadas como anormais, houve predominância de sementes que apenas emitiram raiz primária e de plântulas menores. Desta forma, havendo influência da dormência sobre a germinação destas sementes, parte da porcentagem de plântulas anormais incluiu sementes germinadas tardiamente e não somente plântulas apresentando algum tipo de defeito e estas, talvez, poderiam ser classificadas como plântulas normais se o teste fosse prolongado.

Sementes que apresentam algum grau de dormência podem vir a germinar durante o teste de germinação com atraso em relação àquelas sementes que não apresentam nenhuma dormência. Segundo Hilhorst (2007), diferenças na velocidade de germinação podem ser indicadores de dormência, sendo que o tempo necessário para germinação pode variar com a profundidade da dormência

Momoh et al. (2002), trabalhando com genótipos de canola (*Brassica napus* L.), relataram que não apenas a germinação final deve ser considerada, mas também a velocidade e a distribuição da germinação. Em seu estudo, genótipos que apresentaram menor velocidade de germinação apresentaram maior potencial em desenvolver dormência secundária.

Foi possível observar neste trabalho que haviam sementes de diversos tamanhos e, devido ao hábito de florescimento indeterminado da planta, sementes colhidas em idades diferentes. Esta desuniformidade natural, possivelmente, contribuiu com a dormência em diferentes graus das sementes que compõe o lote.

A posição da flor ou inflorescência na planta também podem influenciar o grau de dormência primária de uma semente (CARDOSO, 2004). Em mucuna-preta [*Mucuna aterrima* (Piper et Tracy) Holland] há diferença no grau de dormência das sementes devido ao tamanho das sementes, à posição da vagem no rácemo e à posição da semente na vagem, nesta seqüência de grau de influência (NIMER et al., 1983).

A porcentagem de germinação na primeira contagem nos tempos 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento não foi influenciada pelos métodos de secagem. Porém, aos 8 meses de armazenamento houve diferença significativa entre o tratamento de secagem artificial com ar aquecido e os demais, sendo que este obteve a menor porcentagem, coincidindo com os dados obtidos na porcentagem final de germinação, na qual este método também obteve o menor valor.

A primeira contagem da germinação realiza, indiretamente, uma avaliação da velocidade de germinação. As amostras que apresentam maior porcentagem são as mais vigorosas (NAKAGAWA, 1994). Porém, a dormência pode ter interferido neste teste.

O tratamento de secagem na planta apresentou menores porcentagens de sementes mortas quando comparado aos demais tratamentos durante o armazenamento. A época de colheita pode ser o fator que contribuiu para esta diferença, pois a primeira colheita

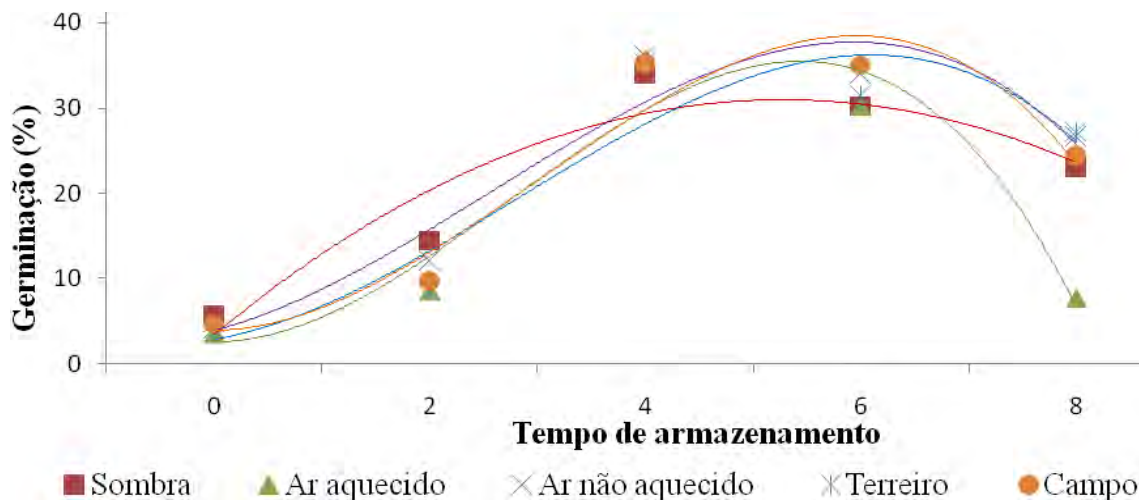
incluiu os tratamentos de secagem à sombra, das secagens artificiais e terreiro, enquanto a segunda colheita foi referente às sementes secadas na planta. Desta forma, a primeira colheita pode ter resultado em maior número de sementes imaturas.

Nakagawa et al. (2005), trabalhando com sementes de mucuna-preta colhidas em diferentes dias e secadas fora da vagem, verificaram que houve predominância de sementes mortas nas primeiras colheitas e que esta diminuiu nas colheitas seguintes com o aumento das sementes duras, das plântulas normais e anormais. Portanto, provavelmente, nas primeiras colheitas predominavam as sementes em estágio de intolerância à dessecação e, com o desenvolvimento, as sementes passaram a tolerantes, as quais resultaram sementes duras ou que germinaram.

Durante o desenvolvimento e a maturação, as semente ortodoxas adquirem tanto a habilidade de germinar quanto a tolerância à dessecação (ELLIS, 1994). Na mostarda (*Sinapis alba* L.), a tolerância à dessecação a conteúdos de água baixos (5% ou menos) aumenta no final do processo de desenvolvimento da semente (FISCHER et al., 1988 citado por ELLIS, 1994)

A dessecação prematura afeta a síntese de proteínas, bem como a de enzimas essenciais ao desenvolvimento e à germinação; assim a remoção das sementes da planta e sua secagem rápida podem determinar a perda completa da viabilidade, dependendo do estágio de desenvolvimento em que for efetuada (MARCOS FILHO, 2005).

As Figuras 12 e 13 mostram o efeito do tempo de armazenamento sobre a porcentagem de germinação e a porcentagem de sementes dormentes das sementes de crambe nos tratamentos de secagem. É possível observar que de 0 aos 6 meses de armazenamento, a porcentagem de germinação das sementes foi crescente, e a porcentagem de sementes dormentes foi decrescente, em todos os tratamentos de secagem.



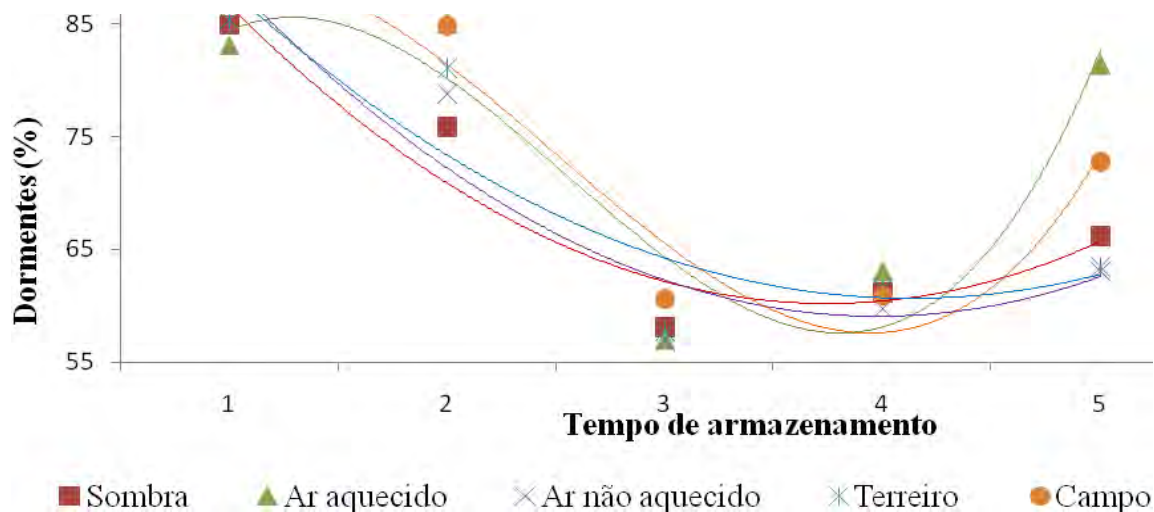
Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>
Sombra	$y = -3,94x^2 + 36,59x - 53,85$	R <sup>2</sup> = 0,70*
Ar aquecido	$y = -3,26x^3 + 32,87x^2 - 92,37x + 81,95$	R <sup>2</sup> = 0,85*
Ar não aquecido	$y = -1,55x^3 + 14,53x^2 - 29,87x + 17,13$	R <sup>2</sup> = 0,82*
Terreiro	$y = -1,88x^3 + 13,59x^2 - 17,19x + 8,37$	R <sup>2</sup> = 0,79*
Planta	$y = -2,60x^3 + 19,40x^2 - 30,77x + 17,84$	R <sup>2</sup> = 0,74*

Figura 12. Representação gráfica das equações de regressão calculadas para porcentagem de germinação dos tratamentos de secagem durante o armazenamento das sementes.

Era esperado que, até os 6 meses de armazenamento, as sementes de crambe superassem a dormência primária. Porém, este lote de sementes apresentou um grau de dormência que não permitiu porcentagens de germinação acima de 36,25% durante todo o tempo de avaliação do experimento. Além dos fatores genéticos, o ambiente tem grande influência na aquisição da dormência durante o desenvolvimento da semente, como comprimento do dia, qualidade da luz, nutrição mineral, competição, temperatura, estágio fisiológico da planta e posição da semente na planta mãe (HILHORST, 2007).

Portanto, a dormência pode ser um problema para a produção de sementes de crambe, pois ainda não é possível prever quando um lote de semente irá

apresentar dormência profunda após a colheita e por quanto tempo irá se estender durante o armazenamento.



Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>
Sombra	$y = 3,51x^2 - 26,29x + 109,44$	R <sup>2</sup> = 0,68*
Ar aquecido	$y = 3,52x^3 - 26,90x^2 + 51,83x + 55,88$	R <sup>2</sup> = 0,73*
Ar não aquecido	$y = 3,38x^2 - 26,88x + 112,44$	R <sup>2</sup> = 0,77*
Terreiro	$y = 2,81x^2 - 23,20x + 108,48$	R <sup>2</sup> = 0,68*
Planta	$y = 2,63x^3 - 19,68x^2 + 32,45x + 74,17$	R <sup>2</sup> = 0,68*

Figura 13. Representação gráfica das equações de regressão calculadas para porcentagem de sementes dormentes dos tratamentos de secagem durante o armazenamento das sementes.

As sementes do crambe são colhidas e armazenadas com o fruto, o qual pode favorecer o prolongamento da dormência. Tokumasu e Kato (1987), trabalhando com 12 materiais pertencentes à família Brassicaceae (*Brassica pekinensis* Rupr., *Brassica japonica* Sieb., *Brassica nigra* L., *Brassica oleracea* L. Var. *Capitata* L., *Brassica oleracea* L. Var. *gemmifera* Zenker, *Brassica cernua* Coss., *Brassica juncea* Hemsl., *Brassica napus* L. ssp. *oleifera* (Metzg.) Sinsk., rape “Isuzunatane ditto, *Brassica carinata* Braun, *Sinapsis*



*arvenis* L. e *Sinapsis alba* L., verificaram que *Brassica napus* e *Sinapsis arvenis* apresentaram efeito do fruto sobre o prolongamento da dormência pós-colheita após armazenamento.

Dos 6 aos 8 meses de armazenamento, a porcentagem de germinação decresceu, assim como a porcentagem de sementes dormentes aumentou, em todos os tratamentos, sugerindo que estas sementes podem ter sido induzidas à uma dormência secundária.

Porém, não é possível afirmar, apenas com os resultados deste trabalho, que o aumento da dormência, em todos os tratamentos dos 6 aos 8 meses de avaliação, inclusive mais drástica na secagem com ar aquecido, foi devida à indução de uma dormência secundária. Também seria difícil definir até que ponto a dormência primária difere de uma dormência secundária. Em grande parte, a dormência é um fenômeno ainda pouco conhecido devido sua complexidade e influência de diversos fatores biológicos e ambientais.

Segundo Cardoso (2004), a dormência secundária, além de se instalar na semente quiescente, é comum também que seja induzida em uma semente com algum tipo de dormência primária. Porém, segundo Hilhorst (2007), esta é o tipo de dormência que é imposta após as sementes terem perdido a dormência primária. A dormência secundária pode ser resultado de uma prolongada inibição da germinação.

Estudos realizados, principalmente em espécies invasoras de culturas de regiões temperadas, mostram que a indução e a atenuação da dormência secundária podem se suceder com as estações do ano. Essa variação sazonal da dormência secundária é conhecida como dormência cíclica (CARDOSO, 2004).

Esta é uma cultura de origem de clima temperado e é pouco melhorada geneticamente, o que contribui para a indução e manutenção da dormência. O número de espécies com dormência tende a crescer com a distância geográfica do equador, assim como com o aumento da variação sazonal em precipitação pluvial e temperatura (BASKIN E BASKIN, 1998)

Em sementes de canola (*Brassica napus*), o genótipo é o principal fator que controla o potencial em desenvolver dormência secundária (GULDEN et al., 2004), sendo que pode haver uma grande variação dentro e entre genótipos (PEKRUN et al., 1997). Estas sementes podem adquirir dormência secundária e permanecerem viáveis no solo por no mínimo cinco anos, sendo que estas não apresentam dormência primária. Podem ocorrer ciclos

de mudanças no comportamento da germinação destas sementes, sendo que variações sazonais deste comportamento é uma característica conhecida de espécies não melhoradas. Estas sementes apresentam ciclos de dormência e não-dormência, o que resulta em maior germinação em algumas épocas do ano (SCHLINK 1994 citado por PEKRUN et al., 1997).

Aos oito meses de armazenamento, acompanhado do aumento da dormência, foi possível observar visualmente, durante a condução do teste de germinação, certa desuniformidade entre as repetições, fato que ocorreu em todos os tratamentos de secagem. Gulden et al. (2004), estudando o potencial de dormência secundária em sementes de canola (*Brassica Napus*), encontraram variações nas repetições dentro e entre os genótipos trabalhados, e as razões pelas quais ocorreram estas diferenças permaneceram desconhecidas.

A germinação é um evento definitivo para cada semente, mas as populações apresentam graus variáveis de dormência que refletem na taxa ou porcentagem de germinação sob condições específicas. Cada semente apresenta-se num determinado estado, desde dormência profunda à ausência de dormência, mas ainda não está claro como é percebido o momento em que cada semente pode germinar (FINKELSTEIN et al., 2008).

Diferente da grande maioria das plantas cultivadas com finalidade agrícola, o crambe não passou por um intenso processo de seleção e melhoramento genético, resultando na não eliminação da dormência.

## 6.5 Condutividade Elétrica

Na Tabela 8 são apresentadas as médias da condutividade elétrica dos tratamentos de secagem de sementes de crambe em cada tempo de armazenamento estudado.

Nos tempos 0, 2 e 4 meses de armazenamento não houve diferença entre os tratamentos. Entretanto, nos tempos 6 e 8 meses de armazenamento houveram diferenças significativas entre os tratamentos.

Aos 6 meses de armazenamento, o menor valor obtido na condutividade elétrica foi no tratamento de secagem na planta. Da mesma maneira, apesar de não ocorrer diferença estatística, este tratamento obteve o menor valor aos 8 meses de armazenamento, no qual a secagem à sombra apresentou o valor estatisticamente mais alto.

Tabela 8. Resultados de condutividade elétrica das sementes dos tratamentos de secagem em sementes de crambe durante o armazenamento.

Tratamentos	Condutividade Elétrica				
	Meses				
	0	2	4	6	8
	..... (μS/cm/g) .....				
Sombra	128,6 a	119,85 a	80,25 a	81,88 a	98,09 a
Ar aquecido	144,32 a	119,46 a	80,01 a	80,98 ab	85,44 b
Ar não aquecido	138,62 a	121,52 a	74,86 a	79,34 ab	81,75 b
Terreiro	127,44 a	115,20 a	76,26 a	75,69 ab	84,49 b
Planta	122,97 a	109,17 a	75,82 a	67,63 b	76,40 b
C.V. (%)	11,21	7,95	9,53	9,59	7,48

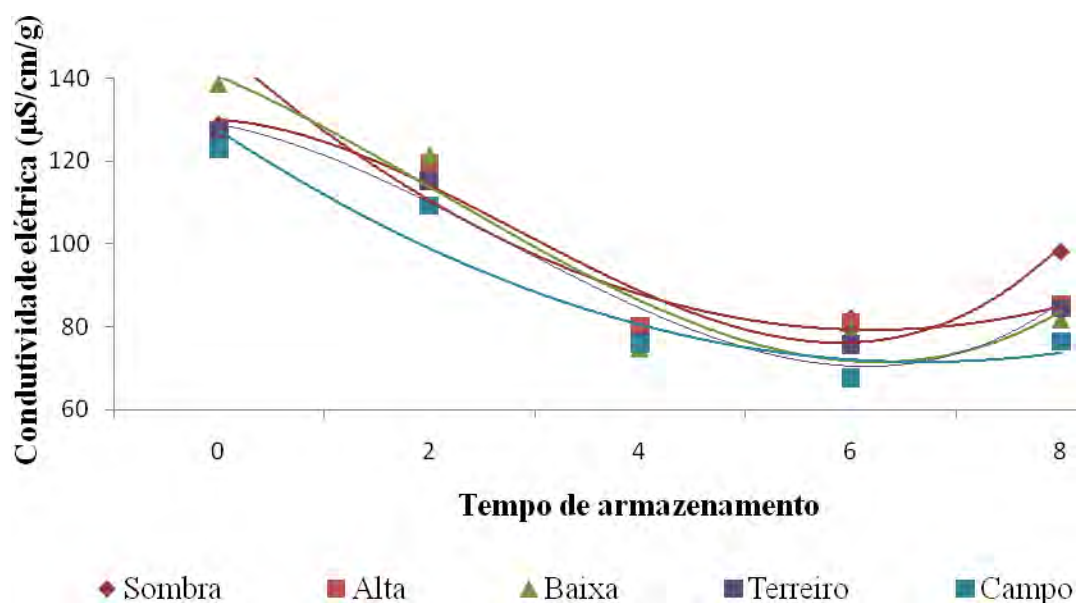
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embebição mais rápida pelas sementes recentemente colhidas pode ser uma das causas do valor de condutividade elétrica mais alto no tempo 0 de armazenamento (Figura 14). Inicialmente, havia sido proposta a realização da condutividade elétrica conforme metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999), com quatro repetições de 50 sementes, em 75ml de água, a 25°C por 24 horas. Entretanto, apesar da acentuada dormência das sementes no tempo 0 de armazenamento, esta metodologia permitiu a protusão da radícula ao final do tempo de embebição e, desta forma, o teste foi repetido segundo a metodologia de Wagner e Ducournau (2007). Em um trabalho com condutividade elétrica em sementes de crambe, realizado por Rossi et al. (2010), não foram relatados problemas de emissão de raiz primária nos lotes avaliados em nenhum dos tempos de embebição estudados (12, 16, 20, e 24 horas), entretanto, não eram lotes de sementes recém-colhidas.

O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas celulares, por meio da determinação da quantidade de íons lixiviados em uma solução de embebição. Essa quantidade é inversamente relacionada à integridade das membranas celulares e ao vigor de sementes, ou seja, sementes de menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados durante a embebição (LIMA, 2008).

Seguindo esta teoria, por conseqüência do envelhecimento durante o armazenamento, as sementes embebidas liberariam maior quantidade de lixiviados de maneira

crescente nas épocas avaliadas. Porém, os valores obtidos na condutividade elétrica foram maiores no início do armazenamento, sendo decrescente do tempo 0 aos 6 meses, e crescentes dos 6 aos 8 meses (Figura 14). Como mostra a Tabela 5, o teor de água das sementes no tempo 0 foi o mais elevado quando comparado aos demais tempos de armazenamento, pois variou de 7,0 a 7,3. Nos tempos de armazenamento seguintes houve decréscimo do teor de água, variando de 5,6 e 6, %.



Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>
Sombra	$y = 3,78x^3 - 27,56x^2 + 40,38x + 113,4$	R <sup>2</sup> = 0,84*
Ar aquecido	$y = 7,075x^2 - 58,07x + 198,44$	R <sup>2</sup> = 0,87*
Ar não aquecido	$y = 2,29x^3 - 14,17x^2 - 0,16x + 152,59$	R <sup>2</sup> = 0,88*
Terreiro	$y = 3,00x^3 - 21,30x^2 + 23,91x + 123,17$	R <sup>2</sup> = 0,84*
Planta	$y = 5,02x^2 - 43,59x + 165,95$	R <sup>2</sup> = 0,66*

Figura 14. Representação gráfica das equações de regressão calculadas para os dados de condutividade elétrica dos tratamentos de secagem durante o armazenamento das sementes.

A umidade das sementes mais elevada no início do armazenamento também pode ter contribuído para os valores mais altos da condutividade elétrica dos tratamentos no tempo 0. Outro fator a ser considerado é a presença do pericarpo, o qual pode ter causado maior lixiviação de eletrólitos enquanto as sementes eram recentemente colhidas.

Voll et al. (1997), utilizando dois lotes de sementes, um armazenado e outro de coleta mais recente, para estudar a embebição e germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.), verificaram que o lote com maior dormência (de coleta mais recente), apresentou maior porcentagem de absorção de água, maior lixiviação de eletrólitos e menor porcentagem de germinação.

Segundo Botelho et al. (2010), o estágio de desenvolvimento ou maturação da semente no momento da colheita é um dos fatores que pode também influenciar o resultado da condutividade elétrica. A integridade funcional das membranas celulares nas sementes é adquirida gradativamente durante o desenvolvimento sendo que nas sementes menores acontece em fases mais tardias do desenvolvimento em relação às sementes de maior tamanho do mesmo lote (BOTELHO et al., 2010).

Braz e Rossetto (2009), estudando três lotes de girassol, verificaram que aos seis meses após a colheita, os lotes apresentaram maior comprimento de plântulas e menor valor de lixiviados da solução de embebição em relação à avaliação realizada aos dois meses após a colheita. Portanto, houve maior reparo das membranas celulares neste intervalo de tempo e, aparentemente, as sementes poderiam apresentar algum grau de dormência na avaliação realizada aos dois meses, embora com valores de germinação acima do padrão de comercialização.

Deve ser considerada no teste de condutividade elétrica em sementes de crambe a presença do pericarpo, que não permite que as sementes fiquem completamente submersas na solução de embebição, ou seja, as sementes de crambe, quando colocadas na água, flutuam. Isto impede o contato de toda a superfície da semente com a solução de embebição.

Desta forma, apenas no momento da leitura no condutímetro, horas após as sementes terem sido colocadas na água, é possível observar algumas sementes completamente submersas, enquanto outras só submergem quando é feita agitação da solução para posterior leitura.

Portanto, devem ser realizados mais estudos relacionados ao teste de condutividade elétrica, assim como avaliações ultra-estruturais das células que compõem os tecidos das sementes, para que seja possível compreender os motivos dos maiores valores obtidos nas sementes recém-colhidas, e verificar se há melhorias da integridade das membranas celulares durante o armazenamento, principalmente nas sementes imaturas presentes no lote.

### 6.6 Emergência de Plântulas

Os resultados obtidos na emergência de plântulas confirmam a ocorrência de dormência nas sementes sinalizada pelo teste de germinação realizado em laboratório.

Não houve diferença entre os tratamentos na porcentagem de emergência de plântulas nos tempos 0 à 6 meses de armazenamento (Tabela 9), resultado semelhante ao do teste de germinação.

Tabela 9. Dados referentes à porcentagem de emergência de plântulas dos tratamentos de secagem em sementes de crambe durante o armazenamento.

Tratamentos	Emergência de Plântulas (%)				
	Meses				
	0	2	4	6	8
Sombra	8,75 a	35,75 a	35,95 a	38,5 a	33,83 a
Ar aquecido	6,12 a	36,00 a	39,57 a	36,95 a	29,62 ab
Ar não aquecido	6,66 a	35,08 a	40,83 a	39,91 a	30,31 ab
Terreiro	7,83 a	38,75 a	40,33 a	35,33 a	31,80 a
Planta	8,50 a	35,78 a	35,58 a	35,00 a	24,50 b
C.V. (%)	30,86	11,68	18,77	11,43	12,84

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 8 meses de armazenamento houveram diferenças significativas entre os tratamentos e a secagem na planta obteve a menor porcentagem de emergência de plântulas. Neste tempo de armazenamento, o teste foi conduzido entre os meses de maio e junho, portanto, a temperatura do ambiente amena nesta época, mesmo dentro da casa de

vegetação, pode ter influenciado a velocidade de germinação das sementes e/ou a emergência das plântulas. A redução no índice de velocidade de emergência aos 8 meses de armazenamento (Tabela 10) constata o atraso na emergência das plântulas.

Tabela 10. Dados referentes ao índice de velocidade de emergência de plântulas dos tratamentos de secagem em sementes de crambe.

Tratamentos	Índice de Velocidade de Emergência				
	Meses				
	0	2	4	6	8
Sombra	0,69 a	4,44 a	3,96 a	4,05 a	2,24 a
Ar aquecido	0,48 a	4,54 a	4,36 a	3,85 a	1,83 a
Ar não aquecido	0,53 a	4,41 a	4,58 a	4,36 a	1,96 a
Terreiro	0,59 a	4,83 a	4,46 a	3,65 a	2,00 a
Planta	0,66 a	4,56 a	4,15 a	3,76 a	1,56 b
C.V. (%)	31,49	11,65	20,50	10,70	12,87

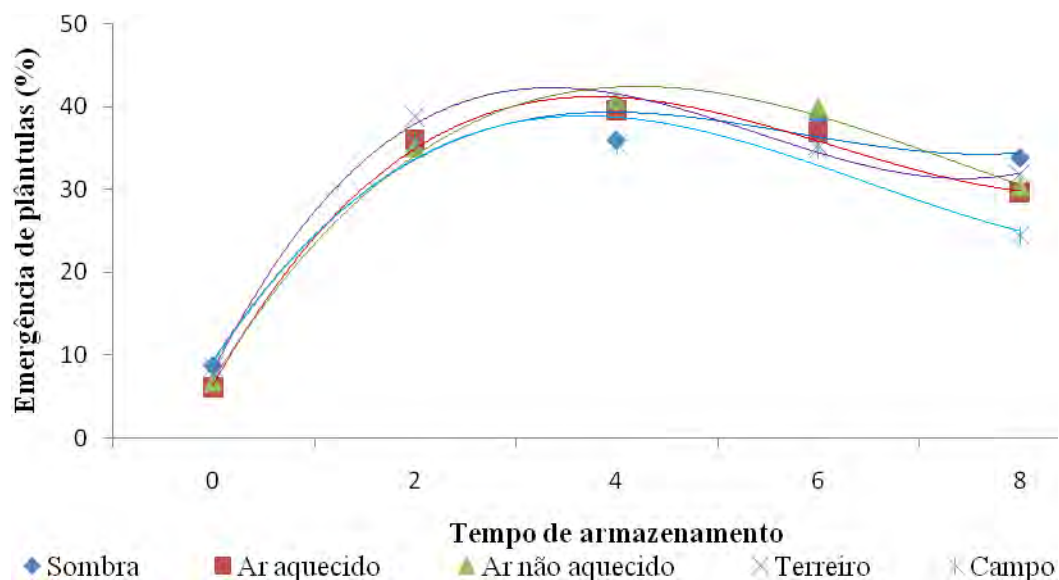
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste trabalho, a secagem artificial com ar aquecido promoveu aumento da dormência nas sementes de crambe aos 8 meses de armazenamento nas condições do teste de germinação realizado em laboratório. Porém, quando estas sementes foram expostas às condições do teste de emergência de plântulas em casa de vegetação, a porcentagem de plântulas emergidas foi semelhante aos demais tratamentos. Entretanto, deve-se considerar que os resultados obtidos no teste de germinação é que são amplamente utilizados como base para decisões e comercialização dos lotes de sementes.

O aumento acentuado da porcentagem de emergência de plântulas do tempo 0 aos 2 meses de armazenamento, superior aos resultados obtidos no teste de germinação no laboratório, ocorreu, provavelmente, porque as condições oferecidas no teste de emergência de plântulas foram favoráveis à superação da dormência e à germinação em algumas sementes.

É possível observar através da Figura 15 que a porcentagem de emergência de plântulas foi crescente até o tempo 4 meses de armazenamento e, após este período decresceu. Desta forma, as maiores porcentagens de emergência de plântulas dos tratamentos de secagem ocorreram no tempo 4 meses de armazenamento, correspondente ao

mês de janeiro, pois, provavelmente, as condições de luminosidade e temperatura oferecidas nesta época foram favoráveis à quebra de dormência e à germinação das sementes de crambe, além de outros fatores intrínsecos das sementes.



Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>
Sombra	$y = 1,31x^3 - 19,04x^2 + 69,93x - 43,22$	R <sup>2</sup> = 0,91*
Ar aquecido	$y = 1,8x^3 - 21,95x^2 + 81,82x - 55,27$	R <sup>2</sup> = 0,93*
Ar não aquecido	$y = 1,16x^3 - 16,4x^2 + 68,17x - 46,02$	R <sup>2</sup> = 0,94*
Terreiro	$y = 2,56x^3 - 28,49x^2 + 97,39x - 63,42$	R <sup>2</sup> = 0,91*
Planta	$y = 1,46x^3 - 18,59x^2 + 70,20x - 44,04$	R <sup>2</sup> = 0,80*

Figura 15. Representação gráfica das equações de regressão calculadas para porcentagem de emergência de plântulas dos tratamentos de secagem durante o armazenamento das sementes.

Observa-se, de maneiral geral, que a porcentagem de emergência de plântulas foi ligeiramente superior à porcentagem de germinação obtida em laboratório (Tabela 7). Isto pode ser atribuído ao fato de que na emergência de plântulas a contagem foi realizada aos 12 dias após a sementeira, enquanto o teste de germinação foi conduzido no



período de 7 dias. Além disto, as condições ambientais e o substrato utilizado, podem ser favoráveis à germinação no teste de emergência de plântulas.

### 6.7 Envelhecimento acelerado

No teste de envelhecimento acelerado, realizado aos 8 meses de armazenamento, não houve diferença significativa entre os métodos de secagem estudados (Tabela 11). Entretanto, comparando-se este teste ao de germinação, ambos apresentaram o menor valor de plântulas normais na secagem artificial com ar aquecido. Este é um teste de resistência a estresse e, dentre os disponíveis, é um dos mais sensíveis e eficientes para avaliação do vigor de sementes de diversas espécies (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 11. Resultados do envelhecimento acelerado, teor de água após os tratamentos de secagem em sementes de crambe, aos 8 meses de armazenamento.

Envelhecimento Acelerado (%)			
Tratamentos	Plântulas normais	Teor de água (%)	
		Inicial	Final
Sombra	23,75 a	5,8	29,8
Ar aquecido	18,55 a	5,7	29,9
Ar não aquecido	23,25 a	6,0	29,7
Terreiro	28,16 a	5,7	30,4
Planta	32,66 a	5,8	30,8
C.V. (%)	30,89		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variação ocorrida do teor de água medido no início do teste e após o período de envelhecimento mostrou que há consistência nos resultados. O teste de envelhecimento acelerado deve ser instalado com amostras cujo teor de água não apresente variação superior a 2%, pois as mais úmidas são mais sensíveis às condições do teste e, portanto sujeitas a deterioração mais intensa. Ao final do envelhecimento, a mesma variação é tolerada, indicando uniformidade do teste (MARCOS FILHO, 2005).

### 6.8 Crescimento de plântulas e massa de matéria seca

Na Tabela 12 encontram-se os resultados referentes ao teste de crescimento de plântulas, no qual avaliou-se o comprimento das plântulas normais.

Os resultados mostraram que o tratamento de secagem na planta resultou em maior comprimento de plântulas e de raiz, indicando qualidade superior deste em relação aos demais. A massa de matéria seca de plântula foi similar em todos os tratamentos, sendo que não houve diferença estatística entre os métodos de secagem estudados. O menor comprimento da parte aérea da plântula foi obtido na secagem à sombra.

Tabela 12. Resultados do comprimento de plântulas e massa de matéria seca dos tratamentos de secagem em sementes de crambe.

Tratamentos	Comprimento de plântulas	Comprimento de raiz	Comprimento da parte aérea	Massa de matéria seca
	cm	cm	cm	mg
Sombra	8,2 b	5,7 ab	2,5 b	1,6 a
Ar aquecido	8,5 ab	5,1 ab	3,4 a	1,5 a
Ar não aquecido	8,1 b	4,9 b	3,2 ab	1,7 a
Terreiro	8,1 b	4,8 b	3,3 a	1,5 a
Planta	9,9 a	6,3 a	3,6 a	1,6 a
C.V. (%)	10,27	15,31	14,94	20,89

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste de crescimento de plântulas, assim como o de envelhecimento acelerado, foi realizado aos 8 meses de armazenamento para ajudar na compreensão dos resultados obtidos nos demais testes. Porém, nesta época de avaliação, as sementes ainda apresentavam problemas com dormência, o que possivelmente interferiu nos resultados deste teste.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os métodos de secagem não influenciaram a porcentagem de germinação e a dormência das sementes de crambe até os 6 meses de armazenamento. Porém, a secagem com ar aquecido resultou em maior porcentagem de sementes dormentes no teste de germinação aos 8 meses de armazenamento. Quando estas sementes foram expostas às condições do teste de emergência de plântulas em casa de vegetação, a porcentagem de plântulas emergidas foi semelhante aos demais tratamentos. Entretanto, deve-se considerar que os resultados obtidos no teste de germinação são amplamente utilizados como base para decisões e comercialização dos lotes de sementes.

A secagem na planta proporcionou a menor porcentagem de sementes mortas durante o armazenamento, sendo que, os demais tratamentos, que foram colhidos primeiramente, podem ter resultado em maior número de sementes imaturas.

A dormência é um problema para a produção de sementes de crambe, pois ainda não é possível prever quando um lote de semente irá apresentar uma dormência profunda após a colheita e por quanto tempo irá se estender durante o armazenamento.

Diferente da grande maioria das plantas cultivadas com finalidade agrícola, o crambe não passou por um intenso processo de seleção e melhoramento genético, resultando na não eliminação da dormência.

Devem ser realizados mais estudos relacionados ao teste de condutividade elétrica, assim como avaliações ultra-estruturais das células que compõem os

tecidos das sementes, para que seja possível compreender os motivos dos maiores valores obtidos nas sementes recém-colhidas.

A rusticidade da cultura do crambe, em especial a cultivar utilizada neste estudo, pode contribuir para a tolerância aos diferentes métodos aos quais as sementes foram submetidas no processo de secagem, sem comprometer a qualidade das sementes. Além disso, as sementes de crambe são colhidas e mantidas dentro do fruto, o qual pode fornecer proteção durante o processo de secagem.

## **8 CONCLUSÕES**

A partir dos resultados apresentados no presente trabalho, pode-se afirmar que:

A desuniformidade natural da massa de sementes e a dormência nas sementes dificultaram a identificação, por meio dos testes realizados, de um método mais adequado de secagem das mesmas.

De maneira geral, não houve superioridade em um dos métodos de secagem na qualidade das sementes de crambe, portanto, a escolha do mesmo deve ser feita considerando à disponibilidade de mão-de-obra, os custos e o gasto de energia, as condições climáticas, a programação das atividades do produtor e a quantidade de sementes a ser processada.

A secagem natural na planta das sementes de crambe, até o teor de água de 11 %, pode ser realizada seguramente sem diminuição da qualidade das mesmas no decorrer do armazenamento.

## 9 REFERÊNCIAS

ANGELOVICI, R. et al. Seed desiccation: a bridge between maturation and germination. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 211-218, abr., 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6TD1-4YB004X-1/2/d757e2ba0c573bdbfe1ac8d8e4d7fccb>>. Acesso em: 25 out. 2010.

ARAÚJO, E. F. et al. Influência da secagem das vagens na germinação e no vigor de Sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 97-110, 1984.

BASKIN, C. C.; BASKIN, M. J. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.

BAUDET, L. M. L.; VILLELA, F. A.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem. **Seed News**, Pelotas, n.10, p. 20-27, 1999.

BENNETT, M. A. Seed vigor and seed performance. Disponível em: <<http://www.ag.ohio-state.edu/~seedbio/hcs631.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2009.

BERALDO, J. M. G. et al. Determinação da época de semeadura do Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) na região nordeste do Estado de São Paulo-SP. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL: BIODIESEL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E QUALIDADE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 7., 2010, Belo Horizonte. **Anais ...** Lavras: UFLA, 2010. v. 1, p. 29-30.

BIAGGIONI, M. A. M. **Análise da secagem de grãos de milho com ar em temperatura próxima à ambiente, para as condições climáticas de Botucatu-SP.** 1994. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

BOTELHO, F. J. E. et al. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 900-907, jul./ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. 2009. 399 p.

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Estabelecimento de plântulas e desempenho de plantas em resposta ao vigor dos aquênios de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n. 7, out. 2009.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 96-108.

CARLESSO, V. O. et al. Germinação e vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden secadas em altas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 228-235, 2009.

CARLSON, K. D. et al. Crambe: new crop success. In: JANICK, J. **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press. p. 306-322, 1996. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3-306.html#Production Problems and Opportunities>>. Acesso em: 01 nov. 2008.

CARLSSON, A. S. et al. Oil crop platforms for industrial uses. Outputs from the EPOBIO project. 2007. Disponível em: <<http://epobio.net/pdfs/0704OilCropsReport.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2010.

CARVALHO, N. M. **A secagem de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 165p.

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

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-67.

CHRIST, D.; CORRÊA, P. C.; ALVARENGA, E. M. Efeito da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica de sementes de canola (*Brassica napus* L. var. oleifera Metzg.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 150-154, 1997.

COPELAND, L. O. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burgess, 1976. 369 p.

CORRÊA, P. C.; MARTINS, A. J. H.; CHRIST, D. Thin layer drying rate and loss of viability modelling for rapeseed (canola). **Journal of Agricultural Engineering Research**, Karaj, v. 74, n. 1, p. 33-39, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6WH1-45GMGGP-1F/2/3d7a15f3808f61e6fd9026b8ccc6932d>>. Acesso em: 25 out. 2010.

COSTA, L. M. et al. Modelagem matemática de secagem de sementes de crambe. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL: BIODIESEL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E QUALIDADE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 7., 2010, Belo horizonte. Lavras: UFLA, 2010, v. 2, p. 641-642.

CRAMBE (*Crambe abyssinica*). Disponível em: <<http://safs.csl.gov.uk/docs/crambe.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

CRUCIFERAE. Handbook of seed technology for genebanks Vol. II. Compendium of Specific Germination Information and Text Recommendations. 1985. Chap. 32. Disponível em: <[http://www2.bioversityinternational.org/publications/Web\\_version/52/](http://www2.bioversityinternational.org/publications/Web_version/52/)>. Acesso em: 16 nov. 2008.

DESAI, B. B. **Seeds handbook: biology, production processing and storage**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2004. 787 p.



DESAI, B. B.; KOTTECHA, P.M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook**: biology, production processing and storage. New York: Marcel Dekker, 1997. 627 p.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D. Desiccation tolerance and potential longevity of developing seeds of rice (*Oryza sativa* L.). **Annals of Botany**, Exeter, v. 73, p. 501-506, 1994.

ERICKSON, D. B., BASSIN, P. Rapeseed & crambe alternative crops with potential industrial uses. **Bulletin 656, Agricultural Experiment Station, Kansas State University**, 1990. Manhattan. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/library/crpsl2/sb656.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

FINKELSTEIN, R. et al. Molecular aspects of seed dormancy. **Annual Review of Plant Biology**, Danvers, v. 59, p. 387- 415, 2008. Disponível em: <[http://www.hort.purdue.edu/hort/courses/HORT301/Webtopics&Essays/FinkelsteinEtAl\(2008\)AnnuRefPlantBiol59,387-415.pdf](http://www.hort.purdue.edu/hort/courses/HORT301/Webtopics&Essays/FinkelsteinEtAl(2008)AnnuRefPlantBiol59,387-415.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2010.

FONTANA, F. et al. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 9, p. 117–126, 1988. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/els/11610301/1998/00000009/00000002/art00037>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; POTTS, H. C. Efeitos da colheita mecânica e da secagem artificial sobre a qualidade da semente dura em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 64-77, 1979.

FRANKE, L. B.; TORRES, M. A. P; LOPES, R. R. Performance of different drying methods and their effects on the physiological quality of grain sorghum seeds (*S. bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 177-184, 2008.

GARCIA, D. C. Secagem de sementes. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/sementes/textos/secagem.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2009.

GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004. Disponível em: < <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/331/33134245.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2010.

GASTALDI, G. et al. Characterization and properties of cellulose isolated from the *Crambe abyssinica* hull. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 205-218, set. 1998.

GLASER, L.K. **Crambe: an economic assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance**. Economic Research Service for the Risk Management Agency, Federal Crop Insurance Corporation, 1996. Disponível em:  
<<http://www.rma.usda.gov/pilots/feasible/pdf/crambe.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2010.

GULDEN, R. H.; THOMAS, A. G.; SHIRTLIFFE, S. J. Relative contribution of genotype, seed size and environment to secondary seed dormancy potential in Canadian spring oilseed rape (*Brassica napus*). **Weed Research**, Malden, v. 44, p. 97-106, 2004. Disponível em:  
<<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118764646/abstract>>. Acesso em: 25 out. 2010.

GUPTA, M. L.; GEORGE, D. L.; PARWATA, I. G. M. A. Effect of harvest time and drying on supersweet sweet corn seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, p. 167-176, 2005.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

HAY, F. R.; PROBERT, R. J. Seed maturity and the effects of different drying conditions on desiccation tolerance and seed longevity in foxglove (*Digitalis purpurea* L.). **Annals of Botany**, Exeter, v. 76, p. 639-647, 1995. Disponível em:  
<<http://aob.oxfordjournals.org/content/76/6/639.full.pdf+html?sid=e60bd318-906c-42b4-8977-0eb791d57416>>. Acesso em: 25 out. 2010.

HILHORST, H. W. M. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: BRADFORD, K. J.; NONOGAKI, H. **Seed development, dormancy and germination**. Oxford: Blackwell, 2007.p. 50–71.

JASPER, S. P. Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* hochst): avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto. 2009. 103 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

JUSTICE, L. O.; BASS, N. L. Principles and practices of seed storage. In: MILLER, E. K.: **USDA agriculture handbooks N. 506**. United States Department of Agriculture, 1978. 298 p.

KNIGHTS, S. E. **Crambe: a North Dakota case study**. Rural Industries Research and Development Corporation, 2002. RIRDC Publication No W02/005, RIRDC Project No TA001-55. Disponível em: <<http://www.rirdc.gov.au/reports/NPP/02-005.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; WEST, S. H.; FRANÇA NETO, J. B. Drying peanut seed using air ambient temperature at low relative Humidity. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p.1-5, 2006.

LAZZERI, L. et al. Some technological characteristics and potential uses of *Crambe abyssinica* products. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 3, n. 12, p. 103-112, out. 1994. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T77-49KK46K-T&\\_user=9686236&\\_coverDate=10/31/1994&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_origin=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1513167417&\\_rerunOrigin=google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=9686236&md5=aa9d1e51dc5ef761115695d87b9750ba&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T77-49KK46K-T&_user=9686236&_coverDate=10/31/1994&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1513167417&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=9686236&md5=aa9d1e51dc5ef761115695d87b9750ba&searchtype=a)>. Acesso em: 25 out. 2010.

LAZZERI, L. et al. Crambe oil - a potential new hydraulic oil and quenchant. **Industrial Lubrication and Tribology**, Amsterdam, v. 49, n. 2, p.71 – 77, 1997. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=874534&show=abstract>>. Acesso em: 25 out. 2010.

LAWRENCE, O. C.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 4. ed. Boston: Kluwer, 2001. 467p.

LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. 462 p.

LEONARD, E.C. High-erucic vegetable oils. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.1, n. 2-4, p.119-12, 1993. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T77-49KK5DM-9&\\_user=10&\\_coverDate=12/31/1992&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_origin=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1620873635&\\_rerunOrigin=scholar.google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=6aea40fe19bb436641af7516c0bbe1f4&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T77-49KK5DM-9&_user=10&_coverDate=12/31/1992&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1620873635&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=6aea40fe19bb436641af7516c0bbe1f4&searchtype=a)>. Acesso em: 25 out. 2010

LIMA, L. B.; **Avaliação do potencial fisiológico e métodos de condicionamento, secagem e armazenamento de sementes de pepino.** 2008. 93 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

MAIA, M. **Secagem de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum Lam.*) com ambiente forçado.** 1995. 108 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1995.

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

MARCOS FILHO, J. Water relations in seeds. Disponível em: <<http://www.ag.ohio-state.edu/~seedbio/hcs631.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2008.

MEIJER, W. J. M.; MATHIJSEN, E. W. J. M.; KREUZER, A. D. 1999. Low pod numbers and inefficient use of radiation are major constraints to high productivity in *Crambe* crops. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.9, n. 3, p. 221–233, março de 1999. Disponível em: < [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T77-3W1994F-8&\\_user=10&\\_coverDate=03/31/1999&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1422853161&\\_rerunOrigin=google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=27bb93501dc45da77f02f62c62d264ee](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T77-3W1994F-8&_user=10&_coverDate=03/31/1999&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1422853161&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=27bb93501dc45da77f02f62c62d264ee)>. Acesso em: 01 jul. 2010.

MIRANDA, L. C.; SILVA, W. R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. II. Efeitos sobre a qualidade das sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2109-2121, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n11/7518.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2011.

MOMOH, E. J. J., ZHOU, W. J.; KRISTIANSOON, B. Variation in the development of secondary dormancy in oilseed rape genotypes under conditions of stress. **Weed Research**, Malden, v. 42, p. 446–455, 2002. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3180.2002.00308.x/abstract>>. Acesso em: 25 out. 2010.

NAKADA, P. G. et al. Desempenho durante o armazenamento de sementes de pepino submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 42-51, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZUCARELI, C. Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de Mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n 1, p.45-53, 2005.

NIMER, R. et al. Influência de alguns fatores da planta sobre o grau de dormência em sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, n. 2, p.111-119, 1983.

OPLINGER, E. S. et al. Crambe: alternative field crops manual. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

PEKRUN, C.; POTTER, T.C.; LUTMAN, P.J.W. Genotypic variation in the development of secondary dormancy in oilseed rape and its impact on the persistence of volunteer rape. **Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference on Weeds**, Brighton, v. 1, p. 243-248, 1997.

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2. ed. Pelotas: Ed Universitária/UFPel, 2006. 470 p.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60 p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

ROSA, S. D. V. F. et al. Qualidade fisiológica e atividade enzimática em sementes de milho submetidas à secagem artificial. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n 1, p.177-184, 2000.

ROSSI, R. F. et al. Testes de condutividade elétrica em sementes de crambe. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL: BIODIESEL: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E QUALIDADE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 7., 2010, Belo horizonte. **Anais ...** Lavras: UFLA, 2010. p. 559-560.

SAMARAH, N. H. et al. Effect of drying treatment and temperature on soybean seed quality during maturation. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, p. 469-473, 2009.

SPRINGDALE Crop Synergies Ltd. Abyssinian Mustard (Crambe). Agronomy Update late July 2005. Disponível em: <[http://www.springdale-group.com/crop\\_synergies/non\\_food\\_crops/crops/crambe.htm](http://www.springdale-group.com/crop_synergies/non_food_crops/crops/crambe.htm)>. Acesso em: 16 nov. 2008.

SUTHERLAND, J. W.; GHALY, T. F. Heated-air drying of oilseeds. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 43-54, jun. 1982.

TOKUMASU, S.; KATO, M. The effect of fruits on the prolongation of seed dormancy and its relation to mustard oil content in cruciferous crops. **Acta Horticulturae** (ISHS), Leuven, v. 215, p. 131-138, 1987. Disponível em: <[http://www.actahort.org/books/215/215\\_17.htm](http://www.actahort.org/books/215/215_17.htm)>. Acesso em: 25 out. 2010.

ULLMANN, R. et al. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 442-447, jul./set. 2010.

UNGAR, IRWIN A. **Ecophysiology of vascular halophytes**. Boca Raton: CRC, 1991. 211 p.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.

VIGGIANO, J. R. et al. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função do grau de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 2, p.279-287, 2000.

VILLELA, F.A.; SILVA, W.R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 49, p. 145-153, 1992 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161992000400019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161992000400019&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 25: out. 2010.

VLEESHOUWERS, L. M.; BOUWMEESTER, H. J.; KARSSSEN, C. M. Redefining Seed Dormancy: An Attempt to Integrate Physiology and Ecology. **Journal of Ecology**, London, v. 83, n. 6, p. 1031-1037, 1995. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2261184>>. Acesso em: 25 out. 2010.

VOLL, E. et al. Embebição e germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.) **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 58-61, 1997. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1997/v19n1/artigo11.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2010.

VOLLMANN, J.; RUCKENBAUER, P. Agronomic performance and oil quality of crambe as affected by genotype and environment. Disponível em: <<http://www.boku.ac.at/diebodenkultur/volltexte/band-44/heft-4/vollmann.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

WAGNER, M. H.; DUCOURNAU, S. Conductivity testing for oilseed rape seeds. **ISTA News Bulletin**, n. 133, Apr., 2007. Disponível em: <<http://www.seedtest.org/upload/cms/user/STI133April2007.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2010.

WANG, Y.P. et al. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products**, Amsteram, v. 12, n.1, p.47-52, 2000. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T77-402TP7V-7&\\_user=10&\\_coverDate=06/30/2000&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_origin=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1620871640&\\_rerunOrigin=scholar.google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=2f34e62c78563d8b549d1356b5922739&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T77-402TP7V-7&_user=10&_coverDate=06/30/2000&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1620871640&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=2f34e62c78563d8b549d1356b5922739&searchtype=a)>. Acesso em: 25 out. 2010.