



Secagem e armazenamento de sementes de culturas oleaginosas

Hugo Tiago Ribeiro Amaro^{1*}, Eduardo Fontes Araujo², Roberto Fontes Araujo³, Luiz Antônio dos Santos Dias²,
Andréia Márcia Santos de Souza David¹ e Fabrício Wellington Souza Silva⁴

Resumo - O crescente aumento da população mundial e a demanda de energia para atender diversos setores da sociedade aumentaram a necessidade do uso de fontes renováveis de energia, visando reduzir os impactos ambientais. Nesse sentido, o biodiesel representa importante fonte alternativa para combustíveis à base de petróleo. O Brasil apresenta grande potencial para a produção de energias renováveis e com o estímulo à produção e uso de biodiesel, diversas culturas oleaginosas têm sido estudadas visando o fornecimento de matéria-prima para o setor. As oleaginosas representam o segundo grupo de plantas cultivadas no mundo, tanto do ponto de vista econômico-social como nutricional. Conhecer o processo pós colheita de sementes oleaginosas é importante para o estabelecimento do setor do biodiesel no Brasil. Utilizando de ampla revisão sobre o assunto, objetivou-se com o presente trabalho abordar as principais informações quanto à secagem e armazenamento de sementes de culturas oleaginosas.

Palavras-chave: Biodiesel. Sistemas de produção. Sustentabilidade. Tecnologia de sementes.

Drying and storage of oilseed seeds

Abstract - The increasing world population and the demand for energy to serve various sectors of society have increased the need for the use of renewable energy sources in order to reduce environmental impacts. In this sense, biodiesel represents an important alternative source for petroleum based fuels. Brazil has great potential for the production of renewable energies and with the encouragement of the production and use of biodiesel, several oil crops have been studied aiming the supply of raw material for the sector. Oilseeds represent the second group of plants grown in the world, both economically and socially nutritional. Knowing the development process and post-

¹ Professores Doutores do Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes. Av. Reinaldo Viana, Caixa Postal 91. Janaúba - MG . E-mails: hugo.amaro@unimontes.br, andreia.david@unimontes.br. *autor para correspondência.

² Professores Doutores, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa – MG. E-mail: efaraujo@ufv.br, luiz.dias.ufv@gmail.com

³ Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Epamig. Campus Universitário da UFV, Viçosa-MG. E-mail: roberto.araujo@epamig.br

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa – UFV. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa – MG. E-mail: fabricio.welington@ufv.br

harvest oilseed technologies is important for the establishment of the biodiesel sector in Brazil. Using a broad review on the subject, the objective of this work was to discuss the main information on the maturation, drying and storage of oilseed crops.

Keywords: Biodiesel. Production systems. Sustainability. Seed technology.

Introdução

O crescente aumento da população mundial associado à alta demanda de energia para atender às indústrias e ao setor doméstico, bem como os problemas de poluição causados devido ao vasto uso de combustíveis fósseis, têm resultado na necessidade de desenvolver fontes de energias renováveis sem limites de duração e de menor impacto ambiental que os meios tradicionais existentes, estimulando, assim, recentes interesses na busca de fontes alternativas para combustíveis à base de petróleo (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2008). Nesse sentido, o biodiesel representa importante fonte alternativa para combustíveis à base de petróleo.

As oleaginosas são plantas que fornecem importantes fontes de proteínas e de óleo vegetal para diversos usos. Representa o segundo grupo de plantas cultivadas no mundo, tanto do ponto de vista econômico-social como nutricional. Com o estímulo à produção e uso de biodiesel, diversas culturas oleaginosas têm sido estudadas visando o fornecimento de matéria-prima para o setor. A oferta de matéria-prima parece ser uma das principais dificuldades restritivas para a implementação de um programa de produção extensiva de biodiesel. Atualmente, a matéria-prima para produção de óleo no Brasil encontra-se fortemente concentrada na cultura da soja. Outras oleaginosas tradicionais como mamona, algodão, girassol, canola e amendoim contribuem com pequenas quantidades de óleo, assim como o dendê (CARGININ, 2007), devido à pequena área plantada na atualidade. Em adição, cita-se uma carência de informações sobre o manejo de várias culturas potenciais, principalmente quanto ao sistema de produção de sementes de qualidade.

A qualidade da semente é definida como o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade (MARCOS FILHO, 2015). A alta qualidade das sementes é obtida por meio da condução correta dos campos de produção e, da realização da colheita no momento adequado, evitando que as sementes fiquem expostas às condições ambientais desfavoráveis e ao ataque de pragas e doenças. Em adição, minimizando-se os fatores que reduzem a qualidade das sementes na fase de campo, a preservação da qualidade das sementes também é dependente das condições de secagem e armazenamento.

Nesse sentido, objetiva-se com este trabalho, abordar as principais informações quanto à secagem e armazenamento de sementes de culturas oleaginosas.

Desenvolvimento

Secagem de sementes de plantas oleaginosas

Sementes recém-colhidas, vindas do campo, podem, muitas vezes, apresentar um teor de água inadequado para serem armazenadas com segurança, necessitando, portanto, serem secadas (CARVALHO; NAKAGAWA,

2012). Segundo Resende et al. (2008), a secagem dos produtos agrícolas é o processo mais utilizado para assegurar sua qualidade e estabilidade considerando que a diminuição da quantidade de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento.

Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que a secagem pode ser encarada como a operação que permite a obtenção de sementes de melhor qualidade, por possibilitar colheitas antecipadas e evitar danos que ocorram no campo devido a condições climáticas, ataques de insetos e de microrganismos, etc. e por abaixar o teor de água a níveis que diminuem o efeito ou o ataque dos insetos e dos microrganismos e reduzem a taxa de deterioração das sementes durante o armazenamento.

A secagem de sementes se dá em duas fases: a primeira é a transferência de água da superfície das sementes para o ar que as circunda; a segunda consiste no movimento da água do interior para a superfície da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A secagem pode ser realizada de forma natural ou artificial. Na escolha do método de secagem, o volume de sementes é fator limitante. Para grandes quantidades de sementes, é imprescindível a utilização de secagem artificial, cujos custos de operação estão diretamente relacionados com o volume, a velocidade de secagem e a temperatura do ar (GARCIA et al., 2004).

Segundo Oliva et al. (2012), a escolha do método de secagem a 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, 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. Os parâmetros associados à redução da qualidade das sementes durante o processo de secagem são: temperatura, umidade relativa e vazão do ar, tempo de permanência do produto na câmara de secagem e os teores de umidade inicial e final das sementes (CHRIST et al., 1997).

Para sementes oleaginosas que podem ser submetidas à secagem, a viabilidade é mantida mais eficientemente com um baixo teor de umidade da semente e baixa temperatura de armazenamento. Vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de analisar a secagem de sementes de diversas oleaginosas como, por exemplo: pinhão manso (GOLDFARB et al., 2008; PRADHAN et al., 2009; ULLMANN et al., 2010; ZONTA et al., 2011); canola (CHRIST et al., 1997; CORRÊA et al., 1999); soja (MIRANDA et al., 1999; BARROZO et al., 2006); avelã (OZDEMIR; DEVRES, 1999); girassol (SACILIK et al., 2007); amendoim (CORRÊA et al., 2007) e mamona (GONELI, 2008).

Segundo Peske e Villela (2006), a secagem artificial de sementes de soja é uma etapa indispensável para obtenção de sementes de alta qualidade, preparando-as para uma armazenagem segura, reduzindo as perdas na germinação e no vigor durante a armazenagem. França Neto et al. (2007) relatam que caso a semente de soja chegue à Unidade de Beneficiamento de Sementes com mais de 12,5% de umidade, sugere-se a realização da secagem, até o nível de umidade de 12,0%. Em épocas chuvosas, é comum que a semente seja colhida com 18% a 19% de umidade. Nessas condições, é imprescindível que a secagem seja realizada de imediato. A secagem em

sementes de soja com teor de água acima de 30% provoca danos de membrana que diminuem a qualidade fisiológica das sementes (SILVA et al., 2007).

A semente de soja pode ser secada em sistemas estáticos, contínuos e intermitentes, tomando-se a precaução de que a temperatura da massa de semente não venha a ser superior a 40 °C e que a umidade relativa do ar de secagem em secadores estáticos não seja inferior a 35% (FRANÇA NETO et al., 2007). Avelar et al. (2011) estudando a secagem estacionária de sementes de soja com ar desumidificado por resfriamento, concluíram que é possível secar sementes de soja em escala comercial, empregando ar desumidificado por resfriamento e temperaturas reduzidas, representando alternativa viável para a secagem de sementes de soja, levando em consideração a velocidade de secagem e a qualidade das sementes.

Em sementes de pinhão manso, na fase de pós-colheita a secagem é o processo mais utilizado para assegurar sua qualidade (ULLMANN et al., 2010). Esses autores verificaram que temperatura de secagem das sementes afeta a qualidade fisiológica das mesmas. Com o aumento da temperatura de secagem ocorre maior danificação mecânica das sementes de pinhão manso, porém a germinação ainda se mantém elevada apresentando valores acima de 91% em todas as temperaturas e estabilidade.

Segundo Zonta et al. (2011), sementes de pinhão manso podem ser secadas ao sol e sob temperaturas de 33 e 43 °C. Observaram também que temperatura de 43 °C proporciona menor tempo de secagem e melhor germinação e vigor de sementes de pinhão manso e que secagem à sombra é prejudicial à qualidade das sementes. Sousa et al. (2011) avaliando a cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) observaram a influência da temperatura sobre as curvas de secagem das sementes de nabo forrageiro. Os autores verificaram que o aumento da temperatura do ar de secagem faz com que haja uma maior taxa de remoção de água da semente devido a um maior gradiente de umidade entre a semente e o ar, decrescendo o tempo necessário para reduzir o teor de água até o valor desejado.

Para sementes de mamona, os estudos indicam que a secagem artificial de sementes é recomendada para produções em áreas superiores a 50 hectares e a temperatura ideal é de 50 a 55°C (RIBEIRO FILHO, 1966). No entanto, Moshkin (1986) recomenda no máximo 35 a 40°C para a secagem das sementes e 40 a 50°C para a secagem dos frutos. A secagem de sementes de mamona apresenta peculiaridades que a diferem dos demais produtos agrícolas, como a pequena contração do tegumento durante o processo de dessorção (GONELI et al., 2005).

A temperatura suportada pelas sementes de mamona depende da sua umidade inicial e da duração da ação do calor, porém o nível crítico de umidade das sementes de mamona, para um armazenamento seguro, é de 7 – 7,5% (MOSHKIN, 1986). Zuchi et al. (2009) concluíram que a colheita antecipada de sementes de mamona (70% dos frutos secos) e o uso de secagem artificial à 40°C propicia a obtenção de sementes de mamona de alta qualidade fisiológica, porém temperaturas superiores são danosas.

Dentre as oleaginosas culturas disponíveis para o setor do biodiesel, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma planta que surge como alternativa para a produção de matéria-prima visando à obtenção de biocombustível. Esta cultura apresenta como vantagens uma boa produção, características de tolerância à seca e geada e ainda, precocidade no ciclo com duração de, aproximadamente, 90 dias (COSTA et al., 2012). Verificando os estudos

disponíveis para secagem de sementes de crambe, percebe-se que informações sobre os procedimentos de secagem são recentes e abrangem os aspectos relacionados à cinética de secagem (FARIA et al., 2012; COSTA et al., 2013) e procedimentos de secagem (COSTA et al., 2012; MARTINS et al., 2012). Assim, há necessidade da busca de informações sobre a temperatura ideal de secagem objetivando a produção de sementes com alto padrão de qualidade (FARIA et al., 2014).

Segundo Faria et al. (2014), a temperatura entre 40 a 60 °C proporcionaram melhor desempenho fisiológico nos testes de viabilidade e vigor de sementes de crambe, ao passo que a temperatura de 70 °C foi prejudicial ao desempenho fisiológico das sementes. Já em relação aos métodos de secagem, Oliva et al. (2012) observaram que não houve efeito imediato negativo dos métodos de secagem à sombra, secagem com ar não aquecido, secagem com ar aquecido, secagem em terreiro e secagem no campo sobre a qualidade de sementes de crambe. O método de secagem na planta proporcionou menor número de sementes mortas em relação aos demais tratamentos.

Como pode ser observado, no Brasil, as condições ótimas de secagem para os lotes de sementes de crambe não estão ainda bem estabelecidas, fatos estes que podem inviabilizar a produção de sementes com a qualidade exigida pelo mercado.

Armazenamento de sementes de plantas oleaginosas

Para atender à logística de produção e comercialização de alimentos a armazenagem dos produtos agrícolas é uma excelente alternativa. Desta forma, informações a respeito do comportamento das sementes diante das prováveis condições climáticas que ocorrem durante o armazenamento, podem auxiliar na tomada de decisão sobre o armazenamento do produto com base na relação custo-benefício, decorrente de possíveis perdas de qualidade na estocagem (SMANIOTTO et al., 2014).

A qualidade da semente é fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada e o armazenamento é prática fundamental que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica da semente sendo também um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Para Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente.

Na maioria das culturas propagadas por sementes, a época de colheita não coincide com a época mais adequada para a semeadura; por isso, a importância do armazenamento das sementes (MARCOS FILHO, 2015). Durante o armazenamento, a umidade relativa do ar tem relação direta com o grau de umidade das sementes, enquanto a temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos. Portanto, as melhores condições para manutenção da qualidade de sementes ortodoxas, são baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura. Nessas condições, o embrião mantém menor atividade metabólica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A temperatura e a umidade relativa são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante o armazenamento e alterações na qualidade do produto e, em contrapartida, dos subprodutos (KONG et al., 2008; MALAKER et al., 2008). Há um incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento da temperatura,

que fica na dependência do teor de água das sementes (SILVA, 2008). Com o teor de água superior a 14% (b.u.) a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais ocasionando sua deterioração.

O tipo de embalagem utilizada no acondicionamento das sementes, durante o armazenamento, também assume grande importância na preservação da sua qualidade. Nesse sentido, as embalagens devem ajudar a diminuir a velocidade do processo de deterioração, mantendo o teor de água inicial das sementes armazenadas, com o intuito de diminuir a respiração (TONIN; PEREZ, 2006).

Tendo em vista essas considerações, o conhecimento do potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento faz-se necessário, por causa das exigências particulares das espécies quanto às condições para sua conservação. As sementes oleaginosas apresentam menor potencial de armazenamento que as amiláceas, em vista da menor estabilidade química dos lipídeos, em comparação com a do amido, uma vez que uma elevação moderada da temperatura, como consequência do processo respiratório, já é suficiente para a decomposição dos lipídeos e elevação da taxa de deterioração (FANAN et al., 2009). Nesse sentido, observa-se que, além das características fisiológicas inerentes a cada espécie, a longevidade das sementes é influenciada pelo ambiente e pela embalagem, durante o período pós-colheita.

José et al. (2010) constataram que a instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores preponderantes na queda de desempenho das sementes de várias espécies, especialmente das oleaginosas (alto teor de lipídios), e que a peroxidação lipídica e o estresse oxidativo têm causado a deterioração das sementes de oleaginosas, durante o seu envelhecimento, justificando assim os estudos que indiquem as melhores condições de armazenamento de sementes destas culturas.

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). As sementes tendem a perder o vigor e a germinação durante o armazenamento devido a peroxidação dos lipídeos, juntamente com um alto teor de água e temperatura, ser passível de ter provocado esta maior queda na germinação comprovando que o teor de água das sementes influencia na qualidade fisiológica durante o armazenamento (SMANIOTTO et al., 2014).

O armazenamento representa uma das principais etapas de um sistema eficiente de produção de sementes oleaginosas. Nesse sentido, vários trabalhos têm sido realizados verificando os efeitos das condições de armazenamento para a conservação de sementes de pinhão manso (GUZMAN; AQUINO, 2009; HÖRING et al., 2011; CHAVES et al., 2012); mamona (FANAN et al., 2009; ALMEIDA et al., 2010); girassol (ALMEIDA et al., 2010; ABREU et al., 2013); amendoim (AZEREDO et al., 2005; ALMEIDA et al., 2010; SANTOS et al., 2013), apresentando resultados bastante interessantes.

A deterioração é um dos grandes problemas do armazenamento de sementes, principalmente das oleaginosas, como relatado. Nesse sentido, vários são as pesquisas que verificam o efeito de diferentes condições de armazenamento sobre a conservação de sementes. Em sementes de soja, Forti et al. (2010) observaram que o ambiente de armazenamento não controlado ocasionou maior redução do potencial fisiológico nas sementes, em comparação com a câmara seca (50% UR e 20 °C) e câmara fria (90% UR e 10 °C).

De acordo com Demito e Afonso (2009), a redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para preservar a qualidade de sementes armazenadas. Smaniotto et al. (2014) também verificaram que o ambiente climatizado (20 °C) proporciona melhor conservação da qualidade fisiológica das sementes de soja, em todas as condições analisadas.

Em suas considerações, França Neto et al. (2007) relatam que a identificação de microrregiões com altitude mais elevada, com temperatura e umidade relativa do ar mais baixas, é a melhor opção para armazenar semente de soja em regiões quentes e úmidas do Brasil Central. Outras alternativas vêm sendo utilizadas por alguns produtores dessa região, como o resfriamento da semente pela injeção de ar frio (ao redor de 15 °C ou menos) e relativamente seco (50% a 65% UR), na massa de semente. Após o ensaio, a semente é mantida em armazém com isolamento térmico, sendo importante que a temperatura e a umidade relativa do ar sejam monitoradas constantemente.

Em relação às condições de armazenamento, Pinto Junior et al. (2012) concluíram que a embalagem impermeável mostrou-se eficaz na manutenção do grau de umidade e na qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso. O armazenamento de sementes sob temperaturas de 4 a 6 °C e 35 a 43% de umidade relativa pode ser realizado pelo período de 180 dias, sem que ocorram perdas na qualidade fisiológica das sementes.

Em trabalho com sementes de pinhão manso, Zonta et al. (2014) verificaram que as sementes podem ser armazenadas por 270 dias em ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa, em Viçosa-MG, tanto em embalagem de plástico como de pano. Entretanto, para armazenamento por período superior a 270 dias, é recomendada a utilização de ambiente refrigerado, com temperatura inferior ou igual a 18-20 °C, independente da embalagem utilizada.

Em sementes de gergelim, Lima et al. (2014) concluíram que as sementes permanecem viáveis por até doze meses quando armazenadas em ambiente da câmara fria e seca e da geladeira, independente do tipo de embalagem utilizada. Esses mesmos autores observaram que, em ambiente natural, as sementes permanecem viáveis por até seis meses de armazenamento e quando as sementes são armazenadas freezer, a embalagem de papel é a mais indicada para o acondicionamento das sementes de gergelim por até doze meses. Entretanto, segundo Azevedo et al. (2003), as embalagens impermeáveis são as mais indicadas para conservação da qualidade fisiológica das sementes de gergelim.

Em relação à cultura do crambe, estudos que indiquem as melhores condições de armazenamento ainda são incipientes, e, em alguns casos os resultados têm sido contraditórios. Cardoso et al. (2012) verificaram que o aumento do tempo de armazenamento exerceu efeito negativo na qualidade fisiológica de sementes de crambe, ao longo do tempo de armazenamento de nove meses. Masetto et al. (2013) relatam que o emprego da condição de câmara fria e de embalagem impermeável proporciona a manutenção do vigor das sementes de crambe e pode constituir tecnologia eficiente para conservar o potencial fisiológico das sementes, com até 180 dias de armazenamento. Bessa et al. (2015) concluíram que o ambiente natural e a embalagem PET mantêm a qualidade fisiológica das sementes de crambe, por até seis meses de armazenamento e, segundo esses mesmos autores, o ambiente refrigerado a 10 °C não é recomendado para o armazenamento das sementes de crambe. Amaro et al. (2015) concluíram que a embalagem de polietileno é eficiente para o armazenamento das sementes de crambe.

O crambe é um fruto que possui alto teor de óleo em sua composição; segundo Rosseto et al. (2012) é possível extrair em média de 38,56% de óleo dos frutos. Harrington (1973) recomenda que o teor de água ideal para armazenamento de sementes com alto teor de óleo é de 9% (b.u.) e valores superiores propiciam rápida deterioração dessas sementes. Assim, o estudo dos métodos de armazenamento é de grande importância para se conhecer a melhor forma de se armazenar sementes por longo período de tempo sem perder suas características fisiológicas (BESSA et al., 2015).

Para sementes de mamona, Fanan et al. (2009) observaram que sementes da cultivar IAC-2028 mantêm satisfatoriamente a sua qualidade fisiológica durante 12 meses de armazenamento. O teor de umidade das sementes de mamona destinadas ao armazenamento, deve situar-se na faixa que vai de 8 a 10%. Deve-se dar preferência a ambientes de umidade relativa mais baixa (GONÇALVES et al., 1981), devido à qualidade da semente de *Ricinus* comumente decai rapidamente durante os primeiros meses depois da colheita (MAZZANI, 1983) podendo, a partir daí, as reduções na qualidade serem mais lentas. A longevidade das sementes de mamona é aumentada consideravelmente, quando elas são colocadas em embalagens herméticas (lata ou silo), desde que o seu teor máximo de umidade seja de 5% (POPINIGIS, 1977).

Considerando o grande potencial oleaginoso da macaúba e a seu uso nos setores energéticos e industriais, torna-se indispensável o conhecimento das condições adequadas de armazenamento das sementes, garantindo a manutenção da viabilidade (SOUZA et al., 2016). Nesse sentido, esses mesmos autores concluíram que a faixa de umidade de $6,0 \leq 8,0\%$ em temperatura ambiente possibilitou a melhor conservação das sementes durante os 12 meses de armazenamento. Porém, as sementes não sobreviveram em temperatura de 10°C , independente dos teores de umidade. Em adição, observaram que o teor de água de 5,9% e os ambientes de armazenamento de $15^{\circ}\text{C}/45\%$ UR e $20^{\circ}\text{C}/55\%$ UR, independente do tipo de embalagem, apresentaram os melhores resultados ao longo do armazenamento, classificando as sementes de macaúba como intermediárias.

Diante destas considerações, pode-se destacar que as sementes apresentam maior percentagem de germinação e vigor por ocasião do ponto de maturidade fisiológica. A partir deste instante, ocorrem, inevitavelmente, mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais, que ocasionam a deterioração e a perda gradativa do vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A qualidade da semente é fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada, e o armazenamento é prática fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica da semente, sendo que o armazenamento adequado é uma técnica por meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter o seu vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003).

Considerações finais

O cultivo de plantas oleaginosas apresenta-se como importante alternativa para o estabelecimento do setor de bioenergia no país, potencializando a expansão de novas áreas de produção.

Embora seja elevado o número de publicações sobre o manejo e produção de importantes culturas oleaginosas, como a soja, algodão e girassol; resultados de pesquisa na área de tecnologia de sementes de novas espécies oleaginosas potenciais para a produção de biodiesel ainda são incipientes, principalmente na definição do manejo correto dos campos de produção, bem como as operações de secagem e armazenamento de sementes.

É importante destacar os esforços realizados por vários grupos de pesquisa do país, fato este que irá proporcionar a produção de sementes de qualidade, sendo este um componente essencial para o bom desempenho das culturas oleaginosas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas de estudo e apoio financeiro.

Referências bibliográficas

ABREU, L.A.S.; CARVALHO, M.L.M.; PINTO, C.A.G.; KATAOKA, V.Y.; SILVA, T.T.A. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p.240-247, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000200015>

ALMEIDA, F.A.C.; JERÔNIMO, E.S.; ALVES, N.M.C.; GOMES, J.P.; SILVA, A.S. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.189-202, 2010.

AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; ASSIS, M.O.; RODRIGUES, B.R.A.; CANGUSSÚ, L.V.; OLIVEIRA, M.B. Qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abssynica* Hochst) durante o armazenamento, em função de embalagens. **Magistra**, v. 27, n.1, p. 138-144, 2015.

AVELAR, S.A.G.; LEVIEN, A.M.; PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; BAUDET, L. Secagem estacionária de sementes de soja com ar desumidificado por resfriamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n.03 p.454-462, 2011.

<<http://submission.scielo.br/index.php/jss/article/view/42521/6747>>.

AZEREDO, G.A.; BRUNO, R.L.A.; LOPES, K.P.; SILVA, A.; DINIZ, E.; LIMA, A.A. Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p. 37-44, 2005. <<https://www.redalyc.org/html/2530/253020146007/>>.

AZEVEDO, M.R.Q.A.; GOUVEIA, J.P.G.; TROVÃO, D.M.M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.519-524, 2003. <<http://www.scielo.br/pdf/0D/rbeaa/v7n3/v7n3a19.pdf>>.

BARROZO, M.A.S.; HENRIQUE, H.M.; SARTORI, D.J.M.; FREIRE, J.T. The use of the orthogonal collocation method on the study of the drying kinetics of soybean seeds. **Journal of Stored Products Research**, v. 42, n. 03, p. 348-356, 2006.

BELTRÃO, N.E.M.; OLIVEIRA, M.I.P. Oleaginosas e seus Óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel. Campina Grande, 28p. 2008. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 201).

BESSA, J.F.V.; DONADON, J.R.; RESENDE, O.; ALVES, R.M.V.; SALES, J.F.; COSTA, L.M. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I - Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.224–230, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p224-230>

CARDOSO, R.B.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.
<<https://www.redalyc.org/html/2530/253023891006/>>.

CARGININ, A. **Oleaginosas potenciais para produção de biodiesel: necessidade de cultivares melhoradas**. Disponível em: <<https://www.agrosoft.com.br/2007/09/28/oleaginosas-potenciais-para-producao-de-biodiesel-necessidade-de-cultivares-melhoradas/>>. Acesso em: 22 de set. 2019.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 590p. 2012.

CHAVES, T.H.; RESENDE, O.; SIQUEIRA, V.C.; ULLMANN, R. Qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento em três ambientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 5, p. 1653-1662, 2012. <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744115004.pdf>>.

CHRIST, D.; CORRÊA, P.; ALVARENGA, E.M. (1997) - 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**, v. 19, n.2, p.150-154, 1997.

CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; JAREN, C.; RIBEIRO, D.M.; RESENDE, O. (2007) - Sorption isotherms and isosteric heat of peanut pods, kernels and hulls. **Food Science Technology International**, v. 13, n. 03, p.230-237, 2007.

CORRÊA, P.C.; MARTINS, A.J.H.; CHRIST, D. (1999) - Thin layer drying rate and loss of viability modelling for rapeseed (canola). **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 74, n. 01, p.33-39, 1999.

COSTA, L.M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D.N.; SOUSA, K.A. Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 294-302, 2012.

COSTA, L.M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D.N.; SOUZA, K.A.; SALES, J.F.; DONADON, J.R. The influence of drying on the physiological quality of crambe fruits. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 213-218, 2012.

<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v34i2.12482>

COSTA, L.M.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D.E.C. Isotermas de dessecção e calor isostérico dos frutos de crambe. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 412-418, 2013.

DEMITO, A. & AFONSO, A.D.L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, v.17, p.7-14, 2009.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.B.P.; RAMOS, N.P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 150-159, 2009.

<<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a17v31n1>>.

FARIA, R.Q.; TEIXEIRA, I.R.; DEVILLA, I.A.; ASCHERI, D.P.R.; RESENDE, O. Cinética de secagem de sementes de crambe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 573-583, 2012.

FARIA, R.Q.; TEIXEIRA, I.R.; CUNHA, D.A.; HONORATO, J.M.; DEVILLA, I.A. Qualidade fisiológica de sementes de crambe submetidas à secagem. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 453-460, 2014.

<<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/2306>>.

FORTI, V.A.; CICERO, S.M.; PINTO, T.L.F. Avaliação da evolução de danos por 'umidade' e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p.123-133, 2010.

<<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a14>>.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 12p. 2007. (**Circular Técnica**, 40).

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.603-608, 2004.

GOLDFARB, M.; MARTINS, M.E.D.; MATA, M.E.R.M.C.; PIMENTEL, L.W.; SEVERINO, L.S. Teor de água limite para crioconservação das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, n. 02, p. 121-129, 2008. <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev102/Art1023.pdf>>.

GONELI, A.L.D. **Variação das propriedades físicas-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis* L.) durante a secagem e o armazenamento.** 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

GONELI, A.L.D.; CORRÊA, P.C.; FIGUEIREDO NETO, A. Influência do processo de secagem sobre as propriedades físicas das sementes de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., 2005, Varginha, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2005.

GONÇALVES, N.P.; MARCIANI-BENDEZÚ, J.; LIMA, C.A. de S. Colheita e armazenamento da mamona. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.82, p. 44-45, 1981.

GUZMAN, L.E.P.; AQUINO, A.L. Seed characteristics and storage behavior of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Philippine Journal of Crop Science**, v. 34, n. 1, p. 13-21, 2009.

HARRINGTON, J. Packaging seed for storage and shipment. **Seed Science & Technology**, v.1, p.701-709, 1973.

HÖRING, C.F.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Armazenamento não controlado na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 521-526, 2011.
<<https://www.redalyc.org/html/4457/445744101012/>>.

JOSÉ, S.C.B.R. et al. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 29-38, 2010.

KONG, F.; CHANG, S.K.C.; LIU, Z.; WILSON, L. A.Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.

LIMA, D.C.; DUTRA, A.S. & CAMILO, J.M. Physiological quality of sesame seeds during storage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 138-145, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000100017>

MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA, M. M. A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.33, p.469-477, 2008.

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 660 p, 2015.
- MARTINS, L.D.; COSTA, F.P.; LOPES, J.C.; RODRIGUES, W.N. Influence of pre-germination treatments and temperature on the germination of crambe seeds (*Crambe abyssinica* Hochst). **Idesia**, v.30, n. 3, p. 23-28, 2012. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000300003>
- MASETTO, T.E.; GORDIN, C.R.B.; QUADROS, J.B.; REZENDE, R.K.S.; SCALON, S.P.Q. Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr .em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ceres**, v.60, n.5, p. 646-652, 2013. <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/4033>.
- MAZZANI, B. Almacenamiento y conservación de semillas oleaginosas. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983, p. 73-93.
- MIRANDA, L.C.; SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n. 11, p. 2097-2108, 1999.
- MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. 315p.
- OLIVA, A.C.E.; BIAGGIONI, M.A.M.; CAVARIANI, C. Efeito imediato do método de secagem na qualidade de sementes de crambe. **Revista Energia na Agricultura**, v. 27, n.3, p.16-30, 2012.
- OZDEMIR, M.; DEVRES, Y.O. The thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. **Journal of Food Engineering**, v. 42, n. 04, p. 225-233, 1999.
- PESKE, S.T.; VILLELA, F.A. Secagem de sementes. In: Peske, S.T.; Lucca, O.F.; Barros, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2.ed. Pelotas: UFPel, v.2. p.470-498, 2006.
- PINTO JUNIOR, A.S.; GUIMARÃES, V.F.; DRANSKI, J.A.L.; STEINER, F.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n.4, p. 636 – 643, 2012.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**, Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- PRADHAN, R.C.; NAIK, S.N.; BHATNAGAR, N.; VIJAY, V.K. Moisture-dependent physical properties of jatropha fruit. **Industrial Crops and Products**, v. 29, n. 02/03, p. 341-347, 2009.
- PESQ. AGROP. GAÚCHA, Porto Alegre, v.25, ns.1/2, p. 105-119, 2019

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M.; RODRIGUES, S. Modelagem matemática do processo de secagem de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.10, n.1, p.17-26, 2008.

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

ROSSETO, R.E.; SANTOS, R.F.; BASSEGIO, D.; SECCO, D.; SOUZA, S.N.M.; CHAVES, L.I.; FORNASARI, C.H. Efeito da secagem na extração de óleos em plantas com potencial energético. **Acta Iguazu**, v.1, p.69-77, 2012.

SACILIK, K.; TARIMCI, C.; COLAK A. Moisture content and bulk density dependence of dielectric properties of safflower seed in the radio frequency range. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 04, p. 1111-1116, 2007.

SANTOS, F.; MEDINA, P.F.; LOURENÇÃO, A.; PARISI, J.J.D. & GODOY, I.J. Qualidade de sementes de amendoim armazenadas no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 72, n. 3, p.310-317, 2013. <<https://www.redalyc.org/html/908/90828777014/>>.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 560p, 2008.

SILVA, P.A.; DINIZ, K.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V.R. Análise fisiológica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.02, p.15-22, 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n2/v29n2a03>>.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C.; SIMON, G. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 4, p.446-453, 2014. <<http://www.agriambi.com.br/revista/v18n04/v18n04a13.pdf>>.

SOUSA, K.A.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; MOREIRA, L. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 883-892, 2011.

SOUZA, P.P. et al. Tipo de armazenamento no vigor e na viabilidade de sementes de macaúba oriundas de duas localidades do Estado de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 46, n.11, p.1932-1937, 2016.

TONIN, G.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J.F.; CHAVES, T.H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 03, p. 442-447, 2010. <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/911>>.

ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; DIAS, L.A.S. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.04, 2011.

ZONTA, J.B.; ARAUHO, E.F.; ARAUJO, R.F.; ZONTA, J.H.; DIAS, L.A.S.; RIBEIRO, P.H. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 599-608, 2014.

ZUCHI, J.; PESKE, S.T.; BEVILAQUA, G.A.P.; SILVA, S. dos A.E. Retardamento de colheita, método de secagem e qualidade de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p.009-015, 2009.