



## Tecnologia de produção de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) de alta qualidade: avanços e perspectivas

Hugo Tiago Ribeiro Amaro<sup>1\*</sup>, Eduardo Fontes Araujo<sup>2</sup>, Roberto Fontes Araujo<sup>3</sup>, Andréia Márcia Santos de Souza David<sup>1</sup>, Fabrício Welington Souza Silva<sup>4</sup> e Ronaldo Porto Madureira<sup>5</sup>

**Resumo** – Com o estímulo à produção e ao uso de biodiesel, o crambe representa uma das melhores opções para o fornecimento de matéria-prima para o setor, uma vez que contém valores expressivos de óleo em suas sementes. A demanda por sementes de qualidade, para o estabelecimento da cultura, tem aumentado a cada ano. Nesse sentido, cita-se que a produção de sementes de elevada qualidade genética, física, fisiológica (germinação e vigor) e sanitária envolve várias atividades, desde o trabalho de melhoramento até o momento da comercialização. Conforme a legislação de sementes vigente no país, no processo de produção é fundamental que as etapas de campo, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento, entre outras, sejam efetuadas dentro de normas e padrões pré-estabelecidos para a comercialização desse importante insumo agrícola. Objetivou-se, com este trabalho de revisão de literatura, levantar as principais informações referentes à cultura do crambe, visando à produção de sementes de qualidade superior. Diante das informações obtidas nesta revisão, verifica-se que ainda há carências ou indefinições em determinadas áreas, sugerindo-se a realização de novos estudos nas diversas etapas do sistema de produção de sementes de crambe.

**Palavras-chave:** Biodiesel. Cultivo. Qualidade fisiológica. Produtividade

## High quality crambe seed production technology (*Crambe abyssinica* Hochst): advances and perspectives

**Abstract** – With the encouragement of the production and use of biodiesel, crambe represents one of the best options for the supply of raw material for the sector, since it contains expressive values of oil in its seeds. The demand for quality seeds, for the establishment of the crop, has increased every year. In this sense, it is mentioned that the production of seeds of high genetic, physical, physiological (germination and vigor) and sanitary quality involves several activities, from the improvement work until the moment of commercialization. According to the seed legislation in force in the country, in the production process it is essential that the stages of field, harvesting, drying, processing and storage, among others, are carried out within pre-established norms and standards for the commercialization of this important agricultural input. The aim of this literature review was to gather the main information regarding the crambe culture, aiming at the production of superior quality seeds. In view of the information obtained in this review, it appears that there are still deficiencies or lack of definition in certain areas, suggesting further studies in the various stages of the crambe seed production system.

**Keywords:** Biodiesel. Cultivation. Physiological quality. Productivity.

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes. Av. Reinaldo Viana, Caixa Postal 91. Janaúba - MG . E-mail: hugo.amaro@unimontes.br. \*autor para correspondência.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa – UFV. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa – MG.

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Epamig, Campus Universitário da UFV, Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Viçosa – UFV. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa – MG.

<sup>5</sup> Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG. Campus Arinos. Arinos – MG.



## Introdução

A semente constitui o insumo fundamental para o desenvolvimento da agricultura, pois é um veículo compacto, resistente e prático, por meio do qual as cultivares são propagadas no tempo e espaço (VIEIRA et al., 2006). Segundo Vieira et al. (2006), a produção de sementes é um processo com diversas fases, que incluem a pesquisa e o melhoramento, a produção, a certificação, até a manutenção depois da colheita, cuja finalidade específica é obter sementes de qualidade, com alta pureza genética, pureza física, qualidade fisiológica e sanitária, com efeitos em sua capacidade de originar plantas de alta produtividade.

Pertencente à família Brassicaceae, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é originário do Mediterrâneo, bastante resistente ao déficit hídrico, principalmente a partir do seu desenvolvimento vegetativo (RUAS et al., 2010). Com o estímulo à produção e ao uso do biodiesel no Brasil, fomentado pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o crambe voltou a ser estudado, representando hoje uma das melhores opções para o fornecimento de matéria-prima para a cadeia produtiva do biodiesel, sendo que o teor de óleo nas sementes, em boas condições de cultivo, chega a 38% (PITOL, 2008).

O crambe foi introduzido no Brasil apenas em 1995, pela Fundação MS, que desde então começou a trabalhar no desenvolvimento de uma nova variedade brasileira (PITOL et al., 2012). Características como qualidade e o elevado teor de óleo obtido dos grãos, o ciclo curto, a resistência a pragas e a alta produtividade são algumas vantagens dessa cultura para produção de biodiesel (LAGHETTI et al., 1995). Tais qualidades intensificaram o interesse pela cultura e em 2007 foi lançada a primeira cultivar brasileira de crambe, a “FMS Brilhante” (PITOL et al., 2012). Produtiva e adaptada às condições brasileiras, a cultivar FMS Brilhante foi desenvolvida a partir de materiais oriundos do México, que foram selecionados por pesquisadores da Fundação MS (PITOL et al., 2010).

O crambe é uma planta herbácea anual, cuja haste ramifica-se próximo ao solo para formar 30 ou mais galhos, que novamente se ramificam, formando galhos terciários (DESAI et al., 1997). As folhas são ovais e assimétricas; 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., 1991). Seu fruto é tipo síliqua, inicialmente verde, mas que se torna amarelo com a maturidade. O tamanho da semente varia consideravelmente no diâmetro (0,8 a 2,6 mm), sendo influenciado pelo número de sementes por planta, pela fertilidade do solo e disponibilidade hídrica (DESAI et al., 1997).

Por ser uma cultura totalmente mecanizada e utilizar as mesmas máquinas e estruturas da soja (semeadoras, colhedoras, armazéns etc.), o crambe tem grande potencial de expansão, como alternativa de segunda safra em boa parte das áreas de cerrado (ROSCOE; DELMONTES, 2008) e em outras regiões do País. Apesar do grande potencial da cultura, principalmente para atender o setor de biocombustíveis, há



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

carência de informações sobre o seu manejo, principalmente quanto ao sistema de produção de sementes de qualidade para atender às demandas do agricultor.

Diante dessas considerações, o objetivo deste trabalho foi, por meio de consulta bibliográfica, abordar os principais aspectos verificados durante a produção de sementes de crambe, visando obter informações relevantes para orientar na produção de um insumo com elevada qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, e identificar novas demandas de pesquisa para a área de tecnologia de sementes da cultura.

## **Metodologia**

Para a construção do trabalho foi realizada ampla revisão de literatura, com análise detalhada de todas as etapas de produção de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). Após consultas em literaturas especializadas, realizaram-se as considerações finais, enfatizando a relevância e as perspectivas da pesquisa para o fornecimento de informações quanto à produção de sementes de crambe de elevada qualidade. As informações foram organizadas e serão apresentadas conforme os tópicos: *Legislação aplicada à produção de sementes; Escolha da região e da área; Escolha da semente/cultivar; Fertilidade do solo e nutrição das plantas; Época de plantio; Semeadura, espaçamento e densidade de plantio; Controle de plantas daninhas; Controle de pragas e doenças; Maturação e colheita de sementes; Secagem de sementes; Beneficiamento de sementes; Armazenamento de sementes e Tratamento de sementes.*

## **Desenvolvimento**

### **Legislação aplicada à produção de sementes**

A legislação sobre as normas para produção, comercialização e utilização de sementes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) deu início a uma nova fase da legislação de sementes no Brasil (CAMPOS et al., 2006). Assim, o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM), instituído pela Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, e seu regulamento, visam garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional (BRASIL, 2004). Destaca-se que ainda não há regra específica para a produção de sementes de crambe; portanto, as normas para produção de sementes da cultura deverão seguir o que estabelecem a Lei nº 10.711/2003; o Decreto nº 5.153/2004 (BRASIL, 2004) e a Instrução Normativa nº 9, de 02 de junho de 2005 (BRASIL, 2005).

Nesse sentido, cabe a todos os agentes envolvidos no setor observar as normas e padrões estabelecidos pelo MAPA quanto à legislação de sementes. Somando-se a isso, as demais considerações feitas a seguir



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

objetivam fornecer informações úteis para a produção de um insumo com garantia de identidade e qualidade demandada pelo mercado.

## **Escolha da região e da área**

Na seleção de uma região para a produção de sementes, diversos fatores climáticos devem ser considerados. Baixa luminosidade, variações bruscas de temperatura e elevada umidade relativa são desfavoráveis à obtenção de sementes de qualidade e altamente favoráveis à incidência de doenças. Estresses climáticos e nutricionais, frequentemente associados com danos causados por insetos e por microrganismos, são considerados como as principais causas da deterioração da semente no campo (VIEIRA et al., 2006).

O crambe é tolerante ao frio e à seca, sendo uma cultura de ciclo curto (cerca de 90 dias), e bem adaptada às condições brasileiras. É sensível a geadas fortes na fase de plântula e no florescimento. Para atingir sua maturação fisiológica, necessita de 1.350 graus-dia (considerando temperatura mínima de 2,5° C) durante todo seu ciclo. Durante a germinação e o estabelecimento da lavoura, o crambe requer boa umidade e, após o florescimento, períodos mais secos são ideais para seu desenvolvimento e baixa incidência de doenças (PITOL et al, 2010), fatores estes que devem ser levados em consideração na escolha de regiões mais aptas ao plantio do crambe.

Quanto à escolha da gleba/área para a instalação do campo de produção, Vieira et al. (2006) ressaltam que os campos de sementes devem estar fisicamente isolados para impedir possíveis contaminações genéticas e misturas varietais e para preservar a condição fitossanitária dos materiais. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), o isolamento, dentre as medidas preconizadas para a proteção do patrimônio genético de uma cultivar, é, provavelmente, a mais conhecida. É a medida pela qual o campo de determinada cultivar é separado de outro, evitando que haja troca de pólen, o que provocaria contaminação genética e perda da identidade da cultivar em multiplicação. Nesse sentido, Pitol et al. (2010) comentam que as flores de crambe são hermafroditas, a planta apresenta polinização cruzada, sendo uma cultura alógama, devendo ser observados os devidos cuidados no isolamento dos campos de produção de sementes da cultura, quando houver mais de uma cultivar sendo produzida no mesmo local.

## **Escolha da semente ou cultivar**

A escolha da semente/cultivar a ser plantada é o ponto de partida para implantação de uma boa lavoura e, conseqüentemente, obter uma produção satisfatória (VIEIRA et al., 2006). Nesse contexto, as cultivares a serem multiplicadas devem ser geneticamente puras, cujas plantas adultas irão reproduzir todas as características da cultivar selecionada pelos melhoristas.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

No Brasil, o cultivo do crambe teve início após a introdução de sementes oriundas do México, por parte de pesquisadores da Fundação MS, na década de 90, que inicialmente testaram a planta como alternativa ao nabo forrageiro, para adubo verde. Após anos de pesquisa, o potencial do crambe como produtor de óleo prevaleceu e, com o melhoramento genético, foi obtida a primeira e única cultivar registrada no Brasil, a 'FMS Brilhante' (PITOL, 2008; PITOL et al., 2010). Segundo Pitol et al. (2010), a cultivar FMS Brilhante foi obtida pelo método de seleção massal realizada em uma população oriunda do México. Esta cultivar apresenta um ciclo médio de 90 dias da emergência à colheita. Em condições de clima seco atinge altura de 80 a 90 centímetros e em condições de umidade satisfatória na fase vegetativa, pode atingir altura acima de um metro. Pitol (2008) comenta que, observando as recomendações de plantio em solos de boa à alta fertilidade, a produtividade de grãos varia de 1000 a 1500 kg ha<sup>-1</sup>. O teor de óleo na semente, em condições adequadas de cultivo, chega a 38%. Vários testes já comprovaram a boa qualidade do óleo de crambe para a produção de biodiesel.

### Fertilidade do solo e nutrição das plantas

A recomendação de fertilizantes para a implantação de culturas destinadas à produção de sementes é geralmente semelhante àquela utilizada para as áreas destinadas à produção de grãos (VIEIRA et al., 2006). Fatores como clima, solo e planta e suas interações afetam a absorção e a utilização de nutrientes pelas plantas, com efeitos também sobre a qualidade das sementes produzidas.

O crambe possui sistema radicular pivotante, alcançando profundidades superiores a 15 cm (KNIGHTS, 2002; COLODETTI et al., 2012). O sistema radicular do crambe é sensível ao alumínio tóxico, necessitando de um perfil de solo bem corrigido (BROCH; ROSCOE, 2010). A presença de alumínio trocável no solo prejudica severamente a produção do crambe, assim como os baixos teores de cálcio e magnésio. Segundo Broch e Roscoe (2010), a correção do solo deve ser realizada para elevar o pH entre 5,8 e 6,2, considerada esta faixa como ótima para a cultura. A resposta do crambe à fertilidade do solo é semelhante à de outras brassicáceas, como a colza (*Brassica napus* L.), a canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa* L.) e a mostarda (*Brassica juncea* L.) (KNIGHTS, 2002). No entanto, ainda não há recomendações específicas para a cultura, principalmente quando se objetiva produção de sementes.

Em relação à adubação nitrogenada, Rezende et al. (2015), avaliando as doses 0; 5; 10; 20 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura na cultura do crambe, observaram que a aplicação de doses crescentes do nutriente aumentou significativamente os teores de clorofila nas folhas e a massa de mil grãos. Para os parâmetros morfológicos avaliados, como comprimento de parte aérea, área foliar e produtividade da cultura, os tratamentos não tiveram efeito. Santos et al. (2012), estudando o efeito da adubação potássica (0, 15, 30, 60 e



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) na cultura do crambe, concluíram que a aplicação de doses de potássio na semeadura influenciou positivamente na produtividade; no entanto, não aumentou a massa seca, a massa de 100 grãos e o teor de óleo em grãos.

Em relação à adubação fosfatada, Rogério et al. (2012), avaliando o efeito de doses de fósforo - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 15, 30, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup>) na adubação de base da cultura do crambe, observaram que a aplicação de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na semeadura influenciou positivamente no desenvolvimento da cultura. Verificaram também que as maiores doses de fósforo proporcionaram incremento significativo na produtividade, sendo o melhor resultado obtido com aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Vazquez et al. (2014) observaram que a produtividade de sementes de crambe aumenta com doses de fósforo de até 100 kg ha<sup>-1</sup>, sem, contudo, afetar a porcentagem de sobrevivência de plantas, a fitomassa seca, a massa de mil sementes, a qualidade fisiológica, a composição química e o teor de óleo das sementes.

### **Época de plantio**

A época de plantio refere-se ao período do ano mais propício para se iniciar o cultivo de um campo de produção de sementes, considerando-se que, ao longo do ciclo das plantas e em cada estágio de desenvolvimento, devem ocorrer condições ambientais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura (VIEIRA et al., 2006). Para realizar a implantação do crambe no Centro-Oeste brasileiro, é necessário efetuar o plantio entre os meses de abril a julho, dependendo da incidência de chuvas no pré-plantio (PITOL et al., 2010; KNIGHTS, 2002). No Mato Grosso do Sul, região pioneira nos estudos do crambe no Brasil, a semeadura pode ser feita de março a maio, porém este período pode ser estendido até julho, dependendo da região, clima e disponibilidade de água (PITOL et al., 2010).

Estudos estão sendo realizados objetivando verificar as melhores épocas de semeadura em outras regiões. Nesse sentido, Reginato et al. (2013) avaliaram o desempenho agrônomo e a qualidade de sementes de crambe produzidas em diferentes épocas de semeadura (em março, abril e maio) e profundidades de semeadura (17,5 e 40,4 mm) em Dourados, MS; os autores concluíram que a época de semeadura influenciou o desempenho agrônomo e a qualidade de sementes, independentemente da profundidade utilizada, sendo que, os melhores resultados obtidos foram com a semeadura no início de abril.

### **Semeadura, espaçamento e densidade de plantio**

Vários trabalhos têm sido realizados sobre os efeitos de diferentes condições de semeadura, espaçamento e população de plantas na qualidade das sementes em diferentes culturas (CRUSCIOL et al., 2002; MONKS et al., 2006; VAZQUEZ et al., 2008). Entretanto, para o crambe, não há recomendações



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

específicas para campos de produção de sementes quanto a esses fatores. Em relação à profundidade de semeadura, Borsoi et al. (2010) concluíram que a profundidade de 3 cm é a mais indicada para o crambe, uma vez que resulta em boa cobertura com solo sobre a semente, proporcionando melhores condições de germinação em situações de ambiente não favorável.

O crambe adapta-se bem à semeadura direta e o espaçamento de 17 a 20 cm, semelhante ao empregado no trigo e aveia, é o mais indicado. Seu cultivo é totalmente mecanizável e não há necessidade de equipamentos específicos. A escolha por espaçamentos menores facilita o controle de ervas daninhas, já que ocorre o fechamento da cultura mais rapidamente. Quanto à densidade de semeadura, experimentos realizados pela Fundação MS encontraram melhores resultados com 120 a 140 sementes/m<sup>2</sup>, mas a recomendação pode variar entre 70 a 140 sementes/m<sup>2</sup> (PITOL, 2008).

### Controle de plantas daninhas

A cultura de crambe é relativamente recente no Brasil, existindo poucas informações sobre a sua gestão para a obtenção de elevada produtividade com o mínimo de risco econômico e ambiental (CONCENÇO et al., 2014). Entre os fatores abióticos e bióticos que interferem na produtividade do crambe, destaca-se a interferência das plantas daninhas. Por se tratar de uma espécie de crescimento inicial lento, as plantas de crambe, durante o período inicial, podem sofrer interferência negativa da comunidade infestante e ter o seu crescimento e desenvolvimento vegetativo comprometidos, bem como a produção de sementes e de óleo (ENDRES; SCHATZ, 2013).

Marques (2012), avaliando o período de interferência de plantas daninhas e seletividade a herbicidas na cultura do crambe, observou a predominância de espécies dicotiledôneas na área estudada, correspondendo a 76,2% da comunidade de plantas daninhas. Segundo o autor, os resultados observados são comuns, em função da época de cultivo da cultura, uma vez que as daninhas pertencentes à classe monocotiledônea têm menor emergência nos períodos mais frios do ano, ao contrário das espécies dicotiledôneas.

Na maioria das culturas de interesse econômico, a aplicação de herbicidas é o método mais utilizado para controle de infestantes. Isso ocorre porque esse método é geralmente eficiente e rápido, tornando possível o cultivo de grandes áreas, com pouca dependência de mão-de-obra (ROCHA et al., 2010).

Segundo Pitol (2008), o ideal é o cultivo em áreas de baixa infestação de invasoras, onde a dessecação em pré-plantio seria o único gasto com herbicida. Trabalhos têm sido realizados avaliando o efeito de herbicidas na cultura do crambe (CONCENÇO et al., 2014), com resultados bem promissores. Oliveira Neto et al. (2011), estudando a seletividade de plantas de crambe a herbicidas aplicados em pré-emergência, verificaram que apenas o herbicida trifluralin, em doses inferiores a 450 g i.a.ha<sup>-1</sup>, demonstrou-se seletivo para



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

a cultura. Souza et al. (2014) observaram que apenas o herbicida trifluralin (herbicida inibidor da síntese de microtubulos), aplicado em pré-emergência, seletivo e de ação sistêmica, os herbicidas cletodim+fenoxaprop-p-ethyl, fluzifop-p-butyl, setoxydim e clefoxydim (herbicidas inibidores da Acetil-CoA carboxilase) de ação sistêmica e o herbicida quinclorac (herbicida mimetizador da auxina) de ação sistêmica, aplicados em pós-emergência, apresentaram seletividade e potencial de uso para a cultivar de crambe FMS Brilhante.

Até o presente momento, não existem herbicidas registrados para a cultura do crambe no Brasil. Entretanto, boas perspectivas para o crambe são observadas após a publicação da Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 16 de junho de 2014 (BRASIL, 2014), a qual estabelece as diretrizes e exigências para o registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins para Culturas com Suporte Fitossanitário Insuficiente (CSFI), bem como o limite máximo de resíduos permitido. As Culturas com Suporte Fitossanitário Insuficiente são aquelas para as quais faltam ou existe número reduzido de agrotóxicos e afins registrados, prejudicando o manejo fitossanitário (BRASIL, 2014). Desta forma, para os herbicidas, que demonstram potencial de seletividade e controle de plantas daninhas para a cultura do crambe, pode ser utilizada a INC 1/2014, possibilitando o pedido de registro do agrotóxico para a cultura. O crambe apresenta potencial de cultivo em larga escala e a utilização de herbicidas torna-se fator crucial no manejo eficiente e eficaz de plantas daninhas na cultura.

### **Controle de pragas e doenças**

As pragas atacam os campos nas diferentes etapas de desenvolvimento, causando danos consideráveis à produção e à produtividade, comprometendo o produto final, e, conseqüentemente, trazendo prejuízos para os produtores (VIEIRA et al., 2006). Monitorar a presença de pragas nos campos, por meio de vistorias das plantas, é uma atividade recomendada para que o produtor saiba quando executar o controle e que o faça de modo que promova o equilíbrio ecológico de todo o sistema de produção.

Devido à sua praticidade de uso, o controle químico é a principal medida de combate a insetos e ácaros-praga nos campos de produção de sementes. Todavia, o emprego de inseticidas e acaricidas de maneira indiscriminada ou inadequada tem causado sérios problemas, como a ressurgência de pragas, surgimento de novas pragas, resistência aos produtos rotineiramente utilizados, intoxicação dos aplicadores e contaminação do solo e do lençol freático com resíduos químicos (GUIMARÃES et al., 2011).

O crambe é uma planta com glucosinolatos presentes em seus tecidos. O metabolismo desses compostos resulta na produção de substâncias tóxicas, o que funciona como uma barreira natural ao ataque de pragas (FALK et al., 2004). Os glicosinolatos exercem diversas funções na planta, como defesa contra patógenos, metabolismo do enxofre e nitrogênio e regulação do crescimento. Também assumem um papel



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

importante na defesa da planta contra os efeitos do estresse gerado por condições climáticas extremas de temperatura e pressão (BLAZEVIC; MASTELIC, 2009). Segundo Pitol et al. (2010a), poucas pragas atacam o crambe no Brasil, ocorrendo ataques isolados de insetos fitófagos, como a lagarta rosca (*Agrotis* spp. e *Spodoptera* spp.). Também, há relatos de ataque do pulgão das crucíferas (*Brevicoryne brassicae*), todavia sem danos expressivos.

Outro fator que limita a produtividade e a obtenção de sementes de alta qualidade, principalmente fisiológica e sanitária, é a ocorrência de doenças, as quais podem ser transmitidas pelas próprias sementes (VIEIRA et al., 2006). Para a cultura do crambe, a ocorrência de doenças está muito ligada a condições de alta umidade do solo e do ar. Dessa forma, se ocorrer precipitações elevadas, causando o aumento da umidade do ar e do solo, o crambe torna-se muito susceptível a doenças. Entre outras, pode ocorrer o ataque de alternária (*Alternaria* sp.), esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiarum*), fusário (*Fusarium* sp.), plasmodiophora (*Plasmodiophora* sp.) e canela preta (*Leptosphaeria maculans*). Entre as doenças citadas, a esclerotínia tem impacto negativo no Brasil em grandes culturas como a soja, o feijão e girassol (PITOL et al., 2010a). A *Alternaria brassicicola* é um patógeno que causa sintomas agravantes no crambe. Trata-se de um fungo que provoca escurecimento das sementes e caules, além de reduzir a germinação; a utilização de sementes de qualidade é o ponto crucial para a minimização de problemas na implantação da cultura (OPLINGER et al., 1991).

Moers et al. (2012), realizando levantamento de doenças na cultura do crambe, na região oeste do Paraná, nas plantas a campo, foram identificados *Fusarium* sp., causando tombamento nas plantas jovens, *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*, causando podridão negra, e manchas de *Alternaria brassicae* em plantas adultas.

### **Maturação e colheita de sementes**

O processo de maturação da semente é controlado geneticamente e envolve uma sequência ordenada de alterações de várias naturezas, verificadas a partir da fecundação, até que as sementes se tornem independentes da planta-mãe. O ponto de maturidade fisiológica é alcançado, quando a semente atinge os valores máximos de massa seca, poder germinativo e vigor, exceção feita àquelas cultivares que apresentam o fenômeno da dormência (MARCOS FILHO, 2015).

O crambe apresenta hábito de florescimento indeterminado (OLIVEIRA et al., 2014). Para estas plantas, o florescimento e, conseqüentemente, a produção das sementes, ocorrem por um extenso período, o que evidencia os efeitos da maturação e da colheita sobre a qualidade das sementes produzidas. Segundo Pitol et al. (2010), o ponto de colheita de crambe pode ser observado no campo, geralmente 90 a 110 dias após



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

o plantio; o término do ciclo é verificado quando as folhas tendem a secar e cair das plantas, as colorações dos frutos e dos ramos tendem a amarelecer do ápice para a base das plantas. Oliveira et al. (2014), avaliando épocas de colheita de sementes de crambe nas condições de clima e solo do Norte de Minas Gerais, concluíram que a melhor época para realizar a colheita, com maior qualidade fisiológica (máximo de germinação e vigor), ocorre no período de 14 a 26 dias após a plena floração. Estudos que indiquem a melhor época para se efetuar a colheita de sementes de crambe nas diferentes regiões de cultivo ainda são escassos na literatura, justificando a realização de experimentos que potencializem informações seguras para todos os envolvidos no setor.

Outro aspecto importante a ser levado em consideração durante a colheita é o conteúdo de água da semente. Sementes secas tenderão a apresentar danos mecânicos imediatos, caracterizados por fissuras, rachaduras e quebras, enquanto que sementes com grau de umidade elevado são mais suscetíveis aos danos mecânicos latentes, caracterizados por amassamentos e abrasões, com efeitos negativos sobre a qualidade fisiológica dos lotes de sementes colhidos (VON PINHO; SALGADO, 2006).

Uma alternativa bastante empregada pelo produtor para minimizar a deterioração da qualidade das sementes no campo ou para antecipar a colheita em áreas comerciais de produção de grãos é a aplicação de herbicidas dessecantes (INOUE et al., 2003). Os herbicidas dessecantes aceleram o processo de perda de água pelas plantas e, conseqüentemente, das sementes, diminuindo o período de exposição prolongada aos fatores bióticos e abióticos após a maturidade fisiológica (HAMER; HAMER, 2003), aumentando a eficiência da colheita. Nesse sentido, Cangussú et al. (2018) observaram que a dessecação das plantas de crambe em pré-colheita com glyphosate se mostrou eficiente, afetando positivamente a germinação e o vigor das sementes. A aplicação do dessecante nas plantas ( $2.0 \text{ L ha}^{-1}$  de i.a), com 90% das sementes de coloração marrom, aos 103 dias após a semeadura, possibilita a produção de sementes com desempenho superior.

### **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. 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, como o crambe. Nestas sementes, ocorre um período natural de dessecação ao final do processo de acúmulo de matéria seca (MARCOS FILHO, 2015).



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

Sementes recém-colhidas, vindas do campo, podem, muitas vezes, apresentar teor de água inadequado para serem armazenadas com segurança, necessitando, portanto, serem secadas. A secagem apresenta-se, desta forma, como exigência para poder garantir a qualidade da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Angelovici et al. (2010) relatam que, após essas sementes atingirem o máximo acúmulo de matéria seca, observa-se que o decréscimo no grau de umidade prossegue. Isso ocorre uma vez que, durante o desenvolvimento, as sementes adquirem a capacidade de tolerar a dessecação e, portanto, reduzem a atividade metabólica, o que pode aumentar sua longevidade, além de conferir tolerância às condições ambientais extremas (LEPRINCE; BUITINK, 2010).

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). Assim, há necessidade de pesquisas que avaliem o tempo e temperatura ideal durante a secagem, objetivando a seleção de tipos e métodos de secagem mais apropriados para a produção de sementes com alto padrão de qualidade.

Faria et al. (2014) observaram que as temperaturas entre 40 a 60 °C propiciaram melhor desempenho fisiológico às sementes nos testes de viabilidade e vigor. Verificaram também que a temperatura de 70 °C foi prejudicial ao desempenho fisiológico das sementes de crambe. Nesse trabalho, o processo de secagem foi realizado por meio de um secador de leito fixo, horizontal, com ventilação de ar forçada, com três bandejas removíveis, de fundo telado. A secagem foi conduzida até que as sementes atingissem o equilíbrio higroscópico com as condições do ar de secagem (FARIA et al., 2014).

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 (cujas temperatura média do ar de secagem e da massa de sementes foram 45,5 e 39,7 °C, respectivamente), secagem em terreiro e secagem no campo sobre a qualidade de sementes de crambe. Segundo Oliva et al. (2012), os tempos de secagem observados no presente trabalho foram: secagem à sombra (113 horas); secagem com ar não aquecido (113 horas); secagem com ar aquecido (6,6 horas); secagem em terreiro (98 horas) e secagem no campo (144 horas).

## **Beneficiamento de sementes**

As sementes, depois de colhidas, apresentam-se misturadas a materiais indesejáveis, tais como palhas, terra, sementes de plantas daninhas e de outras espécies cultivadas, que devem ser removidos, necessitando com isso ser submetidas ao beneficiamento. Para se realizar o beneficiamento, lança-se mão de diferenças nas características físicas entre a boa semente e o material indesejável (impurezas e outras sementes) a ser retirado



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

(VIEIRA et al., 2006). A eficiência do beneficiamento depende do tipo, da sequência e das regulagens adequadas das máquinas e dos equipamentos. A definição do fluxograma mais apropriado depende da espécie, da cultivar e das características dos materiais indesejáveis presentes nos lotes de sementes, os quais são afetados pelo aspecto geral do campo de produção, pelo hábito de crescimento da cultivar, pelos métodos de colheita, entre outros (ARAÚJO et al., 2009).

Em relação ao beneficiamento de sementes de crambe, percebe-se que as etapas são realizadas adaptando-se o fluxograma e maquinários utilizados no beneficiamento de outras culturas, como a soja. Para sementes de crucíferas, como repolho, couves, brócoli e mostarda; plantas da mesma família do crambe, Silva e Silva (1983) mencionaram que o beneficiamento das sementes pode ser realizado pela máquina de ventilador e peneiras, separador de espiral e/ou mesa de gravidade. Gadotti et al. (2006), trabalhando com sementes de couve-brócoli em máquina de ar e peneiras e mesa densimétrica, observaram que as sementes descarregadas na parte mais alta da mesa densimétrica apresentaram qualidade fisiológica superior às das partes mais baixas. Esses mesmos autores recomendaram a eliminação da fração direcionada para a parte baixa visando melhoria da qualidade fisiológica e física do lote.

Importante destacar que as informações verificadas quanto ao beneficiamento de sementes de diversas espécies crucíferas podem orientar futuros trabalhos para a cultura do crambe. Nesse sentido, Nery et al. (2009) verificaram que o beneficiamento em máquina de ar, peneiras e mesa gravitacional contribui para o aprimoramento da qualidade fisiológica das sementes de nabo forrageiro. Os autores destacaram também que a máquina de ar e peneiras e a mesa gravitacional são equipamentos eficientes para a separação do lote de sementes de nabo forrageiro em frações com qualidade física e fisiológica distintas. Por fim, concluíram que as sementes de nabo forrageiro de menor densidade apresentam qualidade fisiológica inferior.

De uma maneira geral foi observado, que na maioria dos trabalhos realizados, há concordância quanto à necessidade de remoção das sementes de menor densidade do lote, uma vez que a pequena quantidade de substâncias de reserva pode proporcionar um lento desenvolvimento às plântulas (GIOMO et al., 2004). Stanton (1984) já havia observado este fato para sementes de nabiça (*Raphanus raphanistrum*), em que plântulas oriundas de sementes de maior massa (> 6mg) se desenvolveram mais rapidamente e produziram mais flores em relação às sementes de menor massa (< 4mg).

### **Armazenamento de sementes**

Depois das operações de beneficiamento, as sementes são destinadas ao armazenamento, onde permanecem até a ocasião apropriada para a semeadura e/ou comercialização. O objetivo principal do armazenamento é preservar a qualidade das sementes, reduzindo ao mínimo o seu processo de deterioração, o



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

qual pode ser mais rápido ou lento, dependendo das características ambientais e da própria espécie (VIEIRA et al., 2006).

Sementes oleaginosas, como as do crambe, podem sofrer deterioração ao longo do armazenamento, com formação de ácidos graxos livres resultantes da hidrólise da gordura; portanto, a análise da acidez graxa permite, além de quantificar o processo deteriorativo, acusá-lo ainda nos estádios iniciais (BIAGGIONI; BARROS, 2006). O elevado teor de óleo na composição das sementes resulta em uma estabilidade menor das moléculas, as quais se degradam com maior velocidade, culminando em perda da viabilidade das sementes ocasionada pela deterioração (BEWLEY; BLACK, 1994).

Cardoso et al. (2012) verificaram que o aumento do tempo de armazenamento exerceu efeito negativo na qualidade fisiológica de sementes de crambe, ao longo de nove meses. Masetto et al. (2013) relatam que o emprego de câmara fria e de embalagem impermeável mantém o vigor das sementes de crambe e pode constituir tecnologia eficiente para conservar o potencial fisiológico das sementes, por até 180 dias de armazenamento. Costa et al. (2012a) observaram aumento da germinação das sementes de crambe ao longo do armazenamento em câmara climatizada (18 °C e 53% de UR) e condição ambiente (26 °C e 55% de UR); a taxa de germinação inicial observada foi de 7%, sugerindo que as sementes recém colhidas apresentam dormência, cuja superação ocorre quando são armazenadas nesses ambientes, proporcionando germinação de 79 e 94%, respectivamente.

Trabalho conduzido por Donadon et al. (2015) demonstrou que o armazenamento das sementes de crambe, durante nove meses, causou redução do teor de proteína e do óleo destas, mas se mostrou viável, independentemente do ambiente, preservando as características químicas do óleo extraído. Esses mesmos autores concluíram que as embalagens utilizadas no trabalho pouco interferiram na qualidade das sementes de crambe. Amaro et al. (2015) concluíram que a embalagem de polietileno é eficiente para o armazenamento das sementes de crambe, verificando também que sementes de crambe apresentam dormência pós colheita, sendo parcialmente superada após seis meses de armazenamento, nas condições avaliadas.

Em relação à dormência em sementes de crambe, relatada por alguns autores após a colheita e verificada também durante o armazenamento, destaca-se que esse baixo percentual de germinação se deve a algum tipo de dormência atribuída a fatores como: dureza do tegumento, regulação hormonal com excesso de ácido abscísico e ausência de giberilina, temperatura extrema ou frio intenso e imaturidade do embrião (MARTINS et al., 2012).

As sementes de crambe são envolvidas por uma estrutura denominada pericarpo. De modo geral, a função básica do pericarpo é proteger as sementes contra choques e microorganismos. No entanto, em alguns casos, a sua presença pode ocasionar elevada desuniformidade ou mesmo ausência de germinação em sementes



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

de algumas espécies (COSTA et al., 2010). A presença do pericarpo em sementes de crambe pode causar dormência, como relatado, na maioria das vezes, imposta pela limitação de absorção de água pelas sementes. Nesse sentido, Ruas et al. (2010) verificaram que a retirada do pericarpo em sementes de *C. abyssinica* pode acelerar a germinação das mesmas.

### Tratamento de sementes

O tratamento de sementes é subentendido como a aplicação de produtos químicos, biológicos e agentes físicos diretamente às sementes, de maneira isolada ou combinada, ou ainda, o manejo destas por meio de processos que possibilitam a melhoria ou garantia do seu real valor cultural e para fins comerciais. Em todos esses processos é importante ressaltar que há sempre agregação de valor ao insumo semente (MACHADO et al., 2006).

Observa-se que, para a cultura do crambe, as pesquisas relativas ao tratamento de sementes ainda são escassas; entretanto, alguns resultados de trabalhos indicam respostas interessantes. Nesse sentido, Ludwig et al. (2014) observaram que o tratamento de sementes de crambe com fungicida e/ou inseticida associado a polímero afetou o vigor, em testes de laboratório. A aplicação nas sementes de fungicida e/ou inseticida associado ou não a polímero, em condições de solo, não afetou a germinação e a emergência de plântulas de crambe. Esses mesmos autores também concluíram que a peliculização isolada ou associada a fungicida e/ou inseticida não altera a produção de sementes de crambe.

O tratamento de sementes é uma alternativa para a aplicação de alguns micronutrientes, com resultados amplamente positivos para certas condições específicas (ÁVILA et al., 2006). O tratamento de sementes com micronutrientes baseia-se no princípio da translocação dos mesmos da semente para a planta. Assim, a reserva de zinco e cobre, por exemplo, torna-se importante fonte para a nutrição da planta, prevenindo o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência, além destes micronutrientes apresentarem ação fungicida (RIBEIRO; SANTOS, 1996; OHSE et al., 2012). Borsoi et al. (2016), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de crambe tratadas com zinco e cobre, concluíram que a porcentagem de germinação das sementes não foi influenciada pelos micronutrientes testados. Observaram também que as maiores doses de Cu e Zn (8,0 g kg<sup>-1</sup> semente) proporcionaram maior altura de plântulas.

Dentro desta perspectiva, cita-se também que os controladores hormonais, ou reguladores de crescimento vegetal, têm despertado atenção cada vez maior no agronegócio, à medida em que as técnicas de cultivo evoluem, podendo estes ser aplicados via tratamento de sementes. Cardoso et al. (2014), avaliando o desempenho de sementes de crambe expostas à tratamentos pré-germinativos, observaram que a pré-



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

embebição em ácido giberélico (400, 500 e 600 mg L<sup>-1</sup>), por 24 horas, proporcionou incrementos na germinação e no vigor das sementes de crambe com pericarpo.

Destaca-se que o momento correto para aplicação de reguladores de crescimento vegetal e micronutrientes ainda não está totalmente definido, em função de diversos fatores que podem influenciar neste processo, como as condições climáticas, que são diferentes de ano para ano, as condições culturais, classe de solo, controle de pragas, aspectos nutricionais, as relações água-planta-atmosfera e as características e potencialidades genéticas das plantas (VIEIRA; MONTEIRO, 2002), além da forma de aplicação, podendo estes produtos ser fornecidos também via sementes.

## Considerações finais

As informações contidas no presente trabalho são importantes para a definição de melhores estratégias para a produção de sementes de qualidade. Entretanto, verifica-se que ainda há carências ou indefinições em determinadas áreas de pesquisa, sugerindo-se a realização de novos estudos nas diversas etapas do sistema de produção de sementes de crambe.

Pesquisas, visando estabelecer normas e padrões específicos para produção de sementes de crambe, são importantes; definição do isolamento correto, das plantas daninhas proibidas, de doenças transmitidas pelas sementes são alguns temas que devem ser considerados nos estudos.

O desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas às diferentes regiões do país pode alavancar o desenvolvimento da cultura e mercê consideração.

Estudos sobre nutrição mineral, visando estudar o efeito de alguns nutrientes importantes na produtividade e na qualidade fisiológica de sementes, devem ser considerados. Os macro e micronutrientes, como potássio, magnésio, cálcio e boro, essenciais nas fases de fertilização do óvulo e de formação e enchimento das sementes, devem ser priorizados.

Como a cultura do crambe tem potencial para expansão em outras regiões do país, avaliações do efeito de época, espaçamento e densidade de plantio na produtividade e qualidade de sementes devem ser realizadas, principalmente em novas fronteiras agrícolas e para novas cultivares.

Há necessidade de mais estudos sobre herbicidas recomendados para a cultura e outras práticas de controle de plantas daninhas, bem como sobre seus efeitos na qualidade fisiológica das sementes e produtividade. Também, por se tratar de uma espécie com hábito de floração indeterminado, analisar o efeito de desfolhantes na qualidade de sementes torna-se uma alternativa muito importante.

Poucas pesquisas têm sido desenvolvidas na área de sanidade, direcionadas à identificação de fungos, à transmissão de patógenos e ao efeito desses no processo de deterioração das sementes. Também, deve-se



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

priorizar estudos sobre os efeitos de tratamentos químicos e alternativos no controle de pragas e doenças, bem como na conservação da qualidade fisiológica de sementes de crambe.

Informações mais precisas sobre as condições adequadas de secagem, como tempo, temperatura, umidade relativa, também contribuirão para a produção de sementes de qualidade.

Apesar de algumas informações na literatura, falta maior precisão sobre o efeito de alguns equipamentos na qualidade fisiológica das sementes, assim como a definição de uma linha de beneficiamento para a cultura do crambe. Salienta-se que, as definições sobre a linha de beneficiamento de sementes de espécies crucíferas podem orientar futuros trabalhos para a cultura do crambe.

Vale mencionar que, apesar de não terem sido relatados nesta revisão, estudos sobre a eficiência e a padronização de diferentes testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de crambe se fazem necessários. Também, deve-se levar em consideração trabalhos envolvendo o uso da análise de imagens na avaliação da qualidade das sementes.

## Agradecimentos

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e Universidade Federal de Viçosa (UFV) pelo apoio técnico ao desenvolvimento da pesquisa; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à 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

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

ANGELOVICI, R.; GALILI, G.; FERNIE, A. R.; FAIT, A. Seed desiccation: a bridge between maturation and germination. **Trends in Plant Science**, v. 15, n. 4, p. 211-218, 2010.

ARAÚJO, E.F.; VIGGIANO, J.; SILVA, R.F. Beneficiamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M (Ed. Técnico). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 105-134.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MARTORELLI, D.T.; ALBRECHT, L.P.; FACIOLLI, F.S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 535- 543, 2006.

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

BIAGGIONI, M.A.M.; BARROS, R.E. Teste de acidez graxa como índice de qualidade em arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.679- 684, 2006.

BLAZEVIC, I.; MASTELIC, J. Glucosinolate degradation products and other bound and free volatiles in the leaves and roots of radish (*Raphanus sativus* L.). **Food Chemistry**, v. 113, n. 1, p. 96-102, 2009.

BORSOI, A.; LIMA, P.R.; RECH, A.L.; COELHO, G.F.; STREY, L.; GUIMARÃES, V.F. Qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) tratadas com zinco e cobre. **Acta Iguazu**, v.5, n.1, p. 22-30, 2016.

BORSOI, A.; TOMAZZANI, J.L.; LUNELLI, I.E.; SANTOS, R.F.; VIANA, O.H.; PRIMIERI, C. Germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) em diferentes profundidades. **Cultivando o Saber**, v.3, n.4, p.126-134, 2010.

BROCH, D.L.; ROSCOE, R. Fertilidade do solo, adubação e nutrição do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, v. 1, p. 22-36, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005. Aprova as Normas para Produção, Comercialização e Utilização de Sementes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jun. 2005. Seção 1, p.4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 16 de junho de 2014. Estabelece as diretrizes e exigências para o registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins para culturas com suporte fitossanitário insuficiente, bem como o limite



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

máximo de resíduos permitido. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 18 jun. 2014. Seção 1, p. 4.

BRASIL. **Legislação brasileira sobre sementes e mudas**: Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003 e Decreto n. 5,153, de 23 de julho de 2004. Brasília, 2004. 121p.

CAMPOS, S.R.F.; MOURA, W.M.; PETEL, J.; LIMA, P.C. Aspectos legais da produção e comercialização de sementes. **Informe Agropecuário**, v.27, n.232, p.15-21, 2006.

CANGUSSÚ, L.V.; DAVID, A.M.S.S.; ARAÚJO, E.F.; ALVES, R.A.; NUNES, R.A.; AMARO, H.T.R. Physiological quality of seeds of crambe desiccated at pre-harvest with glyphosate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.8, p.577-582, 2018.

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.

CARDOSO, R.R.; NOBRE, D.A.C.; DAVID, A.M.S.S.; AMARO, H.T.R.; BORGHETTI, R.A.; COSTA, M.R. Desempenho de sementes de crambe expostas à tratamentos pré-germinativos. **Acta Biológica Colombiana**, v.19, n.2, p.251-260, 2014.

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

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.

COLODETTI, T.V.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; BRINATE, S.V.B.; TOMAZ, M.A. Crambe: aspectos gerais da produção agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 258-269, 2012.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.A.; MARQUES, R.F.; NUNES, T.C.; SANTOS, S.A.; PALHARINI, W.G.; MARSCHALL, I.R.; ALVES, M.E.S.; MENDONÇA, C.G. Características fisiológicas de *Crambe abyssinica* sob aplicação de herbicidas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.37, n.3, p.361-369, 2014.

COSTA, F.P.; MARTINS, L.D.; LOPES, J.C. Frequência de germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) sob influência de tratamentos pré-germinativos e de temperaturas. **Nucleus**, v. 7, n. 2, p. 185-194, 2010.

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.

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.239-301, 2012a.

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.

CRUSCIOL, C.A.C.; LAZARINI, E.; BUZO, C.L.; SÁ, M.E. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, p. 75-96, 2002.

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

DONADON, J.R.; BESSA, J.F.V.; RESENDE, O.; CASTRO, C.F.S.; ALVES, R.M.V.; SILVEIRA, E. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte II - Qualidade química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.231-237, 2015.

ENDRES, G.; SCHATZ, B. **Crambe Production**. 2013. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/a1010w.htm#weed>>. Acesso em: 10 jun. 2020.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

FALK, K. L.; VOGEL, C.; TEXTOR, S.; BARTRAM, S.; HICK, A.; PICKETT, J. A.; GERSHENZON, J. Glucosinolate biosynthesis: demonstration and characterization of the condensing enzyme of the chain elongation cycle in *Eruca sativa*. **Phytochemistry**, v. 65, p. 1073-1084, 2004.

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.

GADOTTI, G.I.; CORRÊA, C.L.; LUCCA FILHO, O.A.; VILLELA, F.A. Qualidade de sementes de couve brócolis beneficiadas em mesa densimétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.123-127, 2006.

GIOMO, G.S.; RAZERA, L.F.; GALLO, P.B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantia**, v.63, n. 2, p.291-297, 2004.

GUIMARÃES, J.A.; MICHEREFF FILHO, M.; LIZ, R.S. Manejo de pragas em campos de produção de sementes de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 21p. 2011. (**Circular Técnica**, 94).

HAMER, E.; HAMER, E. Produção de sementes requer planejamento. **Seed News**, ano VII, n.4, p.23-27, 2003.

INOUE, M.H.; MARCHIORI JÚNIOR, O.; BRACCINI, A.L.; OLIVEIRA JR., R.S.; ÁVILA, M.R.; CONSTANTIN, J. Rendimento de grãos e qualidade de sementes de soja após a aplicação de herbicidas dessecantes. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.769-770, 2003.

KNIGHTS, E.G. **Crambe**: A North Dakota case study. A report for the rural industries research and development corporation, RIRDC Publication No.W02/005, Kingston, p. 25, 2002.

LAGHETTI, G.; PIERGIOVANNI, A. R.; PERRINO, P. Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* grow in Italy. **Industrial Crops and Products**, v. 4, n. 3, p. 205-212, 1995.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

LEPRINCE, O.; BUITINK, J. **Desiccation tolerance**: From genomics to the field. *Plant Science*, v. 179, n. 6, p. 554-564, 2010.

LUDWIG, E.J.; NUNES, U.R.; MERTZ, L.M.; SILVA, J.R.; NUNES, S.C.P. Vigor e produção de sementes de crambe tratadas com fungicida, inseticida e polímero. **Científica**, v.42, n.3, p.271–277, 2014.

MACHADO, J.C.; WAQUIL, J.M.; SANTOS, J.P.; REICHENBACH, J.W. Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 232, p. 76-86, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 660 p, 2015.

MARQUES, R.F. **Período de interferência de plantas daninhas e seletividade a herbicidas na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst)**. 2012. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados – MS: UFGD.

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.

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.

MOERS, E.M.; KUHN, O.J.; GONÇALVES JR., A.C.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J.R. Levantamento de doenças na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) na região oeste do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n. 1, p 35-48, 2012.

MONKS, P.L.; FERREIRA, O.G.L.; PÓLO, E.A.; SILVA, J.B. Produção e qualidade de sementes de *Macroptilium lathyroides* (L.). Urb. sob diferentes espaçamentos e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 2, p. 107-112, 2006.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, J.A.; KATAOKA, V.Y. Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n. 4, p.036-042, 2009.

OHSE, S.; REZENDE, B. L. A.; LISIK, D.; OTTO, R. F. Germinação e vigor de sementes de melancia tratadas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 288-292, 2012.

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.

OLIVEIRA, M.B.; DAVID, A.M.S.S.; AMARO, H.T.R.; ASSIS, M.O.; RODRIGUES, B.R.A.; ASPIAZU, I.; CARVALHO, A. J. Épocas de colheita e qualidade fisiológica de sementes de crambe. **Semina: Ciências Agrárias (Online)**, v. 35, p. 1785, 2014.

OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; MACIEL, C.D.G.; SILVA, T.R.B.; LIMA, G.G.R. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do crambe. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 49-56, 2011.

OPLINGER, E.S.; OELKE, A.R., KAMINSKI, A.R.; PUTNAM, D.H.; TEYNOR, T.M.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. **Crambe**, alternative field crops manual. University of Wisconsin and University of Minnesota St. Paul, MN 55108. July, 1991. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/AFCM/crambe.html>. Acesso em: 27 de abril de 2020.

PITOL, C. Cultura do crambe. In: PITOL, C. **Tecnologia de produção: milho safrinha e culturas de inverno**. Maracajú: Fundação MS, p. 85-88. 2008.

PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe**. Maracaju: Fundação MS. 1ª ed. 2010.

PITOL, C.; BARROS, R.; ROSCOE, R. Pragas, doenças e invasoras. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, p. 37-41, 2010a.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

PITOL, C.; ROSCOE, R.; ERBES, E.J.; ROMEIRO, T.S.; SANTOS, J.F. Cultura do crambe - Resultados e Experimentação. In: **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno 2012**. FUNDAÇÃO MS, p. 145-149, 2012.

REGINATO, P.; SOUZA, C.M.A.; SILVA, C.J.; RAFUL, L.Z.L. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de crambe em diferentes épocas e profundidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1410-1413, 2013.

REZENDE, R.K.S.; MARQUES, R.F.; MASETTO, T.E. Características morfológicas e produtividade do crambe em função da adubação nitrogenada. **Revista Agrarian**, v.8, n.29, p.279-286, 2015.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 159-165, 1996.

ROCHA, P.R.R.; SILVA, A.F.; FARIA, A.T.; GALON, L.; FERREIRA, E.A.; FELIPE, R.S.; SILVA, A.A.; DIAS, L.A.S. Seletividade de herbicidas pré-emergentes ao pinhão-manso (*Jatropha curcas*). **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 801-806, 2010.

ROGÉRIO, F.; SANTOS, J.I.; SILVA, T.R.B.; MIGLIAVACCA, R.A.; GOUVEIA, B.; BARBOSA, M.C. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento da cultura do crambe. **Bioscience Journal**, v. 28, Supplement 1, p. 251-255, 2012.

ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. Crambe é nova opção para biodiesel. **Agrianual 2009**. São Paulo: Instituto FNP, p. 40-41, 2008.

RUAS, R.A.A.; NASCIMENTO, G.B.; BERGAMO, E.P.; DAUR JR, R.H.; ARRUDA, R.G. Embebição e germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.1, p.61-65, 2010.

SANTOS, J.I.; ROGÉRIO, F.; MIGLIAVACCA, R. A.; GOUVEIA, B.; SILVA, T.B.; BARBOSA, M.C. Efeito da Adubação Potássica na Cultura do Crambe. **Bioscience Journal**, v.28, n.3, p. 346-350, 2012.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261149-172>

SILVA, R.F.; SILVA, J.F. Produção de sementes de brássicas. **Informe Agropecuário**, v. 9, n.98, p.47-49, 1983.

SOUZA, G.S.F.; VITORINO, H.S.; FIOREZE, A.C.C.L.; PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, D. Seletividade de herbicidas na cultura de crambe. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 161-168, 2014.

STANTON, M.L. Developmental and genetic sources of seed weight variation in *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae). **American Journal of Botany**, v.71, n.8, p.1090-1098. 1984.

VAZQUEZ, G.H.; LAZARINI, E.; CAMARGO, F.P.; FERREIRA, R.B.; PERES, A.R. Produtividade, qualidade fisiológica e composição química de sementes de crambe em diferentes doses de fósforo. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 707-714, 2014.

VAZQUEZ, G.H.; CARVALHO, N.M.; BORBA, M.M.Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente se soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VIEIRA, E.L.; MONTEIRO, C.A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P.R.C.; SENA, J. O.A.; KLUGE, R. A. (Ed.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: EDUEM. 2002. p. 79-104.

VIEIRA, A.R.; SILVA, D.M.; RODRIGUES, J.R.M. Inovações tecnológicas na produção de sementes. **Informe Agropecuário**, v.27, n.232, p. 32-38, 2006.

VON PINHO, E.V.R.; SALGADO, K.C.P.C. Inovações tecnológicas na produção de sementes. **Informe Agropecuário**, v.27, n.232, p. 22-31, 2006.