

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Tese

**Características agronômicas, produtividade e qualidade de sementes de
Crambe (*Crambe abyssinica*) produzidas em terras baixas em diferentes
épocas de semeadura**

Márcio Gonçalves da Silva

Pelotas, 2022.

Marcio Gonçalves da Silva

**Características agronômicas, produtividade e qualidade de sementes de
Crambe (*Crambe abyssinica*) produzidas em terras baixas em diferentes
épocas de semeadura**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Luís Eduardo Panozzo (FAEM/UFPel)

Pelotas, 2022.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S586c Silva, Márcio Gonçalves da

Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de Crambe produzidas em diferentes épocas de semeadura em terras baixas / Márcio Gonçalves da Silva ; Luis Eduardo Panozzo, orientador. — Pelotas, 2022.

47 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. *Crambe abyssinica*. 2. Qualidade de sementes. 3. Rotação de cultura. 4. Épocas de semeadura. 5. Agroenergia. I. Panozzo, Luis Eduardo, orient. II. Título.

CDD : 631.521

Marcio Gonçalves da Silva

Características agronômicas, produtividade e qualidade de sementes de Crambe (*Crambe abyssinica*) produzidas em terras baixas em diferentes épocas de semeadura

Tese aprovada, como requisito parcial, para a obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 13/07/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luis Eduardo Panozzo (Orientador)
Doutor pela Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Francisco Amaral Viillela
Doutor pela Universidade Federal de São Paulo

Dr. Geri Eduardo Meneghello
Doutor pela Universidade Federal de Pelotas

Dr^a. Andréa Bicca Noguez Martins
Doutora pela Universidade Federal de Pelotas

Dr^a. Angelita Clemente Martins
Doutora pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico esta tese aos meus Pais Arlete Gonçalves da Silva e Volnei Pinto da Silva (in memoriam). São meus exemplos de honestidade, caráter, dedicação e amor!

Ofereço,

Primeiramente a minha esposa Alessandra Rios Castilhos e meu filho Bernardo por todo o apoio e paciência.

A minha mãe Arlete Gonçalves da Silva, pois está sempre ao meu lado, me incentivando, apoiando e torcendo pelo meu sucesso.

A minha avó Delurdes Gonçalves de Mattos (in memoriam), que tanto me ajudou e sempre torceu por mim.

A minha irmã Diovana Silva da Silva, minhas sobrinhas Gabrielle Silva da Silva e Lisandra Silva da Silva e cunhado Carlos Adair Antunes da Silva.

A toda minha família e amigos que torcem por mim.

Agradecimentos

A Deus acima de tudo!

À querida Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, pelo conforto de sua estrutura física. Também por proporcionar a realização do curso.

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

Ao professor orientador e amigo Dr. Luís Eduardo Panozzo pela orientação, conhecimentos repassados, conselhos, paciência e amizade durante a realização do curso.

A minha querida amiga Andréa Martins, por todo o apoio e incentivo durante toda a realização do curso.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.

Aos colegas Vinicius Guilherme Kiesow Macedo, Jonas Albandes Gularte, Mateus Lemos e Mauro Mesko Rosa pelo companheirismo, apoio, amizade e trabalho.

Aos estagiários Aline Miura, Vinicius Diel, Jonas Kleinicke, Claudia Souza e Diego Bubolts pelo companheirismo, apoio, amizade e trabalho.

A minha família pelo incentivo, apoio, amor, carinho e paciência.

A Fundação MS que me disponibilizou as sementes, sem as quais o presente trabalho não teria sido possível.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não
houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver
folhas, valeu a intenção da semente.”*

Henrique de Sousa Filho

(Henfil)

Resumo

SILVA, Marcio Gonçalves da. **Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de Crambe produzidas em diferentes épocas de semeadura em terras baixas**. Orientador: Luís Eduardo Panozzo, 2022. 46f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

A cultura do crambe apresenta grandes possibilidades para a produção bioenergética do Brasil, devido ao alto teor e qualidade do óleo produzido, além de oferecer opção rentável à rotação de culturas no outono inverno. Neste contexto, o objetivo do primeiro trabalho foi avaliar as características agronômicas e a produtividade do crambe em condições de terras baixas, na região sul do Rio Grande do Sul em quatro épocas de semeadura; e o segundo, verificar a qualidade física e fisiológica das sementes produzidas nestas mesmas condições. Os experimentos foram constituídos de 16 tratamentos cada um, sendo quatro lotes de sementes e quatro épocas de semeadura, ambos utilizaram delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 4), com quatro repetições. Quando as plantas de cada época de semeadura atingiram a maturidade fisiológica, foram realizadas avaliações morfológicas nas plantas colhidas como estatura, diâmetro, número de ramos, sementes por planta e produtividade de sementes e, para a análise da qualidade das sementes, foram realizados os testes de germinação (plântulas normais, anormais e sementes mortas), primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, peso de mil sementes e peso volumétrico das sementes. Foi possível concluir que a primeira época de semeadura (13 de junho) é a mais indicada para o cultivo do crambe nas condições de terras baixas na região Sul do Rio Grande do Sul, que apresentou a maior produtividade, com média superior a 3000 kg de sementes por hectare. As sementes produzidas nas semeaduras dos dias 13 de junho e 16 de julho (duas primeiras épocas de semeadura) apresentaram germinação média de 91% e, emergência de plântulas em média de 84%, sendo assim, as épocas mais indicadas para semear a cultura do crambe e colher sementes de melhor qualidade nas condições do estudo.

Palavras-Chave: *Crambe abyssinica*; qualidade de sementes, rotação de cultura, épocas de semeadura, agroenergia.

Abstract

SILVA, Marcio Gonçalves da. Agronomic characteristics, productivity and physiological quality of Crambe seeds produced at different sowing dates in lowlands. Advisor: Luís Eduardo Panozzo, 2022. 45f. Thesis (Doctorate) – Postgraduate Program in Science and Technology of Seeds, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

The crambe crop presents great possibilities for bioenergetic production in Brazil, due to the high content and quality of the oil produced by it, in addition to offering a profitable option for crop rotation in autumn and winter. In this context, the objective of the first work was to evaluate the agronomic characteristics and the productivity of Crambe in lowland conditions, in the southern region of Rio Grande do Sul, in four seasons and sowing; and the second, to verify the quality of the seeds produced in these same conditions, according to their physical and physiological quality. The experiments consisted of 16 treatments each, being four seed lots and four sowing dates, both used a randomized block design in a factorial scheme (4 x 4), with four replications. When the plants of each sowing season reached physiological maturity, morphological evaluations were carried out on the harvested plants, such as height, diameter, number of branches, seeds per plant and seed yield. of germination, first germination count, seedling emergence, abnormal seedlings, dead seeds, weight of a thousand seeds and volumetric weight of the seeds. We can conclude that the first sowing season (June 13) is the most suitable for crambe cultivation in lowland conditions in the southern region of Rio Grande do Sul, as it presented the highest productivity, with an average of more than 3000 kg of seeds per hectare. The seeds produced in the sowings of the 13th of June and 16th of July (the first two sowing times) presented an average germination of 91% and seedling emergence in an average of 84%, thus, the most suitable times to sow the crop of crambe and harvest better quality seeds under the conditions of the study.

Key words: *Crambe abyssinica*, seed quality, rotation, sowing times, agroenergy.

Lista de Tabelas

- Tabela 1. Estatura de plantas de Crambe (cm) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de 4 lotes cultivados em quatro épocas de semeadura em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022.25
- Tabela 2. Diâmetro do caule (mm) de plantas de Crambe da FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de 4 lotes cultivados em quatro épocas de semeadura em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022.26
- Tabela 3. Número de ramificações por planta de Crambe (cm) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de 4 lotes cultivados em quatro épocas de semeadura em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022 27
- Tabela 4. Número de sementes por planta de Crambe da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de 4 lotes cultivados em quatro épocas de semeadura em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022 28
- Tabela 5. Produtividade de sementes de crambe (Kg/ha) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de 4 lotes cultivados em quatro épocas de semeadura em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022 28
- Tabela 6. Resultado do teste de germinação de sementes de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de 4 lotes cultivados em quatro épocas de semeadura em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022..... 36
- Tabela 7. Plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação de sementes de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de 4 lotes distintos em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022 37

- Tabela 8. Emergência de plântulas de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de 4 lotes distintos em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022..... 38
- Tabela 9. Plântulas anormais no teste de germinação de sementes de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de 4 lotes distintos em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022..... 39
- Tabela 10. Sementes mortas do teste de germinação de sementes de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de 4 lotes distintos em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022..... 40
- Tabela 11. Peso de mil sementes de crambe (g/1000 sementes) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de 4 lotes distintos em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022 41
- Tabela 12. Peso volumétrico de sementes de crambe (g/ml) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de 4 lotes distintos em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022 41

Lista de Figuras

- Figura 1. Duração do período entre a emergência e a maturidade fisiológica das sementes, na cultura do crambe cultivada em terras baixas com quatro épocas de semeadura (13/06; 16/07; 16/08; 24/09), no município de Capão do Leão, RS..... 24

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL	14
CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE CRAMBE CULTIVADAS EM TERRAS BAIXAS PRODUZIDAS EM DIFERENTES ÉCOPAS DE SEMEADURA	20
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCURSÃO	24
CONCLUSÕES	30
CAPITULO II: QUALIDADE DE SEMENTES DE CRAMBE CULTIVADAS EM TERRAS BAIXAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA	31
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCURSSÃO	36
CONCLUSÃO	42
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	43
REFERÊNCIA.....	44

INTRODUÇÃO GERAL

Pertencente à família Brassicaceae, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é originário do Mediterrâneo, bastante resistente ao déficit hídrico, principalmente em função do seu desenvolvimento vegetativo (RUAS et al., 2010). O gênero possui 39 espécies conhecidas, sendo que o *Crambe byssinica* Hochst enquadra-se na seção Leptocrambe, o qual possui uma genética estreita, o que acaba dificultando o seu melhoramento genético (WARWICK e GUGEL, 2003).

Foi introduzido no Brasil em 1995, pela Fundação MS, que desde então começou a trabalhar no desenvolvimento de uma nova variedade brasileira (PITOL et al., 2012). O fato de apresentar características relevantes, entre elas, a qualidade e o elevado teor de óleo obtido dos grãos, o ciclo curto, a resistência a pragas, bem como a alta produtividade são algumas vantagens dessa cultura para produção de biodiesel (LAGHETTI et al., 1995).

Tais qualidades despertaram o interesse pela cultura, até que em 2007 foi lançada a primeira cultivar brasileira de crambe, a qual foi batizada “FMS Brilhante” (PITOL et al., 2012). Produtiva e adaptada às condições brasileiras, esta cultivar foi desenvolvida a partir de materiais oriundos do México, os quais foram selecionados por pesquisadores da Fundação MS (PITOL et al., 2010).

Sendo assim, devido ao 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, uma vez que apresenta alto teor de óleo nas sementes, em boas condições de cultivo, chega a 38% (PITOL, 2008). Este óleo é constituído por até 57 % de ácido erúico, componente que permite utilizá-lo na produção de diferentes produtos industrializados (PITOL et al., 2010).

Dentre os produtos que utilizam óleo de crambe em sua composição, destacam-se os biocombustíveis, lubrificantes industriais, inibidores de corrosão, filmes plásticos, isolantes elétricos e náilon. Após extração do óleo, obtém-se um resíduo, o qual pode ser utilizado como suplementação proteica na alimentação de bovinos, por apresentar 29,53% de proteína na torta (extração mecânica) e

37,60% de proteína no farelo (extração por solvente) (FONTANA et al., 1998; FAVARO et al., 2010). Contudo, não é recomendado para alimentação de monogástricos por apresentar teores elevados de glucosinolatos (substâncias que agem como uma proteção natural contra o ataque de pragas), que geram produtos tóxicos durante a digestão (JASPER, 2009; FAVARO et al., 2010).

Considerado uma planta herbácea anual, o crambe, ramifica-se próximo ao solo para formar 30 ou mais galhos, cujas hastes novamente se ramificam, formando galhos terciários (DESAI et al., 1997). Suas folhas são ovais e assimétricas; sua lâmina foliar possui aproximadamente 10 cm de comprimento e 7,6 cm de largura e 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), esta variação pode ser influenciada pelo número de sementes por planta, pela fertilidade do solo e disponibilidade hídrica (DESAI et al., 1997).

As sementes do crambe são esféricas e em cápsulas, sendo que, esta estrutura que envolve o tegumento é denominada pericarpo (RUAS *et al.*, 2010) e serve para proteção contra danos físicos e entrada de microrganismos, aumentando assim seu tempo de conservação. Porém, segundo Neves et al. (2007), Ruas et al. (2010) e Cangussu et al. (2013) testes de germinação mostraram que quando se retira o pericarpo das sementes, obtém-se maiores percentuais de germinação, bem como, maior velocidade de germinação.

Apresentam dormência, que de acordo com Marcos Filho (2015), é um mecanismo de defesa da semente, para evitar a sua germinação em condições ambientais desfavoráveis, sendo ainda, um mecanismo de dispersão da germinação das sementes ao longo do tempo, devido ao fato de mesmo que as sementes estejam viáveis não irão germinar mesmo que expostas a condições ambientais ideais.

Esta dormência pode ser classificada em dois tipos, dormência primária e secundária, a primária ocorre na fase de maturação das sementes permanecendo até as condições ambientais promoverem a sua redução. Já a dormência secundária, é induzida por condições ambientais e age em sementes que não apresentaram dormência ou mesmo como uma dormência secundária

em sementes que já haviam superado a dormência primária (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A dormência das sementes de crambe se dá devido a fatores no tegumento que inibe a absorção de oxigênio, assim se enquadra no sistema de controle entre substâncias promotoras e inibidoras da dormência e de sua superação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Segundo os mesmos autores, existem ainda outros sistemas que podem estar envolvidos com a dormência de sementes, são eles a água no interior das sementes e o desenvolvimento do eixo embrionário.

O crambe (*Crambe abyssinica*) apresenta tolerância à seca e ao frio em grande parte do seu desenvolvimento, aliados ao ciclo de 90 dias permite que o mesmo seja semeado tardiamente, sendo uma alternativa para regiões onde existem riscos climatológicos (ROSCOE e DELMONTES, 2008). Podendo ainda, ser cultivado entre a safra de verão e a de inverno, caracterizando uma terceira época de cultivo.

Outras características que se destacam, são em relação aos custos de produção, os quais são considerados baixos, ficando em torno de R\$ 587,70 ha⁻¹, observado em experimento realizado em Cascavel-PR no ano de 2012 (OLIVEIRA et al., 2013); facilidade de cultivo, podendo ocupar áreas normalmente ociosas no período do outono/inverno, por exemplo em Mato Grosso do Sul (700 a 900 mil ha ocupados com milho, trigo e girassol somente no verão), e utilizando ainda os mesmos equipamentos usados para outras culturas produtoras de grãos como soja, milho e trigo.

Aliado a isso se pode também destacar a rusticidade, alta tolerância à seca e a baixas temperaturas (tolerante a até -6°C e a geadas, sem a ocorrência de danos), além de comportar-se como uma cultura de outono-inverno no Brasil apresentando melhor desenvolvimento sob temperaturas amenas, em torno de 15°C), tornando possível que seja empregada na rotação de culturas em sistemas de produção de grãos e demonstra-se uma opção de cultivo aos agricultores na safrinha (PITOL, 2008; PITOL et al., 2010; FERREIRA e SILVA, 2011; OLIVEIRA et al., 2013).

Sua produtividade no Brasil é de 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹ (PITOL, 2008), chegando a atingir em campos experimentais da Fundação MS e da Faculdade Assis Gurgacz – FAG, 2.300 kg ha⁻¹ (MAI NETO, 2009). Já nos Estados Unidos

e na Europa há relatos de produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹ (PITOL et al., 2010). Para o cultivo no Brasil, é recomendada densidade de 8 a 22,5 kg ha⁻¹ de sementes, espaçamento de 0,21 m a 0,45 m entre linhas e profundidade de 0,03 m (KNIGHTS, 2002).

No Brasil, é semeado entre março e maio, podendo se estender a junho, quando a semeadura ocorrer neste último mês, devido ao curto ciclo, o crambe pode aparecer como uma terceira safra, entre as safras de inverno e verão (VIANA et al., 2012).

Para realizar a implantação do crambe no Centro – Oeste brasileiro, é necessário efetuar a semeadura entre os meses de abril e julho, dependendo da incidência de chuvas pré-semeadura, utilizar espaçamento entre linhas de 17 a 45 cm e densidade de semeadura entre 8 a 22,5 Kg há⁻¹ com profundidade de 3 cm (KNIGHTS, 2002; PITOL et al, 2010).

O crambe se caracteriza por apresentar ciclo curto (cerca de 90 dias), as plantas são tolerantes à seca e ao frio, no entanto, é sensível a geadas fortes na fase de plântulas e durante o florescimento. Para atingir a maturidade necessita de 1.350 graus-dia (considerando temperatura mínima de 2,5° C) durante todo seu ciclo. Durante a germinação e estabelecimento da lavoura requer boa umidade e após o florescimento, a seca é ideal para seu desenvolvimento e baixa incidência de doenças (PITOL et al, 2010).

Contudo, apresenta maior potencial produtivo e maior resistência à seca quando exposto a temperaturas mais amenas (menores que 25°C) durante sua fase vegetativa. As fases fenológicas onde as plantas se apresentam mais sensíveis a baixas temperaturas são na fase de plântula e no florescimento, assim, a ocorrência de geadas causa abortamento das flores. Contudo, o crambe apresenta bom desenvolvimento em locais mais quentes (ROSCOE et al., 2010).

A espécie *C. abyssinica* Hochst é bastante resistente ao déficit hídrico, principalmente a partir do seu desenvolvimento vegetativo, entretanto não tolera chuvas em excesso ou alta umidade relativa do ar. O crambe necessita de umidade no solo para garantir uma germinação adequada e o estabelecimento da cultura, requerendo cerca de 50 mm de água após a semeadura. A necessidade total fica em torno de 150 a 200 mm de água, distribuída até o início do florescimento pleno (ROSCOE et al., 2010).

A produtividade de grãos é de aproximadamente 1500 kg ha⁻¹ e a produtividade de óleo pode atingir 750 L ha⁻¹ (TREZECIAK *et al.*, 2008). Representando uma alternativa de matéria-prima para compor a matriz de produção de óleo para biodiesel, sobretudo na região Centro-Oeste do Brasil (SOUZA *et al.*, 2009).

Visto que a produção de biodiesel no Brasil é sustentada basicamente por culturas anuais produzidas no ciclo primavera-verão, existe uma carência de alternativas de cultivos de outono-inverno, de modo a fornecer uma oferta contínua de matéria rima para a indústria. Além de promover a rotação de cultura. Para isso as espécies escolhidas devem ter propósitos comerciais e de manutenção ou recuperação do ambiente.

Para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de rotação deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas quer em condição solteira ou em consórcio com culturas comerciais (JASPER, 2009).

Na região sul do estado do Rio grande do Sul predominam os solos de terras baixas os quais correspondem a 5,4 milhões de hectares no Rio Grande do Sul, onde predominantemente é realizado o cultivo de arroz (UHRY; SILVA, 2019). Contudo, de modo geral, no período outono e inverno, estes permanecem cultivados apenas com plantas de cobertura ou em pousio (SILVA; PARFITT, 2004; WINKLER *et al.*, 2018; FONTOURA JÚNIOR *et al.*, 2020; PARFITT *et al.*, 2020). Deste modo, abre-se uma janela para novos cultivos que podem ser inseridos neste contexto de manejo, proporcionando um retorno econômico ao produtor, além de promover a quebra do ciclo de pragas, doenças e plantas daninhas, e ainda a ciclagem de nutrientes (BRANDLER, 2019; CONCENÇO *et al.*, 2020; GOULART *et al.*, 2020)

Porém, estes solos são caracterizados pela limitação da drenagem natural, culminando na saturação hídrica através da elevação do lençol freático (UHRY; SILVA, 2019; PARFITT *et al.*, 2020). Fatores como a menor demanda atmosférica por vapor de água e com chuvas mais frequentes e prolongadas (BORTOLUZZI *et al.*, 2017), promovem o excesso hídrico no solo durante o inverno, o que gera um entrave para um bom crescimento vegetativo e reprodutivo (LIU *et al.*, 2020).

Para a cultura do crambe, que pertence a família das Brassicaceae, neste tipo de solos e condições, devem ser adotadas estratégias para superar estas condições adversas e permitir o seu cultivo de forma econômica e sustentável, por se tratar de uma cultura pouco adaptada à condição limitante de oxigênio no solo, assim como a canola (LIU et al., 2014; ZOU et al., 2014; XU et al., 2015; PLOCHUK et al., 2021), a qual também torna necessário o uso de técnicas mais aprimoradas de cultivo (GOULART, 2016; ROCHA, 2018; GOULART; REICHERT; RODRIGUES, 2020; BETEMPS, 2021).

Assim, o crambe constitui-se em planta com grande potencial para a produção de matéria-prima para biodiesel, além de atuar na rotação de culturas, tanto em terras altas como em terras baixas desde que com o manejo adequado. Nesse contexto, esse trabalho objetiva avaliar o desempenho da cultura do crambe, bem como a qualidade das sementes produzidas, em clima temperado e em condições de solos de várzea, em diferentes épocas de semeadura.

CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE CRAMBE CULTIVADAS EM TERRAS BAIXAS PRODUZIDAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica Hochst*), é uma planta pertencente à família Brassicaceae, nativa do Mediterrâneo, cultivada em regiões tropicais e subtropicais, planta de inverno que apresenta ciclo precoce, com florescimento em torno de 35 dias após a emergência e pode ser colhida com aproximadamente 90 dias (CARNEIRO et al., 2009).

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 desta espécie são ovais e assimétricas; sua lâmina foliar possui aproximadamente 10 cm de comprimento e 7,6 cm de largura e 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), esta variação pode ser influenciada pelo número de sementes por planta, pela fertilidade do solo e disponibilidade hídrica (DESAI et al., 1997).

O crambe apresenta como principais características a elevada concentração de óleo, aproximadamente 40% e proteína na torta entorno de 29% (SOUZA et al., 2009; PITOL et al., 2010). Com isso, o crambe tem sido referido como oleaginosa promissora para a indústria de óleos e também como fonte proteica adicional para a alimentação animal (WANG et al., 2000).

No Brasil, sua produtividade é de 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹ (PITOL, 2008), chegando a atingir em campos experimentais da Fundação MS e da Faculdade Assis Gurgacz – FAG, 2.300 kg ha⁻¹ (MAI NETO e PRIMIERE, 2009). Já nos Estados Unidos e na Europa, há relatos de produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹ (PITOL et al., 2010).

Com uma produtividade de grãos é de aproximadamente 1500 kg ha⁻¹ e a produtividade óleo pode atingir 750 L ha⁻¹ (TREZECIAK et al., 2008).

Representando assim, uma alternativa de matéria-prima para compor a matriz de produção de óleo para biodiesel (SOUZA et al., 2009).

Para o cultivo no Brasil, recomenda-se densidade de 8 a 22,5 kg ha⁻¹ de sementes, espaçamento de 0,21 m a 0,45 m entre linhas e profundidade de 0,03 m (KNIGHTS, 2002; PITOL et al., 2010), a semeadura ocorre entre de março e maio, podendo se estender durante o mês de junho. Contudo, sua tolerância à seca e ao frio, aliados ao ciclo de 90 dias permite que o crambe seja semeado tardiamente, sendo uma alternativa para regiões onde existem os riscos climatológicos (ROSCOE e DELMONTES, 2008). Ou ainda, pode se tornar uma opção para os agricultores como uma terceira safra, entre as safras de inverno e verão (VIANA et al., 2012).

Por outro lado, em se tratando do cultivo de crambe no Centro – Oeste brasileiro, recomenda-se a semeadura entre os meses de abril a julho, variando de acordo com a incidência de chuvas pré-cultivo, e diferentemente do recomendado para o resto do país indica-se utilizar espaçamento entre linhas de 17 a 45 cm, mantendo a recomendação de densidade e profundidade de semeadura (KNIGHTS, 2002; PITOL et al., 2010).

Devido à escassez de trabalhos com esta cultura no estado do Rio Grande do sul, principalmente em se tratando da metade sul, onde predominam os solos de terras baixas, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento da cultura o crambe em terras baixas com diferentes épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma área experimental no município do Capão do Leão, no Centro Agropecuário da Palma, situada na Metade Sul do Rio Grande do Sul, a qual apresenta características de solo de várzea por se situar em uma zona de terras baixas. Como também, no Laboratório didático de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, situado no Campus Capão do Leão.

Foram utilizadas quatro lotes de sementes de crambe da cultivar FMS Brilhante, as quais foram cedidas pela Fundação MS. Foram semeadas em quatro épocas no ano de 2019 (13 de junho, 16 de julho, 16 de agosto e 24 de setembro).

A semeadura foi realizada em parcelas com 5 m de comprimento e 12 linhas de semeadura com espaçamento de 17 cm entre linhas e a profundidade de semeadura adotada foi de 0,03 m. Sendo a área útil composta pelas 8 linhas centrais descontados 50 cm em cada extremidade.

O experimento não recebeu nenhum tratamento fitossanitário e o controle de plantas concorrentes foi feito através de capina manual.

A população de plantas foi de aproximadamente 14 plantas por metro linear, ou seja, em torno de 80 plantas por metro quadrado.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial de 4x4 (4 lotes de sementes e 4 épocas de semeadura).

Na fase de maturidade fisiológica das sementes foi realizada a avaliação fenológica das plantas onde foram coletadas e avaliadas 10 plantas por parcela selecionadas aleatoriamente e observadas as seguintes variáveis:

Estatuta de plantas: determinada pela medição de 10 plantas por parcela com o uso de uma régua milimetrada, medindo da base da planta até o seu ápice, o resultado foi expresso em cm de planta.

Diâmetro do caule: medido na base da planta, com auxílio de um paquímetro digital onde foi verificada a diâmetro do caule e seu resultado expresso em milímetros.

Número de ramificações por planta: determinado por contagem manual direta e o resultado expresso em número de racemos por planta.

Número de sementes por planta: determinado por contagem manual direta e o resultado expresso em número de sementes por plantas.

Produtividade: obtida pela multiplicação da massa média de sementes produzida por planta pela população de plantas. Seu resultado foi expresso em kg de sementes por hectare.

Os dados obtidos foram analisados quanto à sua homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$). Quando estes se mostraram significativos, procedeu-se a comparação das médias para os fatores época de semeadura e lotes, sendo efetuado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando o gráfico é possível observar que o período de tempo entre a emergência de plântulas e a maturidade fisiológica das sementes da cultura do crambe foi reduzindo à medida que as épocas de semeadura foram avançando, provavelmente isso tenha se dado pelo fato de o crambe responder a soma térmica para atingir a maturidade. Resultado semelhante foi observado por PILAU et. al (2011), onde o ciclo do cambe variou de 136 a 74 dias, contando da emergência à maturidade a medida que as datas de semeadura foram avançando.

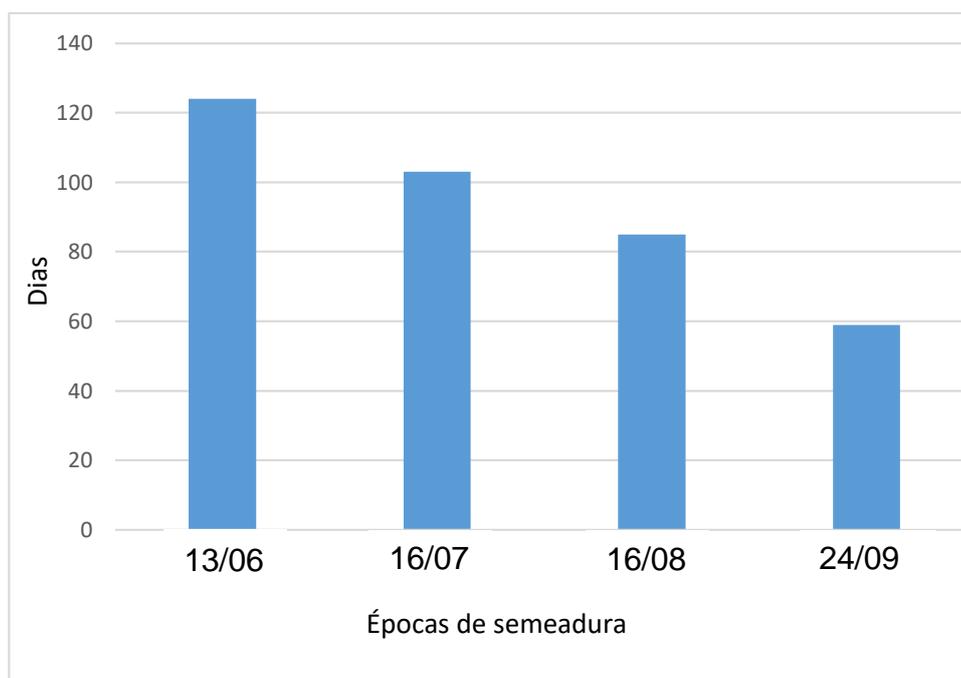


Figura 1. Duração do período entre a emergência e a maturidade fisiológica das sementes, na cultura do crambe cultivada em terras baixas com quatro épocas (13/06; 16/07; 16/08; 24/09), no município de Capão do Leão, RS.

Para a variável estatura de plantas de crambe foi observado efeito simples de épocas de semeadura (Tabela 1). Analisando o comportamento geral dos dados da estatura de plantas, verificou-se que a segunda época de semeadura apresentou a maior média do estudo, apresentando aproximadamente 109 cm de altura. Assim, demonstrou uma superioridade de 37% com relação à quarta época de semeadura, a qual apresentou a média mais baixa, com valor médio de em torno de 69 cm (Tabela 1).

As duas primeiras épocas de semeadura proporcionaram plantas com maior estatura, provavelmente por se tratar de uma planta com crescimento indeterminado e, como o período entre a emergência até a maturidade das sementes foi maior nestas duas épocas, as plantas tiveram um maior período de crescimento vegetativo. Corroborando com esta hipótese, o início de desenvolvimento da cultura no estudo foi em temperaturas mais baixas, logo, levou mais tempo para atingir a necessidade térmica exigida pela cultura (PILAU et al., 2011) para iniciar o período de florescimento.

Tabela 1. Estatura de plantas (cm) de crambe da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de quatro lotes semeados em quatro épocas em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	100,18	98,15	103,92	99,13	100,51 B
16/07	109,15	113,20	108,60	105,35	109,08 A
16/08	74,40	78,40	78,20	81,55	78,14 C
24/09	69,20	68,43	72,13	66,40	69,04 D
MÉDIA	89,20	89,54	90,71	88,28	89,15
CV(%)	10,01				

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

Já, na comparação entre os resultados obtidos das plantas semeadas no dia 16/07 (2° época), com a semeadura realizada no dia 13/06 (1° época), a qual apresentou estatura de 100,51 cm, sendo esta a segunda melhor média, o resultado foi 8% superior. Possivelmente, esta resposta seja resultado da relação de fatores como luz e temperatura que são importantes para a cultura. A exigência do crambe gira em torno de 6,91°C dia e 9,5°C de temperatura basal (PILAU et al., 2011), logo a cultura apresenta altas necessidades térmicas.

O resultado da estatura de plantas obtido na semeadura do dia 16/08, por sua vez, foi 28% inferior ao resultado observado nas plantas semeadas no dia 16/07.

Para a variável resposta diâmetro do caule de plantas de crambe, também foi observado efeito simples de épocas de semeadura, entre os fatores estudados (Tabela 2). Verificando o comportamento geral dos dados do diâmetro do caule, observou-se que a semeadura realizada no dia 13/06 foi 51% superior à quarta semeadura.

Tabela 2. Diâmetro do caule (mm) de plantas de crambe da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de quatro lotes semeados em quatro épocas em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	7,25	7,30	6,48	7,10	7,03 A
16/07	5,68	5,43	5,38	5,68	5,54 B
16/08	4,48	5,28	5,30	5,78	5,21 B
24/09	3,58	3,10	3,43	3,58	3,442 C
MÉDIA	5,24	5,28	5,14	5,53	5,31
CV(%)	14,09				

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

Os resultados médios dos lotes para a variável diâmetro do caule de plantas de crambe para a segunda e terceira épocas de semeadura não diferiram entre si, embora a média entre estas duas épocas de semeadura tenha apresentado resultado 36% superior à última época de semeadura. Por sua vez, na comparação entre a média da segunda e terceira épocas de semeadura e a primeira época de semeadura, o resultado foi 24% inferior.

Analisando a variável número de ramificações por planta de crambe foi observado novamente efeito simples para a variável épocas de semeadura (Tabela 3). Verificando-se o comportamento geral das médias dos lotes para o número de ramificações por planta, a quarta época de semeadura apresentou o menor resultado, com 8 ramificações por planta, o qual foi 41% inferior à média das demais épocas de semeadura, com média de aproximadamente 14 ramos por planta, as quais não diferiram entre si.

Tabela 3. Número de ramificações por planta de crambe da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de quatro lotes semeados em quatro épocas em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	13	14	13	13	13 A
16/07	14	15	14	12	14 A
16/08	12	15	16	14	14 A
24/09	8	8	8	8	8,0 B
MÉDIA	12	13	13	12	12,3
CV(%)	16,52				

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

Nas três primeiras épocas de semeadura o número de ramificações não apresentou diferença significativa (Tabela 3). Acredita-se que estes resultados possam ser explicados por uma maior influência do espaçamento entre as plantas e sua grande plasticidade, sobre esta característica. Pois a cultura do crambe por se comportar como cultura de outono-inverno no Brasil, apresenta melhor desenvolvimento sob temperaturas amenas, em torno de 15°C (PITOL et al., 2010) o que muito provavelmente, não eram as condições para o crescimento e desenvolvimento da última época de semeadura.

Para a variável resposta número de sementes de crambe por planta foi observado mais uma vez efeito simples para épocas de semeadura, dentre os fatores estudados (lotes de sementes e épocas de semeadura) (Tabela 4).

Segundo o comportamento das médias dos lotes foi possível observar que a primeira época de semeadura proporcionou a maior média de sementes por planta, este resultado foi aproximadamente 60% superior à média das outras três épocas de semeadura, as quais não diferiram entre si.

Tabela 4. Número de sementes por planta de crambe da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de quatro lotes semeados em quatro épocas em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	586	549	499	576	553 A
16/07	295	227	214	362	274 B
16/08	209	249	255	171	221 B
24/09	92	101	162	266	163 B
MÉDIA	295	289	283	344	303
CV(%)	47,4				

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

Este comportamento está intimamente ligado ao observado na produtividade. Resultado semelhante foi observado por Viana et al. (2012), que observou redução nos resultados de componentes do rendimento com o avanço as épocas de semeadura, sendo que o melhor resultado foi alcançado na primeira época de semeadura.

Referente à variável produtividade de sementes de crambe, produzidas a partir de quatro lotes semeados em quatro épocas diferentes, foi verificado apenas efeito simples para épocas de semeadura (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividade de sementes de crambe ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de quatro lotes semeados em quatro épocas em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	3245,6	3127,4	2857,4	3163,6	3098,5 A
16/07	1729,2	1303,4	1198,5	2053,2	1571,1 B
16/08	1181,8	1328,6	1398,9	927,8	1209,3 B
24/09	510,3	699,8	856,4	1358,1	856,1 B
MÉDIA	1666,7	1614,8	1577,8	1875,7	1683,7
CV(%)	48,7				

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

Verificando o comportamento geral das médias de produtividade dos lotes em cada época de semeadura, para o resultado da produtividade de sementes em kg por hectare, foi possível observar que a primeira época de semeadura, realizada no dia 13 de junho apresentou maior produtividade que as demais épocas de semeadura, alcançando 3098,5 kg de sementes por hectare.

Verificou-se ainda que não houve diferença significativa entre as três últimas épocas de semeadura para a produtividade de sementes de crambe.

Comparando-se a produtividade atingida na primeira época de semeadura com a média das três semeaduras seguintes, verificou-se que esta foi aproximadamente 61% superior, representando um incremento de 1886,4 kg de sementes por ha. Embora apenas tenha havido diferença significativa em relação à primeira época de semeadura, o comportamento das médias de produtividade demonstrou tendência semelhante à observada por Viana et al.(2012), em Cascavel/PR, ao observar queda de produção à medida que foram avançando as épocas de semeadura.

Entre a primeira e a quarta época de semeadura, a diferença de tempo entre a emergência de plântulas e a maturidade fisiológica das sementes foi de 65 dias, ou seja, houve uma diminuição de 52,4 %, conseqüentemente, houve um decréscimo de produtividade da ordem de 72,4%. Vale destacar que o número de sementes por planta sofreu, entre estas épocas, uma redução aproximada da ordem de 70,5%.

A produtividade atingida na segunda e na terceira épocas foi similar à média no Brasil de 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹, conforme PITOL (2008). Todavia, na primeira época (13 de junho), a produtividade foi superior à obtida em campos experimentais no Mato Grosso do Sul, por MAI NETO e PRIMIERE (2009) e semelhante ao alcançado nos Estados Unidos e na Europa (3.000 kg ha⁻¹), segundo PITOL et al. (2010).

CONCLUSÕES

A primeira época de semeadura (13 de junho) é a mais indicada para o cultivo do crambe nas condições de terras baixas na região Sul do Rio Grande do Sul, pois apresenta a maior produtividade, com média superior a 3.000 kg de sementes por hectare.

O número de sementes por planta é um importante componente de rendimento na cultura do crambe, obtendo-se os melhores resultados na primeira época de semeadura (13 de junho).

O período entre a emergência das plântulas de crambe até a maturidade das sementes variou de 124 até 59 dias, dependendo da época de semeadura.

CAPITULO II: QUALIDADE DE SEMENTES DE CRAMBE CULTIVADAS EM TERRAS BAIXAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica Hochst*), contém cerca de 37% de óleo em suas sementes, o qual é constituído por até 57% de ácido erúxico. Devido à presença desse ácido, o óleo de crambe não é adequado para alimentação humana, este fato pode ser considerado uma vantagem, pois esta cultura fica destinada apenas para fins industriais (CARLSON et al., 2007).

Além disso, a cultura apresenta tolerância à seca, à geada depois de estabelecida e elevada precocidade (FUNDAÇÃO MS, 2007). Os programas de melhoramento precisam proporcionar aumento de produção e produtividade, menor incidência de pragas do solo e doenças, melhor vigor de plântulas e uniformidade de emergência (PESKE 2006).

Sabe-se que, a semente é responsável pelo sucesso ou fracasso de qualquer produção, visto que ela carrega todo potencial genético produtivo da planta (POPINIGIS, 1985). Neste sentido, para que se obtenha sucesso no cultivo, o uso de sementes de elevada qualidade é um fator de extrema importância, onde se busca uniformidade e desempenho, proveniente de atributos como alta qualidade genética, sanitária, física e fisiológica (MARCOS FILHO, 2015).

A semente do crambe possui formato esférico em cápsula, a estrutura que envolve o tegumento é denominada pericarpo (RUAS et al., 2010), embora sirva de proteção contra danos físicos e entrada de microrganismos, aumentando assim seu tempo de conservação. Segundo Neves et al. (2007), Ruas et al. (2010) e Cangussu et al. (2013), testes de germinação mostraram que se for retirado o pericarpo da semente são obtidas maiores porcentagens de germinação, bem como, maior velocidade de germinação.

Suas sementes apresentam dormência, que segundo (MARCOS FILHO, 2015), é um mecanismo de defesa que a semente possui para evitar a germinação em condições ambientais desfavoráveis, permitindo assim a

dispersão da germinação das sementes ao longo do tempo, pois mesmo que as sementes estejam viáveis não irão germinar embora sejam expostas a condições ambientais favoráveis.

A dormência pode ser classificada em dois tipos, a dormência primária, que ocorre na fase de maturação das sementes e permanece até as condições ambientais promoverem a sua redução. E a dormência secundária, induzida por condições ambientais e age em sementes que não apresentavam dormência ou mesmo como uma dormência secundária em sementes que já haviam superado a dormência primária (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A dormência das sementes de crambe se dá devido a fatores no tegumento que provocam a inibição da absorção de oxigênio, assim se enquadra no sistema de controle entre substâncias promotoras e inibidoras da dormência e de sua superação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Segundo os mesmos autores, existem ainda outros sistemas que podem estar envolvidos com a dormência de sementes, são eles a água no interior das sementes e o desenvolvimento do eixo embrionário.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das sementes produzidas a partir de quatro lotes de sementes, em quatro épocas de semeadura, cultivadas em condições de terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório didático de análise de sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, situado no Campus Capão do Leão.

Foram utilizadas sementes de crambe da cultivar FMS Brilhante produzidas no município do Capão do Leão a partir de quatro lotes de sementes cultivados em quatro épocas de semeadura (13/06; 16/07; 16/08 e 24/09/2019).

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados e o esquema fatorial 4 x 4 (quatro lotes e quatro épocas), e as sementes foram avaliadas segundo a qualidade física e fisiológica.

As datas de colheita foram 25 de outubro, 06 de novembro, 1 de novembro e 02 de dezembro de 2019, a colheita foi realizada na maturidade fisiológica com aproximadamente 75% das siliquas com coloração amarelo palha e teor de umidade em torno de 35%. As sementes foram secas até atingir teor de umidade de 13%, após foram armazenadas em câmara fria até a data das avaliações, que foram realizadas um mês após a colheita da última época.

A qualidade física foi avaliada empregando os seguintes testes:

Massa de mil sementes: foi executado segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS), pela pesagem de oito subamostras de 100 sementes, e o coeficiente de variação não exceder os limites, o peso médio das subamostras de 100 sementes foi multiplicado por 10 para obter o resultado expresso em gramas (BRASIL, 2009).

Peso volumétrico: foi determinado utilizando-se o método de acomodação natural das sementes em recipiente com volume de 10 ml. Foi utilizado um recipiente com superfície nivelada, cujo volume foi aferido a cada medição da densidade aparente utilizando-se água destilada. Para garantir que as sementes de crambe se acomodassem naturalmente no recipiente e que houvesse homogeneidade entre repetições, foi utilizado um funil preso a um suporte universal cujo gargalo estava voltado para baixo e posicionado no centro do recipiente onde foram colocadas as sementes. A abertura inferior do funil foi mantida sempre a 10 cm acima da superfície inferior do recipiente. Uma vez

posicionado, o funil foi preenchido com as sementes, estas foram então liberadas, preenchendo completamente o recipiente, até transbordar. Com o auxílio de uma régua a superfície do recipiente foi nivelada, de forma que as sementes não fossem forçadas e ficassem na posição adquirida pela queda natural. Este mesmo recipiente foi pesado em balança analítica com três casas decimais, assim foi obtida a massa das sementes. A densidade aparente foi então calculada através da relação massa/volume, foram realizadas duas repetições para cada tratamento avaliado.

Para determinar a qualidade fisiológica foi efetuado tratamento para superação de dormência, segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), após foram realizadas as seguintes avaliações:

Teste de germinação foi realizado com amostras de 400 sementes (8 repetições de 50 sementes). A semeadura foi feita sobre papel. O substrato utilizado foi o papel mata borrão, umedecido com solução de nitrato de potássio (KNO_3) na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, em mL de solução. Foram colocadas duas folhas de papel umedecido dentro de caixas gerbox, sobre o papel foram dispostas 50 sementes, em seguida a caixa foi tampada. Após, foram levadas ao germinador a temperatura constante de 25°C, onde permaneceram durante os sete dias (BRASIL, 2009).

A avaliação foi feita no 7º dia (contagem final da germinação), sendo anotado o número de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas.

O resultado do teste de germinação foi expresso em percentagem de plântulas normais, em números inteiros. Consideram-se plântulas normais àquelas que mostram potencial para continuar o seu desenvolvimento e originar plantas normais, quando desenvolvidas em solo de boa qualidade e sob condições favoráveis de umidade, temperatura e luz (BRASIL, 2009).

Teste de primeira contagem da germinação: foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo que o número de plântulas normais no momento da primeira contagem do teste de germinação (4º dia) foi usada para determinar o vigor, que foi expresso em percentagem (BRASIL, 2009).

Teste de emergência em casa de vegetação: foram usadas 400 sementes semeadas em bandejas plásticas contendo areia. A semeadura foi realizada em profundidade de 1,0 cm, avaliada a emergência aos 14 dias e o resultado expresso em porcentagem de emergência.

Os dados obtidos foram analisados quanto à homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$). Quando estes se mostraram significativos, procedeu-se a comparação das médias para os fatores épocas de semeadura e lotes, sendo efetuado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a germinação de sementes de crambe, produzidas a partir de quatro lotes semeados em quatro épocas, foi verificado efeito simples para épocas de semeadura (Tabela 6).

Tabela 6. Resultado do teste de germinação de sementes de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de quatro lotes cultivados em quatro épocas de semeadura em terras baixas. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	91	90	91	90	91 A
16/07	91	89	91	90	90 A
16/08	85	85	85	87	86 B
24/09	75	76	76	76	76 C
MÉDIA	85	85	86	86	86
CV(%)	1,46				

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

Verificando o comportamento geral das médias dos lotes para o resultado do teste de germinação de sementes de crambe, observou-se que para a média dos lotes de sementes, as duas primeiras épocas de semeadura apresentaram os melhores resultados, não diferindo entre si, e ao comparar a média entre elas, que representou aproximadamente 91% de germinação, com a última época de semeadura com germinação de 76%, o resultado foi 15 pontos percentuais superior. Resultado semelhante foi descrito por outros autores que ao realizarem ensaios de épocas obtiveram valores mais altos nas semeaduras mais precoces e atribuíram esse fato à dormência das sementes (SANTOS & ROSSETO, 2013). Visto que as avaliações foram realizadas após a colheita da última época de semeadura, as sementes das épocas iniciais tiveram mais tempo para superação natural da dormência (MARCOS FILHO, 2015).

Já na comparação da média das duas melhores épocas de semeadura com a terceira época, a qual apresentou resultado intermediário, esta foi

aproximadamente cinco pontos percentuais superior para o resultado do teste de germinação.

Para a variável primeira contagem do teste de germinação de sementes de crambe, produzidas em quatro épocas, foi verificado efeito simples para épocas de semeadura (Tabela 7).

Verificando o comportamento geral da média dos lotes para o resultado da primeira contagem do teste de germinação de sementes de crambe, observou-se que, na semeadura realizada no dia 06 de junho, a incidência de plântulas normais no momento da primeira contagem do teste de germinação foi maior que nas demais épocas de semeadura, chegando a ser aproximadamente 16 pontos percentuais superior, na comparação com a semeadura realizada no dia 24 de setembro, a qual apresentou o resultado mais baixo.

Tabela 7. Plântulas normais (%) na primeira contagem do teste de germinação de sementes de crambe da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de quatro lotes em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	85	87	86	86	86 A
16/07	84	85	84	85	84 B
16/08	78	78	78	79	78 C
24/09	69	70	70	70	70 D
MÉDIA	79	80	79	80	80
CV(%)	1,4				

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

Já considerando a semeadura realizada no dia 16 de julho, que apresentou a segunda maior média entre os lotes, observou-se que seu resultado foi em torno de dois pontos percentuais inferior ao obtido na média dos lotes na primeira época de semeadura. Contudo, sua média se apresentou aproximadamente sete pontos percentuais superior à semeadura realizada no dia 16 de agosto.

Para a variável emergência de plântulas de crambe, semeadas em quatro épocas, apenas foi verificado efeito simples para épocas de semeadura, dentre os fatores em estudo (Tabela 8).

Tabela 8. Emergência de plântulas de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de quatro lotes em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	85	82	86	84	84 A
16/07	84	81	85	82	83 A
16/08	81	78	81	81	80 B
24/09	67	67	68	67	67 C
MÉDIA	79 ab	78 b	80 a	77 c	79
CV(%)	1,65				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna comparam a média dos lotes dentro de cada época de semeadura e, médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, comparam a média das épocas de semeadura dentro de cada lote, não diferem entre si, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificando o comportamento geral das médias de emergência, para o resultado do teste de emergência em areia de sementes de crambe, foi possível verificar que não houve diferença significativa entre as médias encontradas na primeira e segunda épocas de semeadura e que a soma destas duas médias ficou em torno de 84% de emergência, este resultado foi aproximadamente 17 pontos percentuais superior à média observada na quarta época de semeadura, com emergência de 67% que apresentou a menor média entre as épocas de semeadura testadas.

Por sua vez, ao realizar a comparação entre a emergência de plântulas obtidas na semeadura realizada na terceira época, com a média das duas primeiras épocas, esta foi inferior aproximadamente em quatro pontos percentuais.

Por outro lado, nas quatro épocas de semeadura, verificou-se na emergência de plântulas a superioridade dos lotes 1 e 2 relativamente ao lote 4 e do lote 3 em relação aos lotes 2 e 4 e a similaridade entre os lotes 1 e 2.

Avaliando o resultado de plântulas anormais no teste de germinação de sementes de crambe produzidas a partir de sementes de quatro lotes, em diferentes épocas de semeadura, foi verificado efeito simples de épocas de semeadura dentre os fatores avaliados (Tabela 9).

Analisando o comportamento geral das médias dos lotes para o resultado de plântulas anormais observou-se que a primeira época de semeadura foi a que apresentou menor média de plântulas anormais em comparação às demais épocas de semeadura avaliadas, sendo o resultado sete pontos percentuais inferior à última época de semeadura, onde o percentual de plântulas anormais foi o mais alto.

Tabela 9. Plântulas anormais no teste de germinação de sementes de crambe (%) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de quatro lotes em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	5	5	7	6	6 D
16/07	6	7	8	7	7 C
16/08	8	9	10	9	9 B
24/09	14	15	14	13	14 A
MÉDIA	8 b	9 ab	10 a	9 ab	9
CV(%)	13,57				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna comparam a média dos lotes em cada época de semeadura e médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha comparam a média das épocas de semeadura em cada lote, não diferem entre si, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já na comparação dentro de cada época de semeadura, foi possível observar que o lote três apresentou maior número de plântulas anormais em relação ao lote 1, sendo 25% maior do que o lote 1 que apresentou o menor número de plântulas anormais no teste de germinação, enquanto os lotes 2 e 4 não diferiram do lote 1.

Para a variável sementes mortas do teste de germinação de sementes de crambe, de quatro lotes em quatro épocas, foi verificado efeito simples de épocas de semeadura e lotes (Tabela 10).

Tabela 10. Sementes mortas (%) do teste de germinação de sementes de crambe da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de quatro lotes em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	5	5	2	4	4 C
16/07	4	5	2	3	3 C
16/08	8	6	5	4	6 B
24/09	12	9	10	11	11 A
MÉDIA	7 a	6 ab	5 bc	5 bc	
CV(%)	22,21				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna comparam a média dos lotes em cada época de semeadura e médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha comparam a média das épocas de semeadura em cada lote, não diferem entre si, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificando o comportamento geral das médias dos lotes para o resultado do percentual de sementes mortas do teste de germinação de sementes de crambe, observou-se que não houve diferença significativa entre a primeira e a segunda épocas de semeadura, as quais proporcionaram menor percentual de sementes mortas que as demais épocas de semeadura, enquanto que a semeadura realizada na última época apresentou o percentual médio de sementes mortas mais elevado.

Comparando-se as médias dos lotes em cada época de semeadura pode-se observar que o percentual médio das sementes produzidas na última época de semeadura foi aproximadamente sete pontos percentuais superior em relação à média entre as duas primeiras épocas de semeadura.

Já na comparação entre o resultado de sementes mortas no teste de germinação de sementes produzidas na última semeadura, com o resultado da semeadura realizada na terceira época, a qual apresentou o segundo resultado mais baixo, a diferença foi de aproximadamente cinco pontos percentuais.

Se a comparação for feita levando em conta as médias das épocas de semeadura em cada lote, tem-se que o terceiro e o quarto lote apresentaram menor percentuais médios de sementes mortas, enquanto que no lote 1 foi o maior dentre todos os lotes.

Para a variável massa de mil sementes de crambe foi verificado apenas efeito simples para época de semeadura (Tabela 11).

Levando-se em conta o comportamento geral das médias dos lotes para a massa de mil sementes observou-se que as semeaduras realizadas nas três primeiras épocas apresentaram os maiores resultados, não diferindo entre si. O valor de massa de mil sementes médio entre estas três datas de semeadura foi de aproximadamente 7,017 gramas. Esta média foi 6,58% superior que a semeadura realizada no dia 24 de setembro, que por sua vez, obteve a média inferior à segunda época. Resultado contrário foi observado por Santos et. al. (2013), ao verificarem menor valor para massa de mil sementes na primeira época de semeadura.

Tabela 11. Massa de mil sementes de crambe (g/1000 sementes) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de quatro lotes em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	7,020	7,0130	7,318	6,758	7,027 AB
16/07	7,280	7,225	6,928	7,268	7,175 A
16/08	7,150	6,675	6,840	6,740	6,851 AB
24/09	6,925	6,705	6,540	6,643	6,703 B
MÉDIA	7,094	6,904	6,906	6,852	6,939
CV(%)	6,0				

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

Observando os resultados da variável peso volumétrico de sementes de crambe foi verificado efeito simples de época de semeadura dentre os fatores avaliados (Tabela 12).

Verificando o comportamento geral das médias dos lotes para o peso volumétrico de sementes observou-se que não houve diferença significativa entre as sementes produzidas na primeira e na segunda épocas de semeadura, sendo que a média delas foi superior à média entre a terceira e quarta épocas de semeadura, as quais também não diferiram entre si.

Tabela 12. Peso volumétrico de sementes de crambe (g/ml) da cultivar FMS BRILHANTE produzidas a partir de sementes de oriundas de quatro lotes em quatro épocas de semeadura. Pelotas/RS, UFPel, 2022

ÉPOCAS DE SEMEADURA	LOTES DE SEMENTES				MÉDIA
	1	2	3	4	
13/06	0,228	0,241	0,249	0,249	0,242 A
16/07	0,257	0,266	0,253	0,246	0,255 A
16/08	0,242	0,198	0,206	0,211	0,214 B
24/09	0,207	0,197	0,189	0,192	0,196 B
MÉDIA	0,233	0,226	0,224	0,224	
CV(%)	9,64				

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

Na comparação entre estas médias pode-se observar que a diferença entre elas foi de aproximadamente 18%, sendo a média entre as duas primeiras épocas de semeadura a que apresentou maior resultado para o peso volumétrico das sementes de crambe.

CONCLUSÃO

As sementes de crambe produzidas nas semeaduras realizadas em 13 de junho e 16 de julho em terras baixas apresentam qualidade superior relativamente às semeaduras mais tardias, tanto segundo os aspectos físicos como os fisiológicos.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Quatro lotes de sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, semeados em quatro épocas no ano de 2019 (13 de junho, 16 de julho, 16 de agosto e 24 de setembro) apresentaram período entre a emergência das plântula até a maturidade das sementes variável de 59 a 124 dias, dependendo da época de semeadura.

A produtividade mostrou acentuada variação entre as épocas de semeadura desde 850 a 3.100 kg por hectare. A primeira época de semeadura (13 de junho) demonstra ser a mais indicada para o cultivo do crambe nas condições de terras baixas na região Sul do Rio Grande do Sul, alcançando produtividade superior a 3.000 kg por hectare, níveis similares aos obtidos nos Estados Unidos e na Europa.

No que se refere à qualidade fisiológica das sementes produzidas, verificou-se que as duas primeiras épocas de semeadura (13 de junho e 16 de julho) mostraram superioridade relativamente às duas últimas épocas de semeadura (16 de agosto e 24 de setembro).

REFERÊNCIAS

BRANDLER, D. **Interferência e nível de dano econômico de plantas daninhas na cultura da canola**. 2019. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2019.

BORTOLUZZI, M. P. et al. Risk of water surplus in soybean crop on haplic planosol soil in the Central Depression of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 47, n. 2, p. 1-7, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CANGUSSU, L.V.S.; ASSIS, M.O.; RODRIGUES, B.R.A.; FIGUEIREDO, J.C.; DAVID, A.M.S.S.; VIEIRA, J.B.A. Comportamento germinativo de sementes de *Crambe abyssinica*. In: VII FORUM DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSAO E GESTAO, 2013, Montes Claros. **Anais eletronicos...**Montes Claros, 2013.

CARNEIRO S. M. T. P. G.; ROMANO E.; MARIANOWSKI T.; OLIVEIRA J. P.; GARBIM T. H. S.; ARAUJO P. M. Ocorrência de *Alternaria brassicicola* em crambe (*Crambe abyssinica*) no estado do Paraná. *Summa Phytopathologica*, v.35, n.2. Botucatu, 2009.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CONCENÇO, G. et al. Semeadura direta de arroz em resteva de soja cultivada no sistema sulco-camalhão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 13221-1323, 2020.

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

FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; DELMONTES, A. M. A.; MENDONÇA, B. P. C.; SOUZA, A. D. V. de. Produtos e co-produtos. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, v.1, p. 48-51, 2010.

FERREIRA, F. M.; SILVA A. R. B. Produtividade de grãos e teor de óleo da cultura do crambe sob diferentes sistemas de manejo de solo em Rondonópolis – MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 7, n.12, p. 1-11, Goiânia, 2011.

FONTANA, F.; LAZZERI, L.; MALAGUTI, L.; GALLETI, S. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**, Bologna, v.9, n.2, p.117-126, 1998.

FONTOURA JUNIOR, J. A. S. da et al. Simulação de diferentes arranjos de sistemas integrados em áreas de várzea. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p.63059-63077, 2020.

GOULART, F. D. A. P. et al. Rotação de cultura e preparo do solo sobre o banco de sementes de plantas daninhas em terras baixas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2020.

GOULART, R. Z.; REICHERT, J. M.; RODRIGUES, M. F. Cropping poorly-drained lowland soils: alternative to rice monoculture, their challenges and management strategies. **Agricultural Systems**, v. 177, v. 1, p. 1-15, 2020.

JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): Avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu – UNESP, Botucatu – SP

KNIGHTS, S. E. Crambe: A North Dakota Case Study. **The Regional**, 25 p. Australia, 2002.

LAGHETTI, G.; PIERGIOVANNI, A. R.; PERRINO, P. Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* grow in Italy. **Industrial Crops and LIU, C.; GAN, Y.; POPPY, L.** Evaluation of on-farm crop management decisions on canola productivity. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 94, v. 1, p. 131-139, 2014.

LIU, L. et al. Fine root distributions in oilseed and pulse crops. **Crop Science**, v. 50, n. 1, p. 222- 226, 2010.

MAI NETO, C.; PRIMIERI, C. Avaliação da produtividade e teor de óleo de crambe através de diferentes tipos de adubações. Artigo referente ao Curso de Agronomia. **Faculdade Assis Gurgacz**. Cascavel, 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 659p.

NEVES, M.B.; TRZECIAK, M.B.; VINHOLES, P.S.; TELLMANN, A.C.; VILLELA, F.A. Qualidade fisiologica de sementes de crambe produzidas em Mato Grosso do Sul. In: SIMPOSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA e 1a REUNIAO TECNICA ANUAL DE AGROENERGIA –RS, 2007, Pelotas. **Anais eletronicos...** Pelotas, 2007.

OLIVEIRA, R.C. AGUIAR, C.Ç.; VIECELLI, C.A.; PRIMIERI, C.; BARTH, E.F.; BLEIL JUNIOR, H.G.; SANDERSON, K.; ANDRADE, M.A.A.; VIANA, O.H.; SANTOS, R.F.; PARIZOTTO, R.R. **Cultura do Crambe**. Cascavel: ASSOESTE, 2013. 70p. (Boletim Técnico).

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

PARFITT, J. M. B. et al. **Modelos para sistematização nas terras baixas do Rio Grande do Sul**. 498. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2020. 22 p. (Documentos: Embrapa Clima Temperado).

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.

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

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

PLOCHUK, R. A.; MIRALLES, D. J.; STRIKER, G. G. Early- And late-waterlogging differentially affect the yield of wheat, barley, oilseed rape and field pea through changes in leaf area index, radiation interception and radiation use efficiency. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 207, n. 3, p. 504-520, 2021.

ROCHA, L. da. **Crescimento, desenvolvimento e produtividade de canola em solo com excesso hídrico natural**. 2018. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

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

ROSCOE, R.; DELMONTES, A. M. A. **Crambe é nova opção para biodiesel**. *Agriannual 2009*. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41. **Products**, v. 4, n. 3, p. 205-212, 1995.

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

SANTOS, L.A.S. dos; ROSSETTO, C.A.V. Testes de vigor em sementes de Crambe abyssinica. **Ciência Rural**, v.43, p.233-238, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782013000200007.

SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M. B. **Drenagem Superficial para Diversificação do Uso dos Solos de Várzea do Rio Grande do Sul**. 40. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, nov., 2004. (Circular técnico).

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1328-1335, Brasília, 2009.

TRZECIAK, M.B.; NEVES, M.B.; VINHOLES, P.S.; VILLELA, F.A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 18, n. 1/3, p. 30-38, 2008

UHRY, Darci.; SILVA, Paulo Régis da. **Rotação em terras baixas**: uma lavoura à parte. A Granja. Porto Alegre, 31 out. 2019.

VIANA O. H.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; SOUZA, S. N. M.; CATTANEO, A. J. Efeitos de diferentes doses de adubação de base no desenvolvimento e produtividade de grãos e óleo na cultura do crambe. **Acta Iguazu**, v.1, n.3, p. 33-41, Cascavel, 2012.

XU, M. et al. The effect of waterlogging on yield and seed quality at the early flowering stage in *Brassica napus* L. **Field Crops Research**, v. 180, n. 1, p. 238-245, 2015.

WARWICK, S. I.; GUGEL, R. K. Genetic variation in the *Crambe abyssinica*-*C. hispanica*-*C. glabrata* complex. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 50, p. 291-305, 2003

WANG Y.P.; TANG, J.S.; CHU, C.Q.; TIAN, J. A preliminar study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, v.12, p.47-52, 2000. DOI: 10.1016/S0926-6690(99)00066-7.

WINKLER, A. S. et al. Surface drainage in leveled land: Implication of slope. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 22, n. 1, p. 77-82, 2018.

ZHOU, X. et al. A comparison of screening methods to identify waterlogging tolerance in the field in *Brassica napus* L. during plant ontogeny. **Plos One**, v. 9, n. 3, p. 1-9, 2014.