

DESEMPENHO DE SEMENTES DE CRAMBE EXPOSTAS À TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS

Performance of Seeds Crambe Exposed to Pre-germination Treatments

Comportamiento de semillas de Crambe sometidas a tratamientos pre-germinativos

REBECA ROCHA CARDOSO¹, M.Sc.; DANÚBIA APARECIDA COSTA NOBRE², M.Sc.; ANDRÉIA MÁRCIA SANTOS DE SOUZA DAVID³, Ph. D.; HUGO TIAGO RIBEIRO AMARO², M.Sc.; RENATO ANTÔNIO BORGHETTI², M.Sc.; MÁRCIA REGINA COSTA³, Ph. D.

¹ Secretaria do Agronegócio - Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Janaúba, MG, Brasil.

² Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Fitotecnia. Campus Universitário, Av. PH Rolfs, s/n, Centro. CEP: 36570-000, Viçosa, MG, Brasil.

³ Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Av. Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra. CEP: 39440-000, Janaúba, Brasil.
Autor correspondente: Danúbia Nobre, danubia_nobre@yahoo.com

Presentado el 9 de noviembre de 2013, aceptado el 17 de febrero de 2014, fecha de reenvío el 3 de marzo de 2014.

Citation / Citar este artículo como: CARDOSO RR, NOBRE DAC, DAVID AMSS, AMARO HTR, BORGHETTI RA, COSTA MR. Desempenho de sementes de crambe expostas à tratamentos pré-germinativos. Acta biol. Colomb. 2014;19(2):251-260.

RESUMO

Com o estímulo à produção e uso de biodiesel, sementes de crambe constituem hoje uma das melhores opções para o fornecimento de matéria-prima, sendo também excelente alternativa para cultivo de outono-inverno visando rotação de culturas. O objeto deste estudo foi avaliar o efeito da combinação de tratamentos de pré-germinação sobre o comportamento de sementes de crambe. A partir de um lote de sementes da cultivar FMS Brilhante, foi proposto o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5. O delineamento foi baseado na combinação de duas condições estruturais: sementes com e sem pericarpo, e ambas submetidas a tratamentos pré-germinativos com e sem ácido giberélico, sendo: testemunha (sem tratamento); sementes pré-embebidas em água destilada sem adição de giberelina por 24 horas como controle; e sementes pré-embebidas em solução de ácido giberélico a 4 %, em diferentes concentrações (400; 500 e 600 mg.L⁻¹). Determinou-se o teor de água, primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. Diante dos resultados conclui-se que a retirada do pericarpo em sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, acelera a velocidade de germinação, porém, diminui a sua porcentagem final. A pré-embebição em ácido giberélico (400, 500 e 600 mg.L⁻¹) por 24 horas proporcionou incrementos na germinação e no vigor das sementes de crambe com pericarpo.

Palavras-chave: dormência, oleaginosa, velocidade de germinação.

ABSTRACT

Encouraging the production and use of biodiesel, seeds of crambe today constitute one of the best options for the supply of raw material, is also an excellent alternative for autumn-winter crop rotation order. The aim of this study was to evaluate the efficiency

of combined pre-germination treatments on the seed behavior of crambe. From a seed sample of FMS Brilhante cultivar, an experimental design completely randomized with a 2 x 5 factorial arrangement was performed. It was formed from combination of two structural conditions, seeds with or without pericarp, and treatments with or without gibberelic acid, being: control (no treatment); seeds pre-soaked in distilled water for 24 hours as control; and seeds pre-soaked in gibberellic acid at 4 % at different concentrations (400, 500 and 600 mg.L⁻¹). Water content, first count germination, germination, seedling emergence and emergence rate index were determined. From these results it is concluded that removal of the pericarp in seed of crambe, cultivar FMS Brilhante, accelerated the germination rate, however, decreased your final percentage. The pre-soaking in gibberellic acid (400, 500 and 600 mg L⁻¹) for 24 hours, increased the germination and seed vigor crambe with pericarp.

Keywords: dormancy, oilseed, germination speed.

RESUMEN

Como un estímulo a la producción y uso del biodiesel, las semillas de crambe constituyen hoy una de las mejores opciones para el suministro de materia prima, también son una excelente alternativa en la rotación de cultivos de otoño-invierno. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de la combinación de tratamientos pre-germinativos sobre el comportamiento de semillas de crambe. A partir de una muestra de semillas del cultivar FMS Brilhante, se propuso un diseño experimental completamente aleatorizado, con un esquema factorial 2 x 5. El diseño se basó en la combinación de dos condiciones estructurales: semillas con y sin pericarpio, y ambos sometidos a tratamientos pre-germinativos con y sin ácido giberélico, siendo: control (sin tratamiento); semillas pre-embreadas en agua destilada sin giberelina por 24 horas como control; y semillas pre-embreadas en solución de ácido giberélico a 4 %, en diferentes concentraciones (400; 500 e 600 mg.L⁻¹). Se determinó el contenido de agua, primer conteo de germinación y porcentaje de germinación, emergencia de plántulas e índice de velocidad de emergencia. A partir de estos resultados se concluye que la remoción del pericarpio en semillas de crambe, cultivar FMS Brilhante, aceleró la velocidad de germinación, pero, disminuyó su porcentaje final. La pre-imbibición en ácido giberélico (400, 500 e 600 mg.L⁻¹) por 24 horas proporcionó incrementos en la germinación y en el vigor de las semillas de crambe con pericarpio.

Palabras clave: dormancia, semillas oleaginosas, velocidad de germinación.

INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel encontra-se alicerçada às culturas anuais principalmente de ciclo de primavera-verão, faltando

ainda alternativas de outono-inverno que sirvam como rotação de culturas e que deem continuidade à produção de biodiesel (Jasper *et al.*, 2010a).

Nesse contexto, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) se destaca dentre as espécies com potencial para a produção de matéria-prima visando à obtenção de biocombustível, além de ser uma alternativa para esta época de cultivo. Pertencente à família Brassicaceae, o crambe é uma planta de ciclo curto (85 a 90 dias), bastante rústica e tolerante a secas e geadas. O custo de produção é relativamente baixo quando comparado com outras fontes oleaginosas, como canola, girassol e soja (Jasper *et al.*, 2010b), e sua produção de óleo de 35 a 38 % é significativa em relação a outras oleaginosas utilizadas para esta mesma função (Pitol *et al.*, 2010).

A propagação do crambe ocorre por via seminífera, e suas sementes 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 de algumas espécies (Costa *et al.*, 2010). Muitas espécies possuem sementes que, embora viáveis e tendo todas as condições adequadas, não germinam, sendo, denominadas dormentes, e necessitam de tratamentos especiais para germinar (Carlson *et al.*, 1996; Carvalho e Nakagawa, 2000; Cardoso, 2004).

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. Em *Crambe maritima* tanto o pericarpo quanto a testa contribuem para a dormência (Ungar, 1991).

Sendo assim, a retirada dessa estrutura pode acelerar o processo de germinação (Santarém e Aquila, 1995). Entretanto, vale salientar que não existe na literatura um método padronizado e eficiente para que esta prática seja efetuada de forma segura. Por outro lado, diversas pesquisas (Sousa *et al.*, 2008; Braun *et al.*, 2010) sugerem o envolvimento de substâncias reguladoras do crescimento vegetal no controle da dormência, germinação e vigor das sementes.

As giberelinas são a classe das substâncias reguladoras do crescimento vegetal que estão mais diretamente relacionadas no controle e promoção da germinação. O ácido giberélico na fase de germinação das sementes melhora o desempenho das plântulas, consequentemente acelerando a velocidade de emergência (Lopes e Souza, 2008).

A aplicação e a eficiência desses tratamentos dependem da intensidade de dormência, que é bastante variável entre espécies, procedências e anos de coleta (Albuquerque *et al.*, 2007). Além disso, dentro de um mesmo lote, pode haver sementes dormentes e não dormentes, de modo que o método deve ser efetivo na superação da dormência, sem

prejudicar as sementes não dormentes (Eira *et al.*, 1993). Objetivou-se avaliar o efeito da combinação de tratamentos de pré-germinação sobre o comportamento de sementes de crambe.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (DCA/Unimontes), Janaúba, Minas Gerais. Utilizaram-se sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), cultivar FMS Brilhante, produzidas no município de Chapada Gaúcha, Minas Gerais.

A partir de uma amostra de 50 g de sementes de crambe, foi aplicada o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5. Este delineamento foi baseado na combinação de duas condições estruturais (tratamentos principais): sementes com e sem pericarpo, e ambos submetidos a tratamentos pré-germinativos com e sem ácido giberélico, com quatro repetições de 50 sementes, sendo: testemunha (sem tratamento); e sementes pré-embebidas em água destilada sem adição de ácido giberélico (GA₃) por 24 horas como controle; sementes pré-embebidas em solução de GA₃ a 4 %, por 24 horas em diferentes concentrações (400; 500 e 600 mg.L⁻¹).

A retirada do pericarpo foi realizada manualmente com o auxílio de um estilete, de forma que a ação não danificasse o embrião da semente.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: o teor de água das sementes com e sem pericarpo foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009a), utilizando o método da estufa, a 105 ± 3 °C, por 24 horas, com quatro repetições com cerca de 6 g de sementes/repetição, equivalente a 850 sementes para cada 6 g, (aproximadamente 142 sementes por grama). A determinação do teor de água das sementes como procedimento inicial é recomendável, pois a comparação de amostras com teor de água semelhante é conveniente, uma vez que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a obtenção de resultados consistentes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes.

Para o teste de germinação, as sementes com e sem pericarpo foram semeadas sobre papel mata-borrão, pré-umedecido com volume de água destilada equivalentes a 2,5 vezes o peso do papel, e dispostas em caixas plásticas tipo gerbox. As caixas contendo as sementes foram mantidas em germinador digital, previamente regulado à temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas no quarto (primeira contagem de germinação) e sétimo dia após a semeadura, sendo os resultados obtidos pela contagem do número de plântulas normais. Computou-se também, no sétimo dia, o número de plântulas anormais, sementes mortas e dormentes (Brasil, 2009a). Considerou-se como normais as plântulas que apresentavam todas as estruturas essenciais que permitisse uma avaliação correta das mesmas. Essas plântulas mostram potencial para

continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas sob condições favoráveis. Plântulas anormais são aquelas que não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento (plântulas danificadas, deformadas, deterioradas) e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis. Sementes mortas são aquelas que no final do teste não germinam, não estão duras, nem dormentes, e geralmente, apresentam-se amolecidas, atacadas por microorganismos e não apresentam nenhum sinal de início de germinação e sementes dormentes são as que embora viáveis não germinam, mesmo quando colocadas nas condições especificadas para a espécie em teste. Algumas dessas sementes são capazes de absorver água e intumescer, mas não germinam nem apodrecem até o final do teste. Todos os resultados foram expressos em porcentagem, conforme recomendação das RAS (Brasil, 2009a).

A primeira contagem de germinação das sementes estabelece o vigor, este, compreende o conjunto de características que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais (Brasil, 2009a).

O vigor pode ainda ser determinado pelos testes de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. A emergência de plântulas, foi conduzido sob condições de laboratório, utilizando como substrato areia lavada e esterilizada em estufa a 200 °C, por duas horas. As sementes foram semeadas a 2 cm de profundidade em caixas plásticas tipo *gerbox* contendo o substrato, umedecido a 60 % da capacidade de retenção (Brasil, 2009a). As avaliações foram feitas diariamente, computando-se o número de plântulas que apresentavam os cotilédones abertos acima da superfície do solo, até a estabilização do estande, aos sete dias.

O índice de velocidade de emergência, que corresponde a velocidade e uniformidade de emergência das plântulas, foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas normais (plântulas que apresentavam os cotilédones abertos acima da superfície do solo).

Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas emergidas, foi calculado o índice de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = G1/n1 + G2/n2 + \dots + Gn/nn, \text{ onde:}$$

G1, G2, Gn = no de plântulas computadas na 1a, 2a, ... e última contagem;

n1, n2, nn = no de dias da semeadura até a 1a, 2a, ... e última contagem.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste "F", e as médias das características significativas em nível de 5 % foram submetidas ao teste de Scott-Knott, também em nível de 5 % de significância.

RESULTADOS

Os valores médios dos teores de água, como procedimento inicial na realização das análises, indicaram que as sementes

de crambe com e sem pericarpo apresentaram 7,0 e 8,0 % de umidade, respectivamente.

A análise de variância dos dados (Tab. 1) revelou que, com exceção do índice de velocidade de emergência, houve interação significativa entre os tratamentos relacionados com as duas condições estruturais da semente (com e sem pericarpo) e tratamentos com diferentes concentrações de giberelina para as demais variáveis analisadas. Exceto para sementes mortas (dados não apresentados), as demais variáveis foram afetadas significativamente pela presença ou ausência de pericarpo.

Constatou-se por meio da primeira contagem da germinação que todas as concentrações do ácido giberélico foram eficientes em promover incrementos na velocidade de

germinação das sementes com pericarpo (Fig. 1) em relação a ambos os controles. Por outro lado, observa-se que antes de serem tratadas, as sementes sem pericarpo apresentaram maior velocidade na germinação, comparativamente, as com pericarpo. Entretanto, com a aplicação dos tratamentos não houve incremento na velocidade de germinação das sementes sem pericarpo quando comparado à testemunha.

Antes de serem submetidas aos tratamentos pré-germinativos, observa-se que de maneira contraditória à primeira contagem (Fig. 1), os resultados de germinação não foram influenciados pelos tratamentos relacionados com condições estruturais das sementes, sendo observados valores médios de 57 e 51 %, respectivamente, para as sementes com e sem pericarpo (Fig. 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), sementes dormentes (SD), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de dois lotes de sementes de crambe (com e sem pericarpo), cultivar FMS Brilhante, em função dos tratamentos pré-germinativos.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		PCG	GER	PA	SM	SD	EP	IVE
Lote (L)	1	4446,750**	7905,333**	8112,000**	21,333 ^{NS}	44,083**	1680,333**	33,000**
Tratamento (T)	1	1224,783**	240,133 ^{NS}	281,200 ^{NS}	11,333 ^{NS}	23,483**	558,133**	14,008**
L x T	5	1867,100**	788,133**	413,400*	20,333**	24,283**	178,933*	4,889 ^{NS}
Resíduo	5	217,097	140,666	121,000	5,444	5,194	63,388	2,354
CV %		20,38	19,18	36,36	42,83	65,90	10,28	11,98

^{NS}não significativo; **, *significativo a 1 % e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

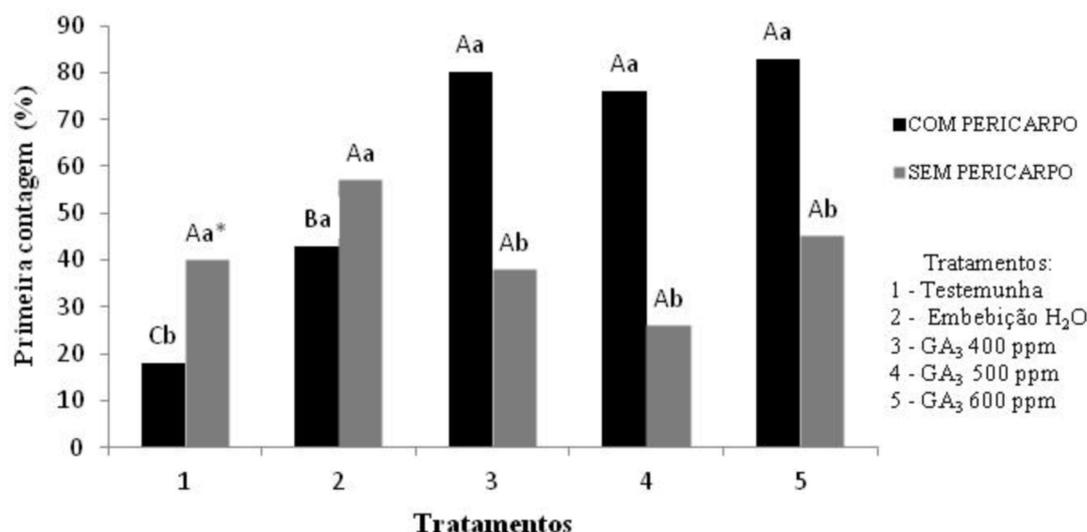


Figura 1. Primeira contagem de germinação (%) de dois tratamentos estruturais de sementes de crambe (com e sem pericarpo), cultivar FMS Brilhante, em função dos tratamentos pré-germinativos com embebição em água e ácido giberélico. (*Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (condição estrutural) ou pelo teste Scott Knott (tratamentos pré-germinativos), a 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas comparam tratamentos (dentro de cada condição estrutural), enquanto minúsculas comparam condição estrutural (dentro de cada tratamento). GAs: ácido giberélico

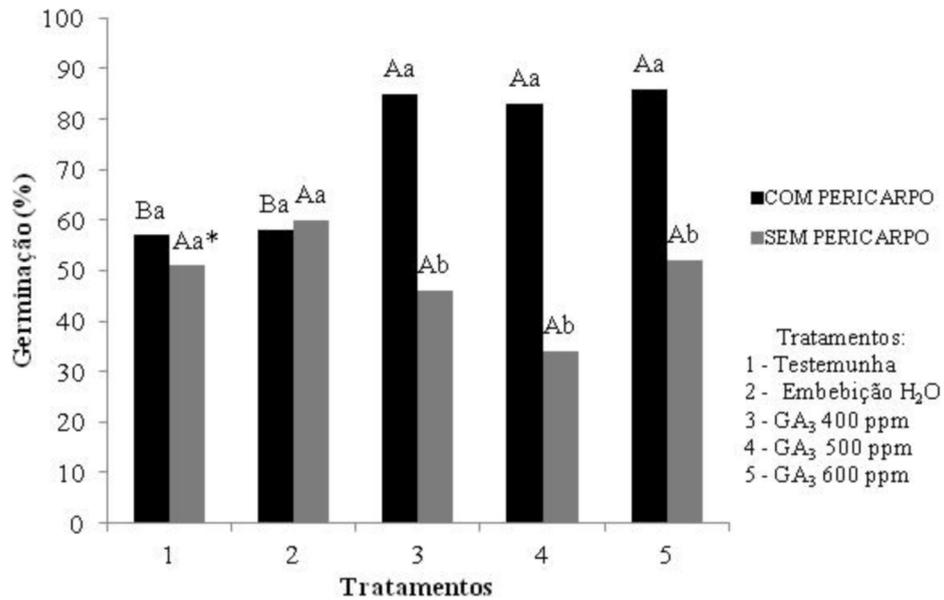


Figura 2. Germinação (%) de dois tratamentos estruturais de sementes de crambe (com e sem pericarpo), cultivar FMS Brilhante, em função dos tratamentos pré-germinativos com embebição em água e ácido giberélico. (*Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (condição estrutural) ou pelo teste Scott Knott (tratamentos pré-germinativos), a 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas comparam tratamentos (dentro de cada condição estrutural), enquanto minúsculas comparam condição estrutural (dentro de cada tratamento). GA₃: ácido giberélico.

Observa-se que o uso do ácido giberélico em todas as concentrações estudadas foi eficiente em promover incrementos na germinação das sementes com pericarpo (Fig. 2). A pré-embebição em água destilada por 24 h apresentou resultados semelhantes à testemunha. De maneira contrastante, os resultados demonstraram que a aplicação dos tratamentos com giberelinas e água destilada por 24 h, não foi eficiente em promover incrementos na germinação das sementes sem pericarpo.

Para as sementes intactas, observa-se que todos os tratamentos que haviam sido eficientes para acelerar a germinação (Fig. 1) foram adequados para aumentar a porcentagem final de germinação (Fig. 2).

Nota-se ainda que, com a aplicação dos tratamentos nas sementes que tiveram o pericarpo removido, os valores foram inferiores a 80 %.

Observa-se que antes de serem submetidas aos tratamentos pré-germinativos, as sementes com e sem pericarpo apresentaram resultados estatisticamente semelhantes na porcentagem de plântulas anormais (Fig. 3). Esses resultados podem estar associados à presença do pericarpo nas sementes de crambe que, possivelmente, impediu a rápida absorção do fitormônio. Com a pré-embebição em solução de giberelinas, as sementes com pericarpo apresentaram valores inferiores na porcentagem de plântulas anormais.

É possível confirmar esses resultados, uma vez que a porcentagem de plântulas anormais, das sementes que tiveram o pericarpo extraído e que passaram pelos tratamentos pré-

germinativos, foram estatisticamente semelhantes, sendo que o tratamento com o uso do ácido giberélico na concentração de 500 mg.L⁻¹ proporcionou resultados superiores na porcentagem de plântulas anormais (Fig. 3).

Antes da pré-embebição as sementes com pericarpo apresentaram valores superiores na porcentagem de sementes dormentes em relação às sem pericarpo (Fig. 4), evidenciando efeitos do tratamento. Com a aplicação dos tratamentos pré-germinativos, observa-se que, para as sementes com pericarpo, em geral, os resultados foram estatisticamente semelhantes à testemunha, com exceção da pré-embebição em água destilada por 24 h cujos valores foram superiores. No entanto, verifica-se que com exceção do tratamento com ácido giberélico a 500 mg.L⁻¹ que apresentou resultados semelhantes a testemunha (sem pericarpo), os demais tratamentos, promoveram incrementos nas porcentagens de sementes dormentes.

Em relação à variável emergência de plântulas (Fig. 5), observa-se que os melhores resultados foram provenientes da pré-embebição das sementes com pericarpo em solução de GA₃ a 400 e 600 mg.L⁻¹, entretanto, não diferiram da testemunha, enquanto que a da pré-embebição em água destilada por 24 h e o tratamento com GA₃ a 500 mg.L⁻¹ apresentaram resultados inferiores.

Quando se avaliou o efeito da presença ou ausência de pericarpo dentro de cada tratamento, foram constatados valores superiores na emergência das plântulas provenientes das sementes com pericarpo, quando tratadas com as

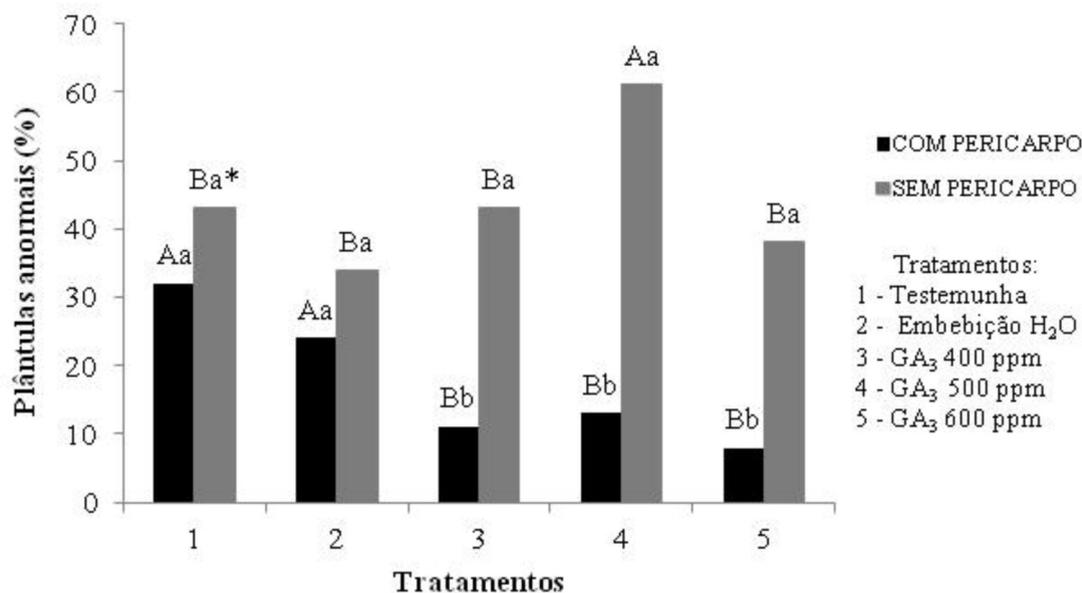


Figura 3. Plântulas anormais (%) de dois tratamentos estruturais de sementes de crambe (com e sem pericarpo), cultivar FMS Brillhante, em função dos tratamentos pré-germinativos com embebição em água e ácido giberélico. (*Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (condição estrutural) ou pelo teste Scott Knott (tratamentos pré-germinativos), a 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas comparam tratamentos (dentro de cada condição estrutural), enquanto minúsculas comparam condição estrutural (dentro de cada tratamento). GAs: ácido giberélico.

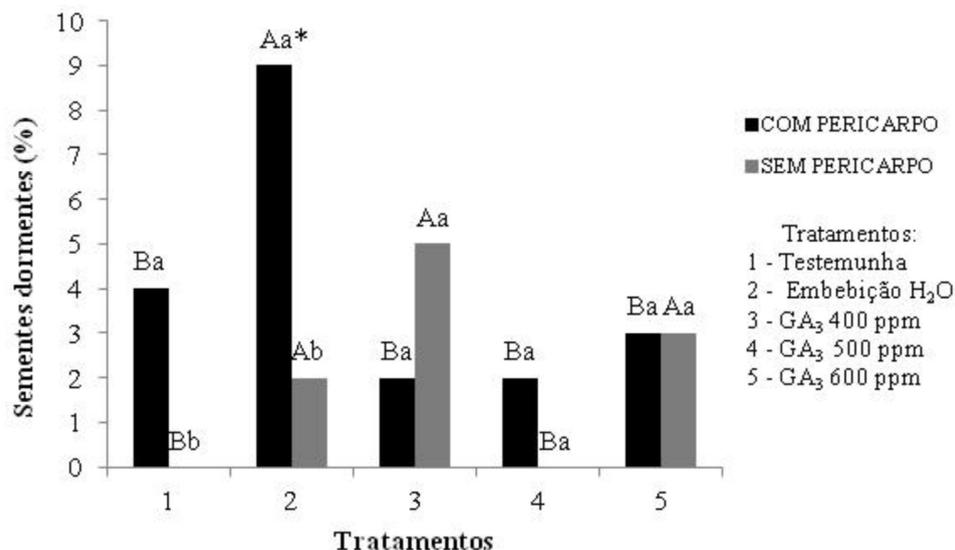


Figura 4. Sementes dormentes (%) de dois tratamentos estruturais de sementes de crambe (com e sem pericarpo), cultivar FMS Brillhante, em função dos tratamentos pré-germinativos com embebição em água e ácido giberélico. (*Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (condição estrutural) ou pelo teste Scott Knott (tratamentos pré-germinativos), a 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas comparam tratamentos (dentro de cada condição estrutural), enquanto minúsculas comparam condição estrutural (dentro de cada tratamento). GAs: ácido giberélico.

diferentes concentrações da solução de GA₃. Observa-se também que, após serem tratadas, as sementes com pericarpo obtiveram melhor desempenho na emergência de plântulas, seguindo a mesma tendência dos resultados de germinação (Fig. 2).

Ao se avaliar o vigor das sementes, por meio do índice de velocidade de emergência (Tab. 2), verifica-se que não houve interação significativa entre os tratamentos associados à presença ou ausência de pericarpo e tratamentos pré-germinativos, passando a estudar os efeitos isolados de cada fator. Os

resultados demonstraram que, dentre os tratamentos pré-germinativos aplicados (estruturais e embebição em água ou solução contendo giberelinas), nenhum se mostrou vantajoso sobre a testemunha (Tab. 2). A pré-embebição das sementes em solução contendo diferentes concentrações do GA₃ proporcionou resultados intermediários, enquanto que o menor índice foi obtido com a pré-embebição em água destilada por 24 h.

Verificando o comportamento das diferentes condições estruturais, as sementes sem pericarpo apresentaram maior velocidade de emergência em comparação com as sementes com pericarpo (Tab. 2).

DISCUSSÃO

Observa-se que os teores de água apresentaram valores dentro do padrão considerado ideal para colheita e comercialização de sementes. As sementes de crambe são classificadas como ortodoxas, uma vez que estas ao final do processo de desenvolvimento e maturação secam naturalmente na planta mãe, finalizando o desenvolvimento com baixo conteúdo de água, entre 5 a 10 % da matéria fresca (Kermode, 1997). Resultados similares foram encontrados por Cardoso *et al.* (2012) e Masetto *et al.* (2009). A importância do teor de água está atrelada a longevidade das sementes; já que, o teor de água, interfere diretamente nos processos fisiológicos, com

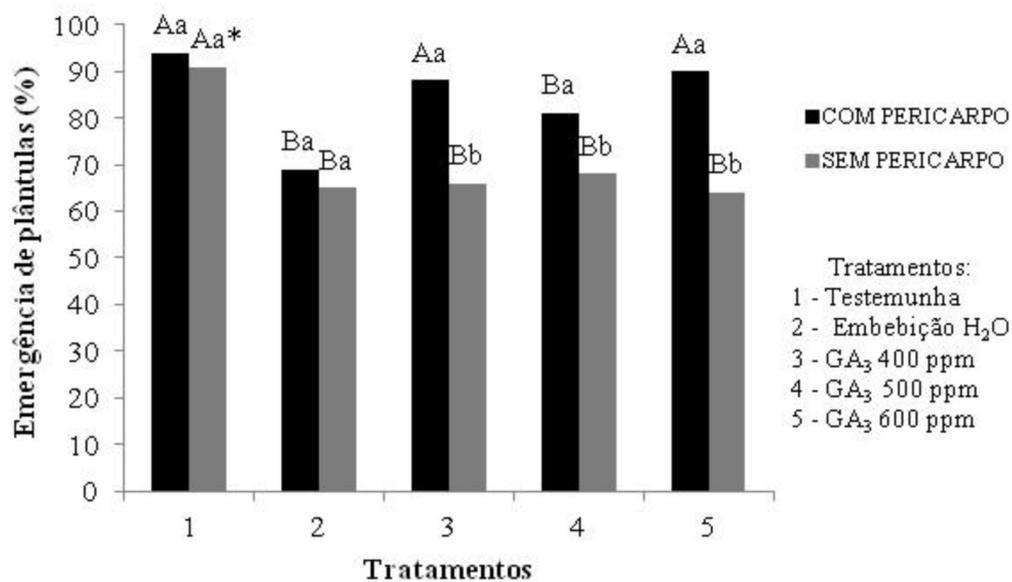


Figura 5. Emergência de plântulas (%) de dois tratamentos estruturais de sementes de crambe (com e sem pericarpo), cultivar FMS Brilhante, em função dos tratamentos pré-germinativos com embebição em água e ácido giberélico. (*Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (condição estrutural) ou pelo teste Scott Knott (tratamentos pré-germinativos), a 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas comparam tratamentos (dentro de cada condição estrutural), enquanto minúsculas comparam condição estrutural (dentro de cada tratamento). GAs: ácido giberélico.

Tabela 2. Índice de velocidade de emergência (médias IVE) para os efeitos isolados de dois tratamentos estruturais de sementes de crambe (com e sem pericarpo), cultivar FMS Brilhante, e dos tratamentos pré-germinativos com embebição em água e ácido giberélico.

Tratamentos pré-germinativos	IVE
Testemunha	14,9 A
embebição em água destilada por 24 h	10,8 C
embebição em solução com GA ₃ * a 400 mg.L ⁻¹	13,2 B
embebição em solução com GA ₃ a 500 mg.L ⁻¹	12,4 B
embebição em solução com GA ₃ a 600 mg.L ⁻¹	12,3 B
Sementes	
com pericarpo	11,9 B
sem pericarpo	13,6 A

Dentro de cada fator, médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem ($p < 0,05$) entre si pelo teste Scott Knott. GA₃*: ácido giberélico

redução da qualidade da semente, chegando a afetar diretamente o vigor e até o poder germinativo (Marcos Filho, 2005). Diversos autores (Braun *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2010; Peixoto *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013) recomendam o uso do ácido giberélico na superação da dormência de sementes de diversas espécies. A imersão das sementes intactas em água destilada por 24 h proporcionou resultados intermediários, seguido da testemunha que apresentaram resultados estaticamente inferiores. Esses resultados discordam dos observados por Martins *et al.* (2012), que verificaram que a remoção do pericarpo associado ao uso de ácido giberélico, proporcionaram maior velocidade na germinação as sementes de crambe.

Para a germinação, ressalta-se que os valores encontrados no presente trabalho estão abaixo do padrão estabelecido para a comercialização de sementes de espécies oleaginosas da mesma família do crambe, como é o caso da canola, que é de 80 % de germinação (Brasil, 2009b). No entanto, com o uso do ácido giberélico nas concentrações estudadas, os valores obtidos nas sementes intactas foram superiores a 80 % de germinação. De acordo com Taiz e Zeiger (2004) o ácido giberélico estimula a síntese de enzimas, como a alfa amilase, e a liberação de energia, influenciando a retomada do crescimento do embrião e, conseqüente, germinação. Assim, Ferreira *et al.* (2005) relatam que o seu uso tem sido bastante empregado para estimular a germinação de sementes que apresentam o tegumento resistente ao processo germinativo.

Na literatura tem sido relatada a remoção do pericarpo na cultura do crambe, o que favorece o seu desempenho durante o processo germinativo (Costa *et al.*, 2010; Ruas *et al.*, 2010). Possivelmente, a retirada do pericarpo na semente, provocou danos ao eixo embrionário prejudicando a eficiência dos tratamentos e, conseqüentemente, o processo germinativo, conforme relatado anteriormente.

Diversos trabalhos (Costa *et al.*, 2010; Ruas *et al.*, 2010) têm sido desenvolvidos com o objetivo de verificar a influência do pericarpo na germinação de sementes de crambe, o que constitui uma barreira física para a protrusão da radícula. Entretanto, vale ressaltar que não existe na literatura um método padronizado e eficiente para que esta prática seja efetuada de forma segura.

A presença do pericarpo em sementes de crambe parece retardar o início dos processos fisiológicos que desencadeiam a germinação, enquanto que, a retirada do pericarpo acelera a velocidade de germinação, porém, diminui a sua porcentagem final de plântulas normais. Sendo assim, a sua retirada é uma prática recomendada por diversos autores (Costa *et al.*, 2010; Ruas *et al.*, 2010), conforme relatado anteriormente. Entretanto, vale ressaltar que, a remoção do pericarpo na cultura do crambe constitui um tratamento mais demorado por ser praticado a cada semente individualmente, não podendo desconsiderar a dificuldade de execução sem danos ao embrião das sementes, embora Costa *et al.*, (2010), afirmem que a sua retirada seja vantajosa, por favorecer o

maior contato das sementes diretamente com a água, oxigênio e minerais, e permitir, também, o crescimento do embrião, sem maiores restrições físicas. Além disso, a sua remoção é um método inviável para grandes áreas de sementes, uma vez que é realizado manualmente com o auxílio de um bisturi ou estilete. Sendo assim, a aplicação de tratamentos pré-germinativos nas sementes com pericarpo foi eficiente para aumentar a germinação em condições de laboratório e, portanto, mostra-se mais viável devido maior facilidade de utilização pelo produtor.

Costa *et al.* (2010), verificaram menores valores no vigor das sementes de crambe quando imersas em água destilada. Observando também o comportamento das sementes sem pericarpo, nenhum tratamento pré-germinativo aplicado às sementes se mostrou vantajoso sobre a testemunha.

Verificando o comportamento das diferentes condições estruturais, as sementes sem pericarpo apresentaram maior velocidade de emergência em comparação com as sementes com pericarpo (Tab. 2). Esses resultados corroboram com os obtidos por Ruas *et al.* (2010), que observaram que a retirada do pericarpo nas sementes de crambe aumenta a velocidade de germinação, porém, não afeta a porcentagem final de germinação das mesmas.

CONCLUSÃO

Desse modo, a retirada do pericarpo em sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, acelera a velocidade de germinação, porém, diminui a sua porcentagem final. Em geral, a pré-embrição em ácido giberélico (400, 500 e 600 mg.L⁻¹) por 24 horas proporcionou incrementos na germinação e no vigor das sementes de crambe com pericarpo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque KS, Guimaraes RM, Almeida IF, Clemente ACS. Métodos para superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). Ciênc Agrotec. 2007;31(6):1716-1721. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000600017>
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: DNDV/CLAV, 2009a; p. 365.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 60/2009. Anexo I - Padrões de identidade e qualidade para a produção de sementes de canola. Brasília, DF: SNAD/DNDN/CLAV: D.O.U, Brasília, DF, Seção 1. 2009b. p.16
- Braun H, Lopes JC, Souza LT, Schmildt ER, Cavatte RPQ, Cavatte PC. Germinação in vitro de sementes de

- beterraba tratadas com ácido giberélico em diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura. *Semina*. 2010;31(3):539-546. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n3p539>
- Cardoso RB, Binotti FFS, Cardoso ED. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. *Pesq Agrop Trop*. 2012;42(3):272-278.
- Cardoso VJM. Dormência: estabelecimento do processo. In: Ferreira AG, Borghetti F. (Eds). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 95-108.
- Carlson KD, Gardner JC, Anderson VL, Hanzel JJ. Crambe: new crop success. In: JANICK, J. *Progress in new crops*. Alexandria: ASHS Press. 1996, 306-322. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3-306.html#Production Problems and Opportunities>>. Acesso em: 25 jan. 2014.
- Carvalho NM, Nakagawa J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 588.
- Costa FP, Martins LD, Lopes JC. Frequência de germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) sob influência de tratamentos pré-germinativos e de temperaturas. *Nucleus*. 2010;7(2):185-194. DOI: 10.3738/1982.2278-432.
- Eira MTS, Freitas RWA, Mello CMC. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. *Leguminosae. Rev Bras Sem*. 1993;15(2): 177-181.
- Ferreira G, Oliveira A, Rodrigues JD, Dias GB, Detoni AM, Tesser SM. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. *Rev Bras Frutic*. 2005; 27(2):277-280. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452005000200022>.
- Jasper SP, Biaggioni MAM, Silva PAR, Seki AS, Bueno OC. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) produzida em plantio direto. *Eng Agríc*. 2010a;30(3):395-403.
- Jasper SP, Biaggioni MAM, Silva PRA. Comparação do custo de produção do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) com outras culturas oleaginosas em sistema de plantio direto. *Rev Energ Agr*. 2010b;25(4):141-153.
- Kermode AR. Approaches to elucidate the basis of desiccation-tolerance in seeds. *Seed Sci Res*. 1997;7(2):75-95. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0960258500003421>
- Lopes HM, Souza CM. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Rev Bras Sem*. 2008;30(1):181-189.
- Maguire JD. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. 1962;2(1):176-177. DOI: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x
- Marcos Filho J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 495.
- Masetto TE, Quadros JB, Moreira FH, Ribeiro DM, Benites Junior I. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de crambe produzidas no estado de Mato Grosso do Sul. *Rev Bras de Oleag e Fibr*. 2009;13(3):107-113.
- Martins LD, Costa FP, Lopes JC, Rodrigues WN. Influence of pré-germination treatments and temperature on the germination of crambe seeds (*Crambe abyssinica* Hochst). *Idea*. 2012;30(30):23-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000300003>
- Peixoto CP, Sales FJS, Vieira EL, Passos AR, Santos JMS. Ação da giberelina em sementes pré-embebidas de mamoneira. *Com Sci*. 2011; 2(2):70-75.
- Pitol C, Broch DL, Roscoe R. Tecnologia e produção: Crambe. 1 ed. Maracaju: Fundação MS, 2010. p. 60.
- Ruas RAA, nascimento GB, Bergamo EP, Daur Junior RH, Arruda RG. Embebição e germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). *Pesq Agr Trop*. 2010;40(1): 61-65.
- Santarém ER, Aquila ME. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Collodon) Irwin & Barneby (Leguminosae). *Rev Bras Sem*. 1995;17(2):205-209.
- Santos CAC, Vieira EL, Peixoto CP, Ledo CAS. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. *Biosci J*. 2013;29(2):400-407.
- Silva AB, Landgraf PRC, Machado GWO. Germinação de sementes de braquiária sob diferentes concentrações de giberelina. *Semina*. 2013;34(2):657-662. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p657>.
- Sousa AS, Dantas ACVL, Pelacani CR, Vieira EL, Ledo CAS. Superação da dormência em sementes de pinha. *Rev Caatinga*. 2008;21(4):118-121.
- Taiz L, Zeiger E. *Fisiologia Vegetal*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 719.
- Ungar IA. *Ecophysiology of vascular halophytes*. Boca Raton: CRC, 1991. p. 211.

