

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES ARMAZENADAS DE CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst)

Vívian Palheta da Rocha^{1*}; Lucas Antonio de Freitas Santos²; Ludmila Fonseca da Silva³; Luiz Antônio Silva dos Santos⁴; Claudia Antonia Vieira Rossetto⁵

SAP 15029 Data envio: 30/08/2016 Data do aceite: 07/08/2017
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 3, jul./set., p. 393-400, 2017

RESUMO - O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) tem sido cultivado principalmente devido ao seu potencial na produção de óleo em suas sementes e, como planta forrageira. Para esta espécie, o alto teor de óleo prejudica o potencial de armazenamento de suas sementes, assim como o uso de sementes com a presença do pericarpo do fruto no momento da semeadura e a baixa disponibilidade de água no solo podem proporcionar a germinação desuniforme. Para favorecer o desempenho das sementes pode ser empregada a técnica de condicionamento fisiológico das mesmas. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes técnicas de condicionamento fisiológico na qualidade fisiológica das sementes de crambe armazenadas em condições controladas. Para tanto, o experimento foi realizado no período de 2015 a 2016 utilizando sementes classificadas, tratadas e acondicionadas em sacos de papel. Após zero, três e seis meses de armazenamento, as sementes foram submetidas às técnicas de hidratação não monitorada (imersão em água), matriosmocondicionamento com PEG 6000 a -0,2 MPa, atmosfera úmida e matricionamento. Sementes não condicionadas foram utilizadas como controle. Posteriormente, as sementes foram secas e avaliadas pelos testes de germinação e vigor (primeira contagem, desempenho de plântulas, emergência de plântulas e condutividade elétrica). Pelos resultados, pode-se concluir que as técnicas de condicionamento fisiológico, matriosmocondicionamento e matricionamento, favoreceram a germinação e o vigor das sementes de crambe armazenadas.

Palavras-chave: armazenamento, embebição, hidratação controlada.

STORED SEEDS CRAMBE (Crambe abyssinica Hochst) AS AFFECTED BY PRIMING

ABSTRACT - The crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) has been grown mainly due to their potential for oil production in their seed and as fodder plant. For this species, the high oil content impairs the storage potential of the seeds as well as the use of seeds in the presence of pericarp of the fruit at the time of sowing and the low availability of water in the soil may provide uneven germination. To facilitate the performance of the seeds can be used the seed priming techniques. The objective of this research was to evaluate the effect of different priming techniques in physiological quality of crambe seeds stored under controlled conditions. Therefore, the experiment was conducted in the period 2015-2016 using classified seeds, processed and packed in paper bags. After zero, three and six months of storage, the seeds were submitted to unmonitored hydration techniques (immersion in water), matriosmopriming with PEG 6000 -0.2 MPa, moist atmosphere, matripriming and unconditioned seeds were used as control. Later, the seeds were dried and evaluated by germination and vigor tests (first count, seedling performance, seedling emergence and electrical conductivity). From the results, it can be concluded that the techniques of physiological priming, matriosmopriming and matripriming, favored the germination and vigor of the stored crambe seeds.

Key words: storage, soaking, controlled hydration.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma oleaginosa pertencente à família Brassicaceae, utilizada como forrageira, na alimentação de bovinos sendo fonte de proteínas e, atualmente também utilizada para extração de óleo (RUAS et al., 2010), principalmente destinado a

programas de biodiesel, pois apresenta 36 a 38% de óleo nas sementes (PITOL et al., 2010).

Para crambe, o estabelecimento da cultura no campo pode ser prejudicado pela baixa disponibilidade de água no solo (RUAS et al., 2010), pelo uso frequente de sementes com o pericarpo do fruto no momento da

¹Bióloga, M.Sc., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, CEP 23890-000, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: vpalheta_ph@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Acadêmico de Agronomia, UFRRJ. E-mail: lucas_agronomo_ufrj@yahoo.com.br

³Engenheira Agrônoma, Dra., UFRRJ. E-mail: ludmilafonseca@hotmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr., Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica da UFRRJ, CEP 23897-000, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: luizagronomia@yahoo.com.br

⁵Engenheira Agrônoma, Dra., Professora do Departamento de Fitotecnia, UFRRJ. E-mail: cavrosse@ufrj.br

semeadura (COSTA et al., 2010) e, pelo baixo vigor das sementes que apresentam alto teor de lípidios, que intensifica o processo de deterioração das mesmas (JOSÉ et al., 2010).

Na literatura, há resultados favoráveis do emprego de técnicas de condicionamento fisiológico nas sementes de diversas espécies, visando reduzir o período para que ocorra a germinação, sincronizando a emergência das plântulas (SANTOS et al., 2008), bem como promover a tolerância a estresse causado por deficiência hídrica e aumento da concentração salina no solo (MARCOS FILHO, 2005). Desta forma, contribuindo no estabelecimento das plântulas e podendo favorecer o sucesso na produção agrícola (NASCIMENTO, 2005).

Esta técnica permite que ocorra a antecipação do início da síntese de novo RNA-m, proteínas e síntese de enzimas que são fundamentais para o reparo do sistema de membranas, acréscimo na síntese de DNA e atividade enzimática (SILVA, 2013), incentiva a atividade respiratória e o aumento na produção de ATP (CHOJNOWSKI et al., 1997), atua sobre a ação de enzimas que provocam o enfraquecimento de tecidos, restringindo a expansão da radícula durante a germinação (SILVA, 2013) e reduz a peroxidação de lipídeos favorecendo a recuperação estrutural do sistema de membrana (MCDONALD, 1999).

Estas técnicas de condicionamento fisiológico de sementes são empregadas com base no fornecimento de água para as sementes (MARCOS FILHO, 2005). Em brássicas existem vários trabalhos que avaliaram a resposta do condicionamento fisiológico de sementes. Para sementes de colza (*Brassica napus* L.), a técnica de hidrocondicionamento (imersão em água) por 24 h aumentou o vigor das sementes (MAROUFI et al., 2011). Já em sementes de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), o osmocondicionamento foi eficiente para melhorar o desempenho da germinação e vigor das sementes (ARMONDES, 2013). Para couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytris*), o matricionamento entre quatro e seis folhas de papel toalha demonstrou benefícios a velocidade de germinação e de emergência de plântulas e esta resposta dependeu do cultivar ou histórico dos lotes (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2009).

Para crambe, há restrito número de trabalhos relacionados à avaliação da resposta ao condicionamento fisiológico. Motta et al. (2011), ao avaliarem o efeito do osmocondicionamento (água - 0 MPa e da solução de manitol nas concentrações de -0,6 MPa e -1,2 MPa a 25 °C) na germinação das sementes usando rolos de papel, concluíram que o condicionamento osmótico não teve eficiência em promover a emergência de plântulas mais rápida, demonstrando que o tratamento de embebição em água teve efeito superior, pois contribuiu para a emergência de plântulas.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes técnicas de condicionamento fisiológico na qualidade fisiológica das sementes de crambe após o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de análise de sementes do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), nos anos de 2015 e 2016.

As sementes de crambe (*C. abyssinica*) com o pericarpo do fruto (sílquas) foram obtidas no campo de produção da UFRRJ, nos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014 e designadas de lotes 1, 2, 3 e 4, respectivamente. A colheita foi realizada após 50% das sementes atingirem a coloração marrom, as folhas se tornarem amarelas e começarem a cair da planta, na qual é o momento que atingem a maturidade fisiológica (KNIGHTS, 2002). A secagem das sementes ocorreu na planta. Após as colheitas, as sementes dos quatro lotes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara seca, com controle de temperatura (18 °C) e de umidade relativa do ar (45%), até a aplicação das técnicas de condicionamento fisiológico. O lote 1 (2011) antes da aplicação das técnicas de condicionamento fisiológico estava armazenado por 4 anos, o lote 2 (2012) por 3 anos, lote 3 (2013) por 2 anos e lote 4 (2014) por 1 ano, e a aplicação das técnicas de condicionamento fisiológico foram realizadas com intervalos de três meses nos períodos de 0, 3 e 6.

As sementes, que apresentavam teor inicial de água de 8%, foram classificadas em peneiras crivo circular de diâmetro de 2,86 a 2,38 mm (BRASIL, 2009) e tratadas com fungicida Captan Sc 500 (p.a captam) na proporção de 3 g para cada kg de semente (BARROS; ROSSETTO, 2009).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida, em que as parcelas foram representadas pelos lotes, as subparcelas pelos três períodos de armazenamento (0, 3 e 6 meses) e as subsubparcelas por cinco técnicas de condicionamento fisiológico (hidratação não monitorada, matricionamento, atmosfera úmida, matricionamento e controle), com quatro repetições.

Para isto, as sementes foram submetidas às distintas técnicas de condicionamento. Na hidratação não monitorada (imersão em água), cada repetição de sementes foi imersa em 14 mL de água destilada a 20 °C por 8 h, com o auxílio de uma bomba de aquário. No matricionamento, as sementes foram embebidas entre duas camadas de quatro folhas de papel germitest umedecidas com 14 mL de solução de Polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) (-0,2 MPa), que equivale a proporção de 2,5 vezes a massa do papel germitest, em caixas plásticas tipo gerbox por 8 h; na atmosfera úmida, as sementes foram dispostas diretamente sobre tela metálica no interior de caixas plásticas tipo gerbox contendo 40 mL de água destilada no fundo destas caixas, por 8 h. No matricionamento, as sementes foram colocadas entre duas camadas de três folhas de papel germitest cada uma, umedecidas com água destilada equivalente a proporção de 2,5 vezes a massa do papel germitest (7 mL) e mantidas no interior de caixas plásticas tipo gerbox por 8 h; e sementes não submetidas ao condicionamento (testemunha).

Após a aplicação das técnicas de condicionamento fisiológico, as sementes foram secas em estufa de circulação de ar a 30 ± 2 °C, por no máximo 12 h, com base em Barros e Rossetto (2009), e submetidas à determinação do grau de umidade das sementes, visando atingir valores próximos ao inicial de 7% e, à avaliação da qualidade fisiológica pelos testes de germinação e de vigor (primeira contagem, massa e comprimento de plântulas, condutividade elétrica e emergência de plântulas).

O teste de germinação foi realizado utilizando oito subamostras de 50 sementes que foram distribuídas sobre papel germitest umedecido com uma solução de 0,2% de KNO_3 (2g de KNO_3 por 1000 mL de água), na proporção de 2,5 vezes a massa do papel (5 mL de solução) no interior de caixas plásticas do tipo gerbox (11 x 11 x 2,5 cm), as quais foram mantidas a 25 °C. As avaliações foram realizadas aos quatro e sete dias após a instalação dos testes, baseando-se nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas nas duas contagens, bem como de plântulas anormais (com menor desenvolvimento) e de sementes não germinadas (contaminadas totalmente por fungos).

Também no teste de germinação foi considerada a porcentagem de plântulas normais ao quarto dia após a instalação do teste (NAKAGAWA, 1999) e realizada a avaliação do comprimento e da massa de matéria seca das plântulas (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plantulas normais, massa e comprimento por plântula.

No teste de condutividade elétrica foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes, previamente pesadas, que foram imersas em 50 mL de água destilada durante 24 h a 20 °C (SANTOS; ROSSETTO, 2013). As leituras foram realizadas em condutivímetro e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

O teste de emergência das plântulas foi realizado utilizando quatro subamostras de 25 sementes que foram distribuídas em caixas plásticas (38 x 27 x 9 cm) contendo areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada (60% de capacidade de retenção). Estas caixas foram mantidas em ambiente sem controle (cuja temperatura média foi de 26 °C e a umidade relativa média do ar de 75%). As avaliações foram realizadas durante 21 dias após semeadura, em intervalos de três dias (NAKAGAWA, 1999). As plântulas foram contadas para avaliação da porcentagem de emergência de plântulas e em seguida foi realizado o cálculo da velocidade de emergência plântulas (MAGUIRE, 1962). Os resultados foram expressos em porcentagem e em índice de velocidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com base em Banzatto e Kronka (2006) e determinados com auxílio do pacote estatístico Statistica Trial 13.0 (STATSOFT, 2016) e Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2015).

Foram aplicados os testes de Lilliefors e de Cochran, para verificar a normalidade e a homogeneidade das variâncias residual, respectivamente. Os dados de germinação, de plântulas anormais totais, sementes não germinadas foram transformados utilizando arcoseno

$(X/100)^{0.5}$ (SANTANA; RANAL, 2000). Para os dados de comprimento de plântula, a transformação utilizada foi de acordo com Box-Cox (BOX; COX, 1964), sendo aplicado o valor de lambda de -1,44. As representações dos resultados, para os dados que foram transformados foram realizadas com os valores originais.

Em caso da não aceitação da hipótese H_0 , para o teste F, as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. No caso das interações significativas foram realizados os desdobramentos necessários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação tripla significativa entre lotes de sementes de crambe, técnicas de condicionamento fisiológico e períodos de armazenamento ($p < 0,01$) para porcentagem de germinação, de plântulas da primeira contagem, de plântulas anormais totais, de sementes não germinadas, de massa de matéria seca por plântula (g plântula^{-1}), de comprimento por plântula (cm plântula^{-1}), de emergência de plântulas e de índice de velocidade de emergência. Para condutividade elétrica, houve ($p < 0,01$) interação dupla significativa entre lotes e técnicas de condicionamento fisiológico.

Na avaliação inicial (0 mês), as sementes de crambe do lote 1 submetidas ao matriosmocondicionamento, bem como as sementes do lote 2 submetidas ao matricondicionamento apresentaram maior germinação (Tabela 1). Estes resultados provavelmente estão relacionados à menor porcentagem de plântulas anormais (Tabela 2). Quando foi avaliado o vigor pelo teste de primeira contagem, as sementes do lote 2 apresentaram maior valor de plântulas normais na primeira contagem, após terem sido matricondicionadas, bem como as sementes do lote 3 após terem sido submetidas à atmosfera úmida (Tabela 1).

Quando o vigor foi avaliado pelos demais testes, tem-se que as sementes dos lotes 1 e 2 apresentaram maior velocidade de emergência de plântulas quando submetidas ao matriosmocondicionamento, à hidratação não monitorada e à atmosfera úmida (Tabela 5). E, as sementes do lote 3 apresentaram maior massa de matéria seca após terem sido matriosmocondicionadas e maior comprimento de plântula após terem sido submetida à técnica de atmosfera úmida (Tabela 3 e 4).

Aos três e seis meses de armazenamento, as sementes do lote 1, após terem sido submetidas à técnica de matriosmocondicionamento e do matricondicionamento, apresentaram maior germinação (Tabela 1). Quanto ao vigor, as sementes do lote 3 apresentaram maior velocidade de germinação, avaliado pelo teste de primeira contagem após terem sido submetidas ao matricondicionamento (Tabela 5). Pelo teste de emergência de plântulas, as sementes dos lotes 1, 2 e 3 apresentaram maior porcentagem de emergência após terem sido submetidas às técnicas de hidratação não controlada e de atmosfera úmida, bem como, as sementes do lote 2 apresentaram maior índice de velocidade de emergência de plântulas, após terem sido submetidas à técnica de matricondicionamento (Tabela 5).

TABELA 1. Dados médios, em porcentagem, de germinação e de plântulas normais na primeira contagem, obtidos a partir dos quatro lotes (L1, L2, L3 e L4) de sementes de crambe após serem ou não submetidos às técnicas de condicionamento fisiológico (T1-hidratação não monitorada, T2-matrismocondicionamento, T3-atmosfera úmida, T4-matricondicionamento e T5-testemunha). Avaliação inicial (0 mês), após três e seis meses do armazenamento.

		Germinação (%)				Primeira contagem de plântulas normais			
		L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
0 mês	T1	73 XCa*	73 YBa	74 XABa	23 YCDb	22 ZCab	16 YCb	34 YBa	23 YCab
	T2	88 XAa	85 XAab	73 YBbc	79 XAbc	43 YBb	44 YBb	43 YABb	77 XAa
	T3	76 XBCa	83 XABa	76 XYABa	47 XBb	29 ZCb	49 YBa	52 YAa	44 XBa
	T4	86 XABa	85 XAa	71 YBb	19 YDc	59 YAab	63 YAa	49 YAb	18 YCc
	T5	75 YBCa	77 XABa	85 XAa	36 XBCb	44 YBb	58 YABa	51 YAab	24 YCc
Médias		79	81	76	41	39	46	46	37
3 meses	T1	74 XBa	85 XAa	77 XBa	23 YBb	56 YBb	76 XAa	71 XBa	23 YBc
	T2	89 XAa	85 XAa	89 XABa	67 YAb	72 XAb	34 YBc	87 XAa	67 XAb
	T3	85 XABa	84 XAa	85 XABa	32 YBb	56 YBb	73 XAa	81 XABa	32 YBc
	T4	91 XAa	86 XAa	91 XAa	62 XAb	77 XAab	75 XYAbc	89 XAa	62 XAc
	T5	77 YBa	79 XAa	56 YCb	36 XBc	39 YCa	47 YBa	45 YCa	36 YBa
Médias		83	84	79	44	60	61	75	44
6 meses	T1	82 XBa	77 XYBa	76 XBa	47 XABb	70 XAa	65 XBa	74 XBa	47 XBb
	T2	92 XAa	86 XABa	84 XYBa	40 ZBb	81 XAa	78 XABa	79 XABa	40 YBb
	T3	82 XBa	83 XABa	72 YBa	54 XABb	73 XAa	78 XABa	71 XBa	54 XABb
	T4	90 XABa	89 XAa	95 XAa	62 XAb	75 XAb	81 XAab	93 XAa	62 XAc
	T5	93 XAa	85 XABa	83 XBAb	46 XBCc	80 XAa	72 XABa	77 XBa	46 XBb
Médias		88	84	82	50	76	75	79	50

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha (para lote), e maiúscula A, B, C e D na coluna (para os métodos de condicionamento), maiúscula X, Y e Z na coluna para (período de armazenamento), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Dados médios, em porcentagem, de plântulas anormais totais e de sementes não germinadas, obtidos a partir dos quatro lotes (L1, L2, L3 e L4) de sementes de crambe após terem sido submetidos às técnicas de condicionamento fisiológico (T1-hidratação não monitorada, T2-matrismocondicionamento, T3-atmosfera úmida, T4-matricondicionamento e T5-testemunha). Avaliação inicial (0 mês), após três e seis meses de armazenamento.

		Plântulas anormais totais				Sementes não germinadas			
		L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
0 mês	T1	17 XAb*	12 XAb	21 XAb	65 XAa	11 XAab	15 XAa	5 XAb	0 YCc
	T2	5 XBCb	2 XBb	24 XAa	17 YCa	7 XAab	13 XAa	3 XAb	5 XBb
	T3	16 XABb	4 XABc	19 XAb	45 YBa	9 XAab	13 XAa	6 XAb	9 XABab
	T4	4 XCc	5 XABc	20 XAb	64 XYAa	11 XAab	10 XAb	9 XAb	17 XAa
	T5	16 XABb	11 XAb	9 YBb	52 XYABa	10 XAa	13 XAa	6 XAa	12 XAa
Médias		11	7	18	48	9	13	6	9
3 meses	T1	17 XYAb	5 XABc	19 XBb	73 XAa	10 XAa	10 XAa	5 XAa	4 XAa
	T2	4 XYBbc	2 XBc	8 YBCb	26 YBa	7 XAa	6 XAa	4 XAa	7 XAa
	T3	7 XABb	5 XABb	9 YBCb	62 XAa	8 XAa	11 XAa	6 XAa	7 XAa
	T4	2 XBb	3 XYABb	7 YCb	28 YBa	7 XAab	11 XAa	2 YAb	10 YAa
	T5	14 XAc	11 XAc	38 XAb	61 XAa	9 XAa	9 XAab	7 XAab	4 YAb
Médias		9	5	16	50	8	9	5	6
6 meses	T1	8 XAb	10 XYAb	16 XABb	45 YAa	10 XAa	14 XAa	8 XAa	8 XAa
	T2	1 YBc	3 XBCc	11 YBb	53 XAa	7 XAa	12 XAa	6 XAa	7 XAa
	T3	7 XAc	7 XABc	23 XAb	38 YABa	8 XAa	11 XAa	6 XAa	8 XAa
	T4	3 XABb	1 YCb	1 ZCb	24 YBa	7 XAab	11 XAab	5 XYAb	14 XYAa
	T5	0 YBc	1 YCc	12 YBb	46 YAa	1 YBc	14 XAa	6 XAb	8 XYAab
Médias		4	4	12	41	7	12	6	9

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha (para lote), e maiúscula A, B e C na coluna (para os métodos de condicionamento), maiúscula X, Y e Z na coluna para (período de armazenamento), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 3. Dados médios, de massa de matéria seca das plântulas, obtidos de quatro lotes (L1, L2, L3 e L4) de sementes de crambe submetidos ou não às técnicas de condicionalmento fisiológico (T1-hidratação não monitorada, T2-matrismocondicionalmento, T3-atmosfera úmida, T4-matricondicionalmento e T5-testemunha). Avaliação inicial (0 mês), após três e seis meses do armazenamento.

		Massa de matéria seca das plântulas (g plântula ⁻¹)			
		L1	L2	L3	L4
0 mês	T1	0,0016 YABa	0,0016 YABa	0,0012 YCb	0,0014 XABab
	T2	0,0016 YABab	0,0014 YBbc	0,0017 YAa	0,0012 YBc
	T3	0,0015 XBa	0,0013 YBa	0,0014 YABCa	0,0015 XABa
	T4	0,0016 XABa	0,0015 XYABa	0,0013 YBCa	0,0015 YABa
	T5	0,0019 XAa	0,0018 XAa	0,0016 XYABa	0,0017 XAa
Médias		0,0016	0,0015	0,0014	0,0014
3 meses	T1	0,0019 XABa	0,0019 XABa	0,0021 XAa	0,0009 YBb
	T2	0,0022 XAa	0,0020 XAa	0,0021 XAa	0,0017 XAb
	T3	0,0018 XBCa	0,0019 XABa	0,0019 XABa	0,0016 XAa
	T4	0,0015 XCb	0,0018 XABab	0,0020 XAa	0,0018 XAab
	T5	0,0018 XBCa	0,0017 XBa	0,0017 XBa	0,0011 YBb
Médias		0,0019	0,0019	0,0019	0,0014
6 meses	T1	0,0013 YAa	0,0012 ZAa	0,0013 YAa	0,0012 XYAa
	T2	0,0015 YAa	0,0013 YAa	0,0014 ZAa	0,0009 ZAb
	T3	0,0006 YBb	0,0011 YAa	0,0012 YAa	0,0010 YAab
	T4	0,0014 XAa	0,0013 YAa	0,0014 YAa	0,0013 YAa
	T5	0,0013 YAa	0,0014 YAa	0,0014 YAa	0,0011 YAa
Médias		0,0012	0,0012	0,0013	0,0011

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha (para lotes), e maiúscula A, B e C na coluna (para os métodos de condicionalmento), maiúscula X, Y e Z na coluna (para períodos de armazenamento), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Dados médios, de comprimento por plântula, obtidos de quatro lotes (L1, L2, L3 e L4) de sementes de crambe submetidos ou não às técnicas de condicionalmento fisiológico (HNM-hidratação não monitorada, MOC-matrismocondicionalmento, ATM-atmosfera úmida, MC-matricondicionalmento e CONTROLE-testemunha). Avaliação inicial (0 mês), após três e seis meses do armazenamento.

		Comprimento por plântula (cm plântula ⁻¹)			
		L1	L2	L3	L4
0 mês	T1	2,45 ZCc	2,71 YBCb	2,93 YABab	3,17 XAa
	T2	2,76 YABa	2,45 YCa	2,76 YBa	2,91 YABa
	T3	2,57 YBCb	2,75 YBb	3,16 YAa	2,76 ZBb
	T4	2,70 YBa	2,81 YBa	2,76 YBa	2,64 ZCa
	T5	3,32 YAb	3,73 XAa	3,60 YAb	2,65 ZBc
Médias		2,76	2,89	3,04	2,83
3 meses	T1	3,03 YBCb	3,62 XABa	3,32 YBab	2,40 YCc
	T2	3,34 XAc	3,25 XBc	5,27 XAa	4,04 XAb
	T3	2,64 YBd	3,81 XAb	5,27 XAa	3,09 YBc
	T4	3,53 XAb	3,24 XBb	5,38 XAa	4,27 YAa
	T5	2,81 YAab	2,45 YCb	2,93 YBa	2,98 YBa
Médias		3,07	3,27	4,44	3,35
6 meses	T1	3,28 XBCab	2,94 YCb	3,67 XBa	3,13 XCb
	T2	3,29 XBb	3,54 XAab	4,22 XBCa	3,56 XBCab
	T3	3,40 XABb	3,36 XABCb	4,30 YBa	3,89 XBab
	T4	2,73 YCb	3,04 XBCb	6,32 XAa	5,86 XAa
	T5	3,92 XAa	3,43 XABa	4,14 XBa	3,72 XBa
Médias		3,32	3,26	4,53	4,03

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha (para lotes), e maiúscula A, B e C na coluna (para os métodos de condicionalmento), maiúscula X, Y e Z na coluna para (períodos de armazenamento), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5. Dados médios de emergência de plântulas aos 21 dias (%) e, de índice de velocidade de emergência (IVE), obtidos a partir dos quatro lotes (L1, L2, L3 e L4) de sementes de crambe após terem sido submetidos às técnicas de condicionamento fisiológico (T1-hidratação não monitorada, T2-matrismocondicionamento, T3-atmosfera úmida, T4-matricondicionamento e T5-testemunha). Avaliação inicial (0 mês), após três e seis meses do armazenamento.

	Emergência				IVE				
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	
0 mês	T1	90XAab	94 XAa	93 XAab	61 XABc	37,23 XAa	37,85 XAa	38,50 XAa	32,17 XAb
	T2	93 XAa	92 XAa	87 YAa	65 XABb	38,10 XAa	38,09 XAa	36,13 YAa	34,53 XAa
	T3	84 XAa	91 XAa	92 XAa	51 XAb	36,36 XAa	37,37 XAa	39,24 XAa	32,41 XAb
	T4	86 XAa	88 XAa	95 XAa	54 XYABb	35,89 XAab	36,40 XAa	39,44 XAa	31,08 XAb
	T5	93 XAa	89 XYAa	95 XAa	66 XAb	38,03 XAab	36,49 XAab	40,09 XAa	33,45 XAb
Médias	89	91	92	59	37,12	37,24	38,68	32,73	
3 meses	T1	87 XAa	84 XAa	93 XAa	40 YBCb	36,13 XAab	34,86 XAb	39,98 XAa	29,89 XAc
	T2	83 XAa	84 XYAa	96 XYAa	62 XAb	33,92 XAb	35,19 XYAab	40,00 XYAa	33,29 XAb
	T3	88 XAa	84 XAa	87 XAa	29 YCb	35,95 XAa	34,41 XAab	37,18 XAa	30,04 XAb
	T4	93 XAa	96 XAa	91 XAa	46 YBb	38,15 XAa	39,20 XAa	39,02 XAa	31,41 XAb
	T5	86 XAa	97 XAa	92 XAa	38 YBCb	34,84 XAbc	38,92 XAab	39,91 XAa	31,95 XAc
Médias	87	89	92	43	35,80	36,52	39,22	31,31	
6 meses	T1	94 XAa	87 XAa	93 XAa	45 YBb	38,90 XAa	35,46 XAab	37,70 XAa	31,54 XAb
	T2	85 XAb	76 YAb	100 XAa	47 YBc	34,50 XAb	30,88 YAb	40,99 XAa	31,32 XAb
	T3	86 XAa	83 XAa	90 XAa	53 XABb	34,52 XAa	33,55 XAa	36,91 XAa	32,27 XAa
	T4	89 XAb	75 YAbc	90 XAa	64 XAc	35,89 XAa	30,59 YAb	37,43 XAa	34,89 XAab
	T5	92 XAa	77 YAb	90 XAab	54 XABc	37,66 XAa	30,53 YAb	37,63 XAa	34,03 XAab
Médias	89	80	93	53	36,29	32,20	38,13	32,81	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha (para lote), e maiúscula A, B e C na coluna (para os métodos de condicionamento), maiúscula X e Y na coluna para (período de armazenamento), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando que em relação ao teste de vigor, avaliado pela condutividade elétrica (Tabela 6), apenas houve efeito significativo de técnicas de condicionamento e lotes, tem-se que independente do período de armazenamento, as sementes do lote 2 após terem sido submetidas à hidratação não monitorada apresentaram o maior vigor, ou seja, menor liberação de exsudatos, como constatado pelo menor valor de condutividade elétrica. Estes resultados provavelmente estão relacionados ao fato desta técnica favorecer a absorção de água mais rápida das sementes, fazendo com que haja menor liberação de exsudatos. Em colza (*Brassica napus* L.), a imersão em água por 24 h a 25 °C após secagem em condições de laboratório pode favorecer a germinação e reduzir o tempo de germinação, avaliado pela emissão de raiz primária (2 mm), bem como reduzir a liberação de exsudatos no teste de condutividade elétrica, do que a imersão em PEG 6000 a 25 °C por 12 h e secas a 27 ± 3 °C (BIZANJADEH et al., 2010).

Além disto, analisando o período de armazenamento, em função da interação tripla ter sido

significativa, tem-se que para o lote 1 até os seis meses de armazenamento, houve favorecimento da germinação das sementes condicionadas pelas diferentes técnicas (Tabela 1), provavelmente devido a diminuição de plântulas anormais (Tabela 2), bem como maior velocidade de germinação destas sementes do lote 1 após terem sido tanto matrismocondicionadas como matricondicionadas (Tabela 5). Em outra espécie da família Brassicaceae, a embebição em duas camadas de duas folhas (4 folhas) e em duas camadas de três folhas (6 folhas) umedecidas com água destilada, a 20 °C beneficiou a velocidade de germinação de sementes de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytris*) em comparação à embebição entre duas camadas de duas folhas (4 folhas) com polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) a -0,1 e -0,2 MPa a 20 °C (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2009). Além disto, nesta espécie, os efeitos benéficos que foram constatados persistiram por quatro meses em condições controladas (20 °C e 50% de UR do ar) (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2008).

TABELA 6. Dados médios, da condutividade elétrica obtidos a partir dos quatro lotes (L1, L2, L3 e L4) de sementes de crambe após terem sido submetidas às técnicas de condicionamento fisiológico (T1-hidratação não monitorada, T2-matrismocondicionamento, T3-atmosfera úmida, T4-matricondicionamento e T5-testemunha). Avaliação inicial (0 mês) após três e seis meses de armazenamento.

		Condutividade elétrica ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
		L1	L2	L3	L4
0 mês	T1	116,97	107,25	89,75	129,90
	T2	176,32	176,23	108,82	211,01
	T3	168,84	196,26	109,69	171,16
	T4	177,64	218,84	109,64	190,81
	T5	201,39	241,08	122,92	212,91
Médias		168,23	187,93	108,16	183,16
3 meses	T1	111,25	99,27	89,49	134,88
	T2	162,47	193,74	106,93	179,90
	T3	187,82	189,37	121,88	195,11
	T4	182,80	227,67	100,31	198,17
	T5	211,89	250,99	121,84	192,34
Médias		171,25	192,21	108,09	180,08
6 meses	T1	95,62	96,28	84,97	144,47
	T2	185,59	169,08	110,23	205,05
	T3	185,20	203,86	117,33	194,86
	T4	167,51	194,48	111,60	196,66
	T5	161,24	167,79	124,37	218,32
Médias		159,03	166,30	109,70	191,87
Média geral	T1	107,95 Bab*	100,94 Cb	88,07 Bb	136,42 Ba
	T2	174,79 Aa	179,68 Ba	108,66 ABb	198,65 Aa
	T3	180,62 Aa	196,50 Aba	116,30 ABb	187,04 Aa
	T4	175,99 Ab	213,66 Aa	107,18 ABc	195,21 Aab
	T5	191,51 Aa	219,96 Aa	123,04 Ab	207,86 Aa

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha (para lote), e maiúscula na coluna (para os métodos de condicionamento), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

As técnicas de condicionamento fisiológico, matrismocondicionamento e matricondicionamento, favoreceram a germinação e o vigor das sementes de crambe armazenadas.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMONDES, K.A.P. **Condicionamento osmótico e desempenho de sementes de repolho com diferentes níveis de vigor**. 2013. 29p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.
- BARROS, C.S.; ROSSETTO, C.A.V. Condicionamento fisiológico de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1667-1675, 2009.

BIZANJADEH, E.; NOSRATI, K.; EGAN, T. Influence of seed priming techniques on germination and emergence of rapeseed (*Brassica napus* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.38, n.1, p-242-247, 2010.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. **Journal of Royal Statistical Society**, London, v.39, n.2, p.211-252, 1964.

BRASIL. **Regras de Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 17 de nov. 2014.

CHOJNOWSHI, M.; CORBINEAU, F.; COME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, New York, v.7, n.4, p.323-331, 1997.

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

FERREIRA, D.F. **Sisvar 5.6, Build 75**. 2015. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

- JOSÉ, S.C.B.R.; SALOMÃO, A.N.; COSTA, T.S.A.; SILVA, J.T.T.T.; CURI, C.C.S. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.4, p.29-38, 2010.
- KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Dry and storage of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) hydroprimed seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.36, n.2, p.396-406, 2008.
- KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.27, n.2, p.240-245, 2009.
- KNIGHTS, E.G. **Crambe**: a north dakota case study. *Dakota*, v. 02/005, 2002. 25p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MAROUFI, K.; FARAHANI, H.A.; MOAVENI, P. Effects of hydropriming on germination in rapeseed (*Brassica napus* L.). **Advances in Environmental Biology**, Pakistan, v.5, n.8, p.2208-2211, 2011.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MCDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.3, p.531-539, 1999.
- MOTTA, L.B.; ZANOTTI, R.F.; RIGO, M.M.; LIMA, A.B.P.; WERNER, E.T.; MOTTA, V.B.; SOARES, T.C.B. Osmocondicionamento em sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. In: XI Encontro Latino-americano de Pós-graduação, São José dos Campos, 2011.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.
- NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.211-214, 2005.
- PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.
- RUAS, R.A.A.; NASCIMENTO, G.B.; BERGAMO, E.P.; DAUR JR., R.H.; ARRUDA, R.G. Embebição e germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.10, n.1, p.61-65, 2010.
- SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. Análise estatística na germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.12, n.edição especial, p.205-237, 2000.
- SANTOS, M.C.A.; AROUCHA, E.M.M.; SOUZA, M.S.; SILVA, R.F.; SOUSA, P.A. Condicionamento osmótico de sementes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.1-6, 2008.
- SANTOS, L.A.S.; ROSSETTO, C.A.V. Testes de vigor em sementes de *Crambe abyssinica*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.2, p.233-238, 2013.
- SILVA, T.A. **Condicionamento fisiológico de sementes, componentes de produção e produtividade de soja**. 2013. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2013.
- STATSOFT. INC. **Statística (Data Analysis Software System) version 13**, 2016. Disponível em: <<http://www.statsoft.com/>>. Acesso em: 29 jan. 2016.