
FREQUÊNCIA DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst.) SOB INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E DE TEMPERATURAS

COSTA, Felipe Pianna¹
MARTINS, Lima Deleon Martins²
LOPES, José Carlos³

Recebido em: 2010.08.05 Aprovado em: 2010.10.27

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278-432

RESUMO: O biodiesel figura como uma alternativa sustentável ao petróleo e seus derivados, uma vez que sua produção é obtida de fontes renováveis como plantas oleaginosas. A espécie *Crambe abyssinica* possui uma estrutura tegumentar denominada pericarpo, o que pode, em alguns casos, ocasionar elevada desuniformidade ou até mesmo ausência de germinação. Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho comparar frequências de germinação em sementes de crambe sob influência de tratamentos pré-germinativos e de temperaturas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 x 2 (tratamentos químicos x tratamentos físicos x temperaturas), em 4 repetições de 25 sementes. Os tratamentos: (3) tratamentos químicos: ácido giberélico (GA₃), nitrato de potássio (KNO₃) e água; (3) tratamentos físicos: semente intacta, escarificada e sem tegumento; (2) temperatura: 25°C e 30°C. As sementes de crambe descascadas apresentaram maiores frequências de germinação, em ambas as temperaturas e tratamentos químicos.

Palavras-chave: Dormência. Oleaginosa. Pericarpo.

FREQUENCY OF SEED GERMINATION IN CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst.) UNDER THE INFLUENCE OF PREGERMINATIVE AND TEMPERATURE TREATMENTS

SUMMARY: Biodiesel appears as a sustainable alternative to oil and its derivatives, because that production is obtained from renewable sources such as oilseeds. The specie *Crambe abyssinica* has a structure called pericarp. In some cases, the pericarp can cause high nonuniform germination in certain species or no germination. Thus, the aim of this work is compare frequencies of germination in seeds of crambe on the influence of pre-germination treatments and temperatures. The statistical design used in the experiment was a completely randomized design in factorial (3) chemical x (3) physical x (2) temperature treatments, four repetitions with 25 seeds per experimental unit. The treatments is chemical: (GA₃), (KNO₃) and (water); physical: intact, scarified and dehulled; (2) temperature: 25°C and 30°C. Results showed that the dehulled seeds of crambe increase frequencies of germination in all of temperatures and chemical treatments.

Key-words: Dormancy. Oilseeds. Pericarp.

¹ Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES).

² Mestrando em Fitotecnia no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (PPG-CCAUFES).

³ Dr. em Ciências Biológicas (Fisiologia). Prof. Das disciplinas de Análise de Sementes Produção e Tecnologia de Sementes na UFES.

INTRODUÇÃO

As preocupações ambientais geradas pelo impacto de fontes não renováveis de energia e a eminente crise energética indicam a necessidade do desenvolvimento de um modelo energético baseado no aproveitamento da biomassa, que é uma fonte de energia limpa e renovável. Desta forma, surge o biodiesel como uma alternativa em relação ao petróleo e seus derivados, uma vez que sua produção é obtida de fontes renováveis como plantas oleaginosas e gordura animal, reduzindo a emissão de poluentes para a atmosfera (MAIA, 2009).

No Brasil existem mais de 200 espécies de plantas oleaginosas com potencial para produzir óleo como fonte de matéria prima para a produção de biodiesel (BELTRÃO, 2007), e uma das oleaginosas promissoras é o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.), pertencente à família das crucíferas, amplamente utilizada como forragem para pasto, é uma planta oleaginosa viável para obtenção do biodiesel, por apresentar alto rendimento de óleo, aproximadamente 35%. É uma planta robusta originária da região Mediterrânea, que apresenta crescimento e produção em ciclo curto, resistência às geadas típicas do sul até climas quentes e secos como do centro-oeste do país (LAGHETTI, 1995; MELO; FERREIRA; RODOLFO JUNIOR, 2005).

As sementes de *Crambe abyssinica* apresentam uma estrutura tegumentar denominada pericarpo, cuja função básica é proteger as sementes contra choques, funcionando como barreira para a entrada de microorganismos, permitindo que as sementes possam ser armazenadas por longos períodos, sem perda significativa do poder germinativo (PEREZ, 1998). Seu desenvolvimento ocorre juntamente com a formação do embrião e do endosperma pelo crescimento das paredes do ovário que revestirão a semente. Em alguns casos, sua presença pode ocasionar elevada desuniformidade ou mesmo ausência de germinação em sementes de certas espécies, e de acordo com (BASKIN; BASKIN, 2008), a germinação não deve ultrapassar quatro semanas, após esse período, as sementes vivas que eventualmente não tiverem germinado podem ser consideradas dormentes. Assim as condições mínimas necessárias para que as sementes germinem é que estejam maduras, viáveis e não dormentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Os mecanismos de dormência apresentados pelas sementes são basicamente em nível de embrião e imposta pelos envoltórios (ou cobertura) (BEWLEY; BLACK, 1994), e após instalada na semente, altera sua capacidade de responder aos fatores do ambiente (LOPES; ALEXANDRE, 2010). Nesse caso a dormência proporcionada pelo tegumento é o mais comum e se caracteriza pelo fato de, na

maioria das vezes, apresentar-se impermeável a água. Sendo assim, a retirada dessa estrutura pode acelerar o processo de germinação (SANTARÉM; AQUILA, 1995).

Dentre os fatores do ambiente que afetam a germinação das sementes, a temperatura exerce influência na velocidade e na porcentagem final de germinação (BEWLEY; BLACK, 1994), sendo considerada ótima aquela na qual a semente expressa seu potencial máximo de germinação e, a temperatura máxima e mínima os pontos críticos, onde abaixo e acima das quais, respectivamente, não ocorre germinação (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Contudo, as espécies apresentam comportamento variável em relação à temperatura ótima para germinação, não havendo uma ótima e uniforme para todas as espécies, sendo que na faixa de 20 a 30°C um grande número de espécies subtropicais e tropicais se adéquam (BORGES; RENA, 1993). E sob temperatura mínima, reduzindo a velocidade de germinação, altera a uniformidade de emergência (MARSHALL et al., 2000), necessitando de maior tempo para as sementes germinarem, o que acarreta em maior tempo de exposição ao ataque de patógenos (SZOPIŃSKA et al., 2007).

Visando acelerar e uniformizar o processo germinativo das sementes, vários pesquisadores têm empregado tratamentos químicos nas sementes, como Stimulate em sementes de soja, feijoeiro e arroz (VIEIRA, 2001), GA₃ em sementes de pinha (SOUZA et al., 2008), KNO₃ em sementes de mentrasto (IKEDA et al., 2008), GA₃ em sementes de beterraba (BRAUN et al. 2010).

O uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores de crescimento, pode cessar ou diminuir o impacto de fatores adversos na qualidade e desempenho das sementes. O ácido giberélico na fase de germinação das sementes melhora o desempenho das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e realçando o seu potencial (LOPES et al., 2008). As giberelinas desempenham papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle de hidrólise das reservas, pela indução da síntese de novo da α -amilase, enzima responsável pela hidrólise do amido (KHAN et al., (1978). O GA₃ é considerado um ativador enzimático endógeno, que promove a germinação das sementes e sua aplicação exógena influencia o metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas. Sementes com baixa concentração relativa de giberelina, quando tratadas com ácido giberélico (GA₃) na concentração adequada apresentam maior taxa e uniformidade de germinação, devido à sua atuação no alongamento celular, induzindo a raiz primária a romper os tecidos que restringem o seu crescimento (MC DONALD; KHAN, 1983; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Apesar da grande demanda de informações sobre o crambe, os trabalhos de pesquisa

se encontram em fase inicial. Desta forma, os estudos relacionados a testes que possam avaliar corretamente a qualidade fisiológica das sementes desta espécie são de elevada importância, existindo, assim, uma demanda por pesquisas na área de tecnologia de sementes. Com o presente estudo, objetivou-se analisar frequências de germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*) sob a influência de tratamentos pré-germinativos e de temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) utilizadas neste estudo foram fornecidas pela Fundação MS, localizada em Maracujá- MS, procedentes da safra de outubro de 2009, as quais foram beneficiadas eliminando as sementes imaturas e deterioradas. O teor de água das sementes foi mantido a 10%, embaladas e armazenadas em geladeira (3°C) durante a fase experimental. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia e Análises de Sementes do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES).

A frequência de germinação foi avaliada com diferentes combinações de tratamentos químico, físico e temperaturas. Tratamento químico: ácido giberélico (GA₃) na concentração de 500 mg L⁻¹, nitrato de potássio (KNO₃) na concentração de 0,2% e água destilada como controle; tratamento físico: semente intacta como controle, semente escarificada mecânicamente com fricção manual em lixa nº 120-59B, e sementes sem tegumento, com remoção feita manualmente com auxílio de uma pinça, de forma que a ação não danificasse o embrião da semente. Após os tratamentos, foram semeadas quatro repetições de 25 sementes em placa de Petri com diâmetro de 11 cm, forradas com papel filtro com peso específico de 80 g m⁻¹ e porosidade de 3 µ, umedecido com GA₃, KNO₃ ou água destilada, conforme o tratamento, com quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, e mantidas em câmaras de germinação tipo BOD equipadas com lâmpadas fluorescentes (luz branca e fria), com fotoperíodo de 8-16 horas (luz-escuro) (BRASIL, 2009), reguladas com temperaturas constantes de 25 e 30°C.

A verificação do número de sementes germinadas foi feita diariamente, sendo a germinação considerada efetiva a partir da protrusão da raiz primária, com cerca de 2 mm. A partir dos dados de germinação diária foi calculada a frequência relativa de germinação em função do tempo (LABOURIAU; VALADARES, 1976).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 x 2 (tratamentos químicos x tratamentos físicos x temperatura), com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) utilizando-se o Software SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2000) e quando significativos os modelos de frequência foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student em nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de frequência de germinação das sementes de crambe (*C. abyssinica*) obtidas em diferentes tratamentos físicos, químicos e temperaturas encontram-se na Tabela 1. Observa-se que as sementes descascadas (DESC) em todos os diferentes tratamentos químicos, nas temperaturas (25°C e 30°C) apresentaram valores superiores de frequência de germinação em relação às sementes escarificadas (ESC) e intactas (IN). A ordem de maior frequência de germinação foi de sementes descascadas, escarificadas e intactas. As sementes que não passaram por nenhum tratamento físico, ou seja as sementes intactas, apresentaram uma menor frequência de germinação, fato que evidencia a necessidade de remoção do tegumento das sementes de crambe. Muitas espécies de sementes têm a capacidade de germinação reduzida, devido ao fato do tegumento que as envolve ser impermeável pelo excesso de minerais ou presença de substâncias graxas (POPINIGIS, 1985).

Embora Ruas et al. (2010) afirmem que o pericarpo das sementes de crambe não apresentam impermeabilidade a água, sua remoção evidenciou ser vantajosa, pois além de favorecer o maior contato da sementes diretamente com a água, oxigênio e minerais, pode permitir, também, o crescimento do embrião, sem maiores restrições físicas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Neves et al. (2007) e por Ruas et al. (2010). Os autores obtiveram maiores índices de velocidade de germinação em sementes de crambe sem o tegumento. Entretanto, resultados contrastantes foram encontrados por Barros et al. (2009), que observaram que a remoção do tegumento das sementes de crambe não exerceu influência na germinação, cujos resultados foram similares aos obtidos em sementes intactas.

Os resultados das equações de regressão e seus coeficientes para as frequências de germinação de sementes de crambe descascadas (DESC), escarificadas (ESC) e intactas (IN)

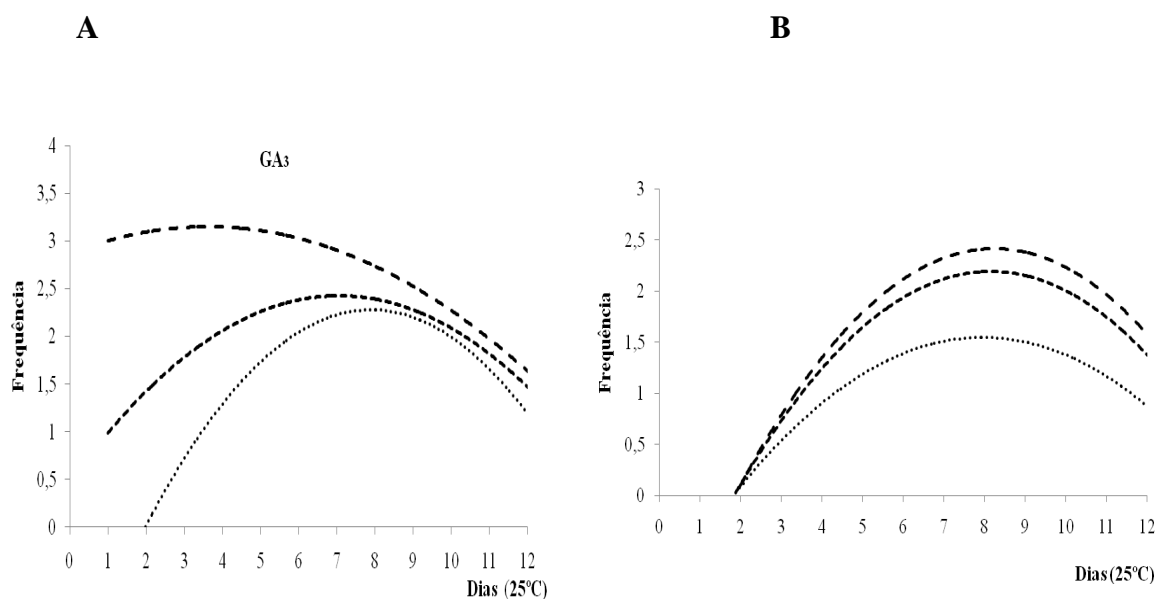
tratadas com GA₃, KNO₃ e água nas temperaturas de 25°C e 30°C estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Equações das frequências de germinação e os coeficientes (R²) de sementes de crambe descascadas (DESC), escarificadas (ESC) e intactas (IN) tratadas com GA₃, KNO₃ e Água nas temperaturas de 25°C e 30°C.

25°C		30°C	
GA₃			
DES	$y = -0,0215x^2 + 0,1558x + 2,86$	0,85	$y = -0,0183x^2 + 0,0783x + 3,17$ 0,85
ESC	$y = -0,0392x^2 + 0,5535x + 0,47$	0,85	$y = -0,0522x^2 + 0,9099x - 2,60$ 0,84
IN	$y = -0,0649x^2 + 1,0254x - 1,77$	0,83	$y = -0,037x^2 + 0,6726x - 2,11$ 0,91
KNO₃			
DES	$y = -0,0637x^2 + 1,0273x - 1,66$	0,84	$y = 0,0086x^2 - 0,3271x + 4,22$ 0,96
ESC	$y = -0,0263x^2 + 0,4272x - 0,69$	0,96	$y = -0,0155x^2 + 0,2655x - 0,65$ 0,93
IN	$y = -0,0424x^2 + 0,6763x - 1,09$	0,87	$y = 0,0086x^2 - 0,3271x + 4,22$ 0,96
ÁGUA			
DES	$y = -0,0591x^2 + 0,9741x - 1,59$	0,91	$y = -0,0173x^2 + 0,098x + 2,88$ 0,90
ESC	$y = -0,055x^2 + 0,8956x - 1,45$	0,87	$y = 0,0058x^2 - 0,1584x + 1,39$ 0,99
IN	$y = -0,041x^2 + 0,6518x - 1,04$	0,84	$y = -0,0014x^2 - 0,0149x + 0,65$ 0,88

De acordo com os resultados, os coeficientes das equações de frequências de germinação foram elevados, evidenciando a eficiência dos tratamentos e uma menor dependência das médias destes aos erros experimentais.

Os efeitos da temperatura na germinação de sementes podem ser avaliados pelas mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade e frequência relativa de germinação durante o período de incubação (LABOURIAU; OSBORN, 1984).



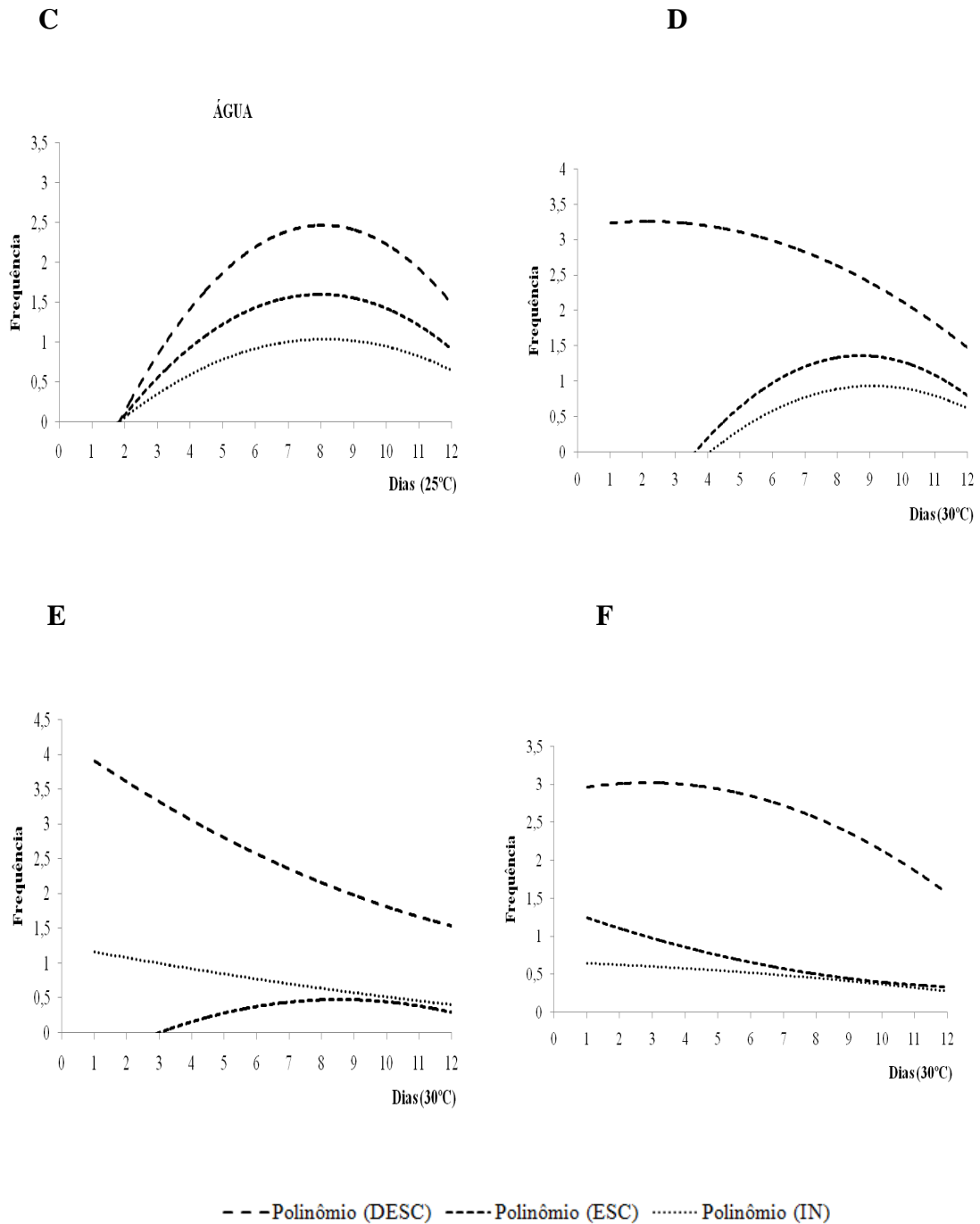


Figura 1 - Freqüência de germinação de sementes de crambe descascadas (DESC), escarificadas (ESC) e intactas (IN) tratadas com GA_3 , KNO_3 e Água, nas temperaturas de $25^\circ C$ e $30^\circ C$

Nota-se diferença nas frequências de germinação das sementes em relação às temperaturas testadas e os tratamentos químicos utilizados (Figura 1), à exceção das sementes descascadas, no tratamento químico com ácido giberélico (GA_3) (Figura 1: A e D). Assim, verifica-se uma maior frequência de germinação das sementes de crambe, em todos os tratamentos pré-germinativos, na temperatura de 25°C. Ressalta-se que a diferença de temperatura pode influenciar até no modelo de frequência, como pode ser observado por comparação, nas temperaturas de 25 e 30°C, para as sementes escarificadas e intactas, nos modelos de KNO_3 (Figura 1: B e E) e água (Figura 1: C e F). Esse efeito da temperatura na frequência de germinação das sementes provavelmente esteja ligado à ativação/inibição dos processos enzimáticos ligados a esse fenômeno. As enzimas apresentam atividades diferentes em determinadas temperaturas, sendo que em temperaturas extremas, sua atividade pode ser nula, ou seja há degradação (LARCHER, 2000), principalmente pelo fato da temperatura poder atuar tanto como fator de quebra de dormência, como no controle da germinação de sementes. Pode-se dizer que a germinação ocorre dentro de um certo limite cuja amplitude e valores absolutos dependem de cada espécie.

Dentro da faixa de temperatura em que as sementes de uma espécie germinam há, geralmente, uma temperatura ótima, acima e abaixo da qual a germinabilidade é reduzida, mas não completamente interrompida. A temperatura ótima pode ser aquela em que a maior germinabilidade é alcançada no menor tempo (MAYER ;POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Silva e Aguiar (2004) recomendaram, para germinação em laboratório de sementes de faveleira, temperaturas alternadas de 20-30°C. As sementes de *Salvia splendens* comportam-se como indiferentes as temperaturas de 15, 20 e 25°C e afetam a velocidade de germinação das sementes, ocorrendo retardamento do processo germinativo a 15°C, segundo Menezes et al. (2004). Melo (2005) estudando a germinação de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.) indicou a temperatura alternada como o melhor método para promover uma germinação mais rápida e acentuada dessas sementes.

CONCLUSÃO

As sementes de crambe descascadas apresentaram maiores frequências de germinação em ambas as temperaturas e tratamentos químicos.

REFERÊNCIAS

- BARROS, A.P.B.et al. Avaliação de tratamentos para superação de dormência em sementes de *Crambe abyssinica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, 6. Montes Claros-MG. **Anais...** nov. 2009. CD-ROOM.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Some considerations for adoption of Nikolaeva's formula system into seed dormancy classification. **Seed Science Research**, v.18: p.131-137, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS. 2009. 399p.
- BELTRÃO, N. E. de M. Situação atual, problemas, perspectivas e desafios para 2007. **Anuário Brasileiro do Biodiesel**, São Paulo: Letra Boreal. p. VII- 14,15, 2007.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology, Development and Germination**, 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p..
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- FERREIRA, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.
- IKEDA, F.S; CARMONA, R.; MITJA, D; GUIMARÃES, R.M. Luz e KNO₃ na germinação de sementes de *Ageratum conyzoides* L. sob temperaturas constantes e alternadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.30, n.2,p. 193-199, 2008.
- KHAN, A.A. Incorporation of bioactive chemicals into seeds to alleviate environmental stress. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.83, p.2255-2264, 1978.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M.B. On the germination of seed of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, p. 263-284, 1976.
- LABOURIAU, L. G.; OSBORN, J.H. Temperature dependence on the germination of tomato seeds. **Journal of Thermal Biology**, v. 9, p. 285-294, 1984.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 531p.
- LAGHETTI G. et al., Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* grow in Italy, **Industrial crops and products**, Itália, 1995.
- MAIA, V. **Planta nativa do cerrado amplia fontes para produção de biodiesel**. 2009. Disponível em <http://blogln.ning.com/profiles/blogs/planta-nativa-do-cerrado> . Acesso em: 28 abr. 2010.

- MARSHALL, B. et al. Temperature-dependent germination traits in oilseed rape associated with 5' -anchored simple sequence repeat PCR polymorphisms. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 353, p. 2075-2084, dec. 2000.
- MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MELO, P. R. B. de. **Germinação e armazenamento de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.) coletados em diferentes estádios de maturação**. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras.
- MELO, R. R; FERREIRA, A. G; RODOLFO JUNIOR, F. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan) em condições de laboratório. **Revista Científica de Engenharia Florestal**. v.3, n.5, 2005 .
- MENEZES, N. L. de et al. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidade de luz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 01, p. 32-37, 2004.
- NEVES, M. B. et al. **Qualidade fisiológica de sementes de crambe produzidas em Mato Grosso do Sul**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2007.
- PEREZ, S.C.J.G.A. Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophorum dubiu*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.20, n. 1, p. 134-142, 1998.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: Agiplan, 1985. 289 p.
- RUAS, R.A.A. et al. Uniformizando a germinação na cultura do crambe (*Crambe abyssinica*). **Pesquisa agropecuária tropical**, Goiânia - GO, v. 40, n. 1, jan./mar., 2010.
- SANTARÉM, E. R.; AQUILA, M. E. A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin ; Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.205 - 209, 1995.
- SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm (Faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 01, p. 9-14, 2004.
- SZOPÍŃSKA, D.; TYLKOWSKA, K.; STACH, A. Relationships between seed development stage, germination, occurrence and location of fungi in oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) seeds and the presence of *Alternaria* AND *Cladosporium* spp. spores in the air. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v. 10, n. 4, p. 19. 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântula, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Murriel), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura "Luiz da Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.