

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (5)

May 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/1352020919>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=919&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Qualidade fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish osmocondicionadas

Physiological quality of osmoprimered *Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish seeds

A. M. S. Oliveira¹, A. A. Silva², M. C. Vasconcelos³, J. A. A. Granja⁴, J. M. R. Faria⁴, C. S. Pereira⁵

¹ Universidade Federal de Viçosa

² Centro Universitário de Formiga

³ Universidade Federal de Sergipe

⁴ Universidade Federal de Lavras

⁵ Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Sinop

Author for correspondence: ariadneoliveira86@gmail.com

Resumo: O condicionamento fisiológico é uma técnica que consiste no controle da velocidade de embebição de água pelas sementes, por meio do uso de soluções osmóticas, visando a melhoria da qualidade e podendo reduzir o tempo e aumentar a velocidade de germinação. Sementes de *E. erythropappus* foram submetidas ao condicionamento fisiológico com polietilenoglicol 6000, nitrato de potássio e a combinação dos dois nas concentrações de -0,4; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa, por quatro, seis e oito dias. Foi avaliada a germinação, índice de velocidade de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e expressão das enzimas superóxido dismutase, catalase e peroxidase. O condicionamento fisiológico em sementes de *E. erythropappus* em solução de polietilenoglicol com potenciais entre -0,8 MPa e -1,4 MPa não é satisfatório, pois afeta negativamente a germinação e reduz a atividade das enzimas peroxidase e catalase. As demais substâncias não se mostraram expressivas, neste sentido faz-se necessário maior aprofundamento da pesquisa com outras substâncias e/ou concentrações.

Palavras-chave: PEG; KNO₃; candeia; atividade enzimática

Abstract. Physiological conditioning is a technique that consists in controlling the speed of water uptake by seeds, with osmotic solutions, aiming to improve their quality, reducing time and increasing germination rate. *Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish seeds were subjected to priming with polyethylene glycol 6000 (PEG), potassium nitrate (KNO₃) and the combination of the two at the concentrations of 0.4; -0.8; -1.0; -1.2 and -1.4 MPa for four, six and eight days. Germination, germination speed index (GSI), emergence, emergence speed index (ESI) and expression of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and peroxidase (PO) enzymes were assessed. *E. erythropappus* seed priming in polyethylene glycol solution with potentials between -0.8 MPa and -1.4 MPa is not satisfactory because it adversely affects germination and reduces the activity of peroxidase and catalase enzymes. The other substances were not significant so there is a need for further research with other substances and / or concentrations.

Keywords: PEG; KNO₃; candeia; enzymatic activity

Introdução

O condicionamento fisiológico é uma técnica que consiste no controle da velocidade de embebição de água pelas sementes, por meio do uso de soluções osmóticas ajustadas a potenciais hídricos que permitam a ocorrência dos processos fisiológicos iniciais (fases I e II do processo de embebição) de maneira suficiente para ativar os metabólicos essenciais para a germinação, mas

evitando a protrusão da raiz primária (fase III) (Heydecker et al., 1973).

Dentre os procedimentos disponíveis, destacam-se o hidrocondicionamento, o osmocondicionamento e o matricondicionamento.

O condicionamento das sementes oferece a possibilidade de melhorar a qualidade das sementes, podendo reduzir o tempo e aumentar a velocidade de germinação e a resistência contra estresse ambiental (Copeland & McDonald, 2011).

Em sementes de cubiu e sesbânia condicionadas em solução de polietilenoglicol, foi possível observar incrementos na germinação (Masetto et al., 2013; Pereira et al., 2012). Resultado semelhante foi observado para sementes de *Stryphnodendron adstringens* e *Stryphnodendron polyphyllum* no qual foi possível observar maior porcentagem e velocidade de germinação das sementes condicionadas (Kissmann et al., 2010).

Outras substâncias também utilizadas são os sais contendo nitrato, no entanto o benefício do uso no controle osmótico de sementes é controverso. De acordo com Nerson e Govers (1986), sua utilização é mais eficiente que a de outros agentes osmóticos, pois, além de não reduzir a disponibilidade de oxigênio na solução, podem servir como potencial fonte de nitrogênio e outros nutrientes essenciais durante a germinação. Apesar disso, devido a seu baixo peso molecular eles podem penetrar nas sementes e causar toxidez às plântulas.

Os trabalhos referentes à técnica de condicionamento fisiológico são bastante promissores, porém, se restringem à utilização em sementes de espécies cultivadas, sendo seu uso em espécies florestais nativas ainda muito limitado. Por essa razão são necessárias informações sobre a utilização de substâncias que aumentem o poder germinativo dessas sementes, sob condições adversas, de modo a contribuir com programas de reflorestamento de áreas degradadas ou de recomposição de matas nativas.

As informações sobre o efeito do condicionamento fisiológico em sementes de *Eremanthus erythropappus* (candeia) são insuficientes, assim, objetivou-se com este trabalho, verificar o efeito do período de condicionamento fisiológico realizado com polietilenoglicol 6000 (PEG), nitrato de potássio (KNO_3) e a combinação dos dois, na qualidade das sementes.

Métodos

Beneficiamento: após coleta das sementes as mesmas foram separadas utilizando-se soprador da marca De Leo modelo General, regulado na abertura de 0,5 e tempo de ventilação de 20 a 30 segundos.

Grau de umidade: realizado com duas repetições de 0,1 grama, pelo método de estufa a alta temperatura 130-133 °C por uma hora (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido.

Peso de mil sementes: foram contadas ao acaso, oito repetições de 100 sementes e pesadas em balança com precisão de três casas decimais (Brasil, 2009).

Curva de embebição: as sementes, em duas repetições de 0,1 grama, foram colocadas para embeber sobre duas folhas de papel mata borrão embebidas em água destilada, em caixas de acrílico do tipo "gerbox". As caixas foram

aconditionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D., regulada na temperatura alternada de 20-30 °C com fotoperíodo de 14 horas. A cada seis horas as sementes foram retiradas e pesadas em balança com precisão de 0,0001 grama, até a emissão de raiz primária.

Germinação: as sementes foram colocadas para germinar em caixa de acrílico do tipo "gerbox", sobre duas folhas de papel mata borrão embebidas em água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso seco do papel e acondicionadas em câmara de germinação tipo B.O.D., regulada à temperatura alternada de 20-30 °C com fotoperíodos de 14 horas. Foram usadas quatro repetições de 50 sementes e ao décimo dia foi realizada a contagem da germinação. Simultaneamente, foi realizado o índice de velocidade de germinação (IVG) computando-se diariamente o número de plântulas normais (Maguire, 1982).

Condicionamento fisiológico: as sementes, após determinação da umidade inicial, foram submetidas à solução aerada de KNO_3 , PEG e a combinação dos dois, ajustadas aos seguintes potenciais: -0,4; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em câmara de germinação tipo B.O.D a 25 °C, durante 96, 144 e 192 horas. Decorrido estes períodos, as sementes foram retiradas da câmara, lavadas em água corrente, secas superficialmente e acondicionadas em estufa de circulação forçada a 30 °C até atingirem a umidade inicial apresentado antes do condicionamento. Em seguida realizou-se a germinação, e a emergência em bandeja, como descrito anteriormente, e a atividade enzimática.

Atividade enzimática: foi utilizada a técnica de eletroforese através da detecção de alterações nos padrões de isoenzimas. As sementes foram maceradas em presença de PVP e nitrogênio líquido e armazenadas a -86 °C. Para extração das isoenzimas foi utilizado tampão Tris HCl (0,2 M pH 8,0) na proporção de 250 µL por 100 mg de sementes, que foram homogeneizados e mantidos por 12 horas a 4 °C, seguido de centrifugação a 14.000 rpm por 30 minutos a 4 °C. A corrida eletroforética foi realizada em sistema de géis de poliacrilamida a 4,5% (gel concentrador) e 7,5% (gel separador). O sistema gel/eletrodo utilizado foi o Trisglicina (pH 8,9). Foram aplicados 50 µL do sobrenadante da amostra e a corrida efetuada a 120 V por 4 horas. Terminada a corrida, os géis foram revelados para os sistemas isoenzimáticos superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), e peroxidase (PO), segundo protocolos contidos em Alfenas et al. (1998).

Procedimento estatístico: o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes para germinação e emergência. Os dados foram submetidos à análise de variância e os resultados analisados por meio de análise de regressão, para os quantitativos e comparação de média, para os qualitativos, pelo

teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional ASSISTAT®.

Resultados e discussão

As sementes de candeia apresentaram 6,25% de umidade e germinação inicial de 70%. O

peso de mil sementes foi de 0,63 g, o que permite inferir que um quilograma de sementes de candeia contém aproximadamente 1,5 milhão de sementes.

A evolução da curva de embebição das sementes de candeia ocorreu de forma trifásica (Figura 1).

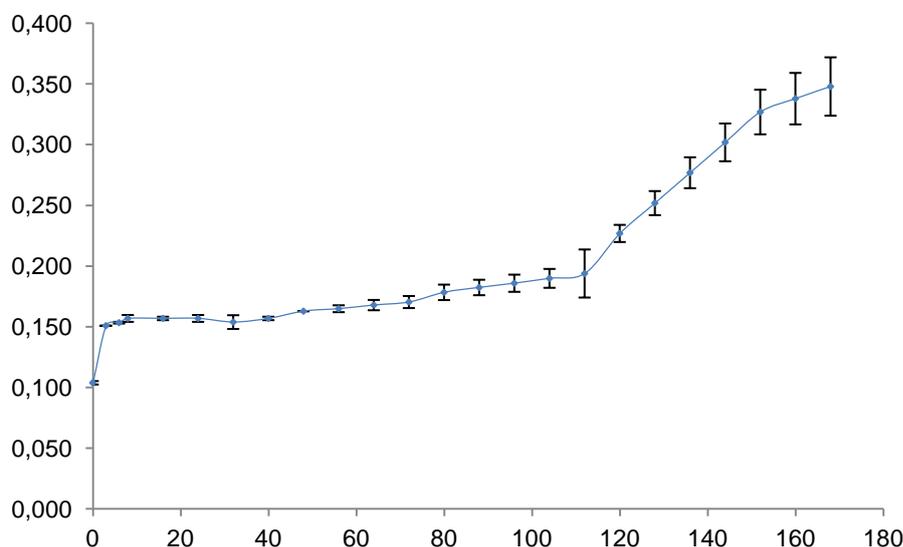


Figura 1. Curva de embebição de sementes de candeia.

Observou-se na fase I um ganho de água bastante expressivo nas primeiras quatro horas de embebição das sementes. Essa fase é caracterizada por ser um processo físico, pois independe da atividade metabólica das sementes, sendo estas viáveis ou não (Bewley et al., 2013).

Este rápido ganho de água da fase I em relação às outras se deve, provavelmente, à presença de matrizes hidrofílicas, como proteínas (Seiffert, 2003), nessa fase surgem os primeiros sinais da reativação do metabolismo, com aumento acentuado da atividade respiratória, liberação de energia para a germinação e ativação de enzimas (Marcos Filho, 2015).

A fase II foi mais longa, durando em torno de 100 horas e com ganho de água mais lento. A redução drástica da velocidade de embebição e a intensidade de respiração são características desta fase, cuja ocorrência e duração são variáveis de acordo com a espécie considerada. É necessária uma diminuição da absorção de água para a mobilização das substâncias que foram desdobradas na fase I da região de reserva para os tecidos meristemáticos (Bewley et al., 2013).

Após esse período de reduzida embebição, as sementes voltaram a ganhar água, culminando com a protrusão radicular, caracterizando a fase III, que ocorreu após 104 horas de embebição.

Ao avaliar os dados da germinação observou-se um efeito significativo da interação

entre os diferentes potenciais, solutos e tempos de condicionamento e o tratamento adicional.

De forma geral é possível notar uma redução da germinação quando as sementes foram condicionadas por oito dias, independente do potencial e soluto utilizado, exceto quando foi o PEG, que não apresentou diferença significativa entre os tempos testados (Tabela 1).

A redução da capacidade germinativa das sementes ao longo do tempo foi semelhante a observada por (Queiroga et al., 2011), em sementes de algodão, na qual notou-se que à medida em que o período de condicionamento foi aumentando a porcentagem de germinação das sementes foi reduzida, mostrando seu efeito negativo ao longo do tempo, quando as sementes foram condicionadas com KNO_3 .

Provavelmente isto ocorreu em função do baixo peso molecular do sal utilizado, que pode ter penetrado nos tecidos das sementes causando fitotoxidez, a qual foi mais severa devido ao maior tempo de exposição das sementes à solução (Nerson & Govers, 1986), uma vez que em menores tempos de embebição, a qualidade das sementes não foi afetada negativamente. Resultados semelhantes foram observados para sementes de brachiaria e cubiu, condicionadas com KNO_3 por 6 horas e 24 horas, respectivamente, nas quais não se observou diferenças significativas entre os tratamentos e as sementes não condicionadas,

quando realizados testes de vigor (Cardoso et al., 2015; Pereira et al., 2012).

Tabela 1. Germinação (%) de sementes de candeia submetidas a diferentes métodos de condicionamento por diferentes períodos de tempo.

Potencial	Soluto	Tempo (dias)		
		4	6	8
-0,4	KNO ₃	55Bb [†]	67Ba	75Aa
	PEG	79Aa	84Aa [†]	81Aa
	PEG+KNO	84Aa [†]	77Aa	83Aa [†]
-0,8	KNO ₃	82Aa [†]	74Aa	57Cb [†]
	PEG	78Aa	81Aa	83Aa [†]
	PEG+KNO	86Aa [†]	81Aa	70Bb
-1,0	KNO ₃	87Aa [†]	66Bb [†]	52Bc [†]
	PEG	86Aa [†]	80Aa	75Ab
	PEG+KNO	82Aa [†]	81Aa	68Ab [†]
-1,2	KNO ₃	73Aa	53Bb [†]	66Ba
	PEG	80Aa	83Aa [†]	82Aa [†]
	PEG+KNO	79Aa	75Aa	61Bb
-1,4	KNO ₃	73Aa	72Aa	51Bb [†]
	PEG	82Aa [†]	76Aa	79Aa
	PEG+KNO	88Aa [†]	82Aa [†]	70Bb
Testemunha (semente seca)			70	
CV (%)			7,69	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não apresentam diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de variação

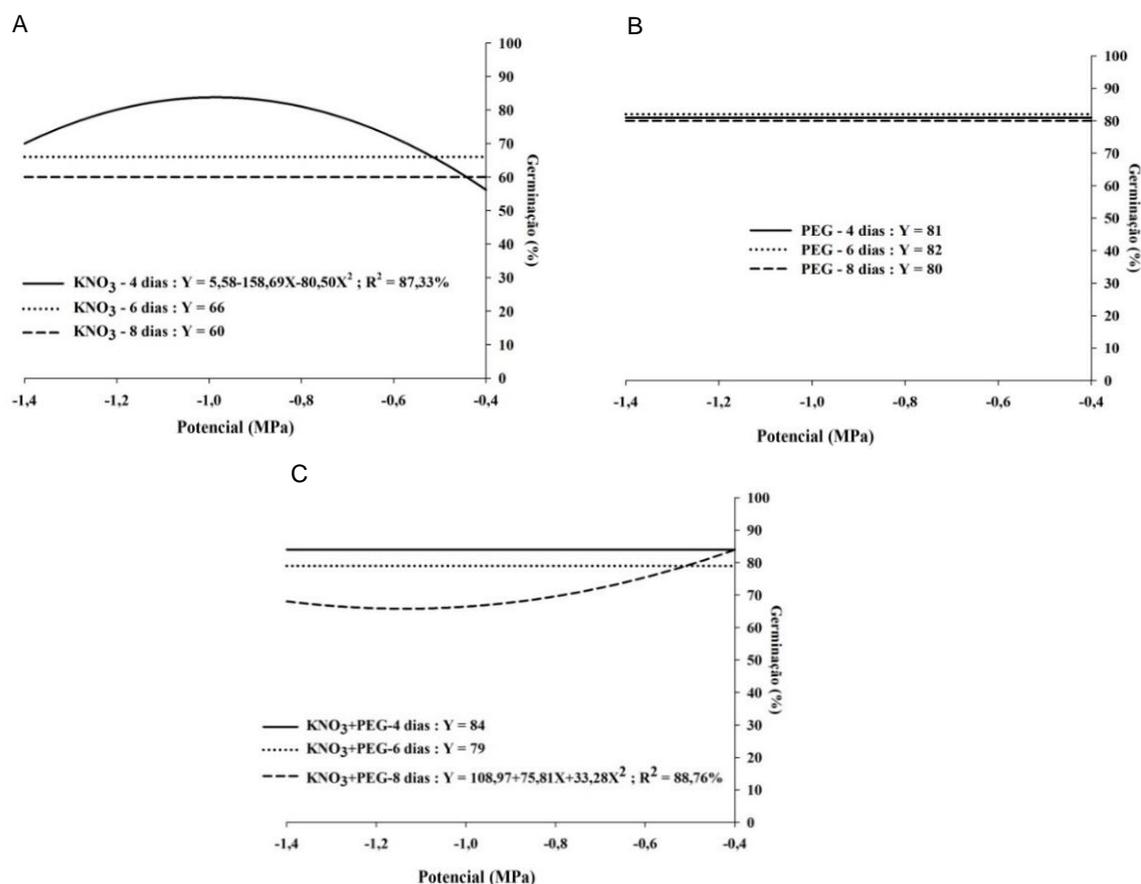


Figura 2. Germinação (%) de sementes de candeia submetidas a diferentes períodos de tempo de condicionamento. A – KNO₃, B – PEG, C – KNO₃ + PEG.

Com relação a utilização do PEG, seus efeitos benéficos podem ser alterados pela duração do tratamento, conforme observado para sementes de beterraba (Dias et al., 2009), cujo condicionamento reduziu o desempenho das sementes.

Assim, em trabalhos com sementes de sorgo condicionadas com PEG, em diferentes potenciais por um, dois e três dias, Tiryaki e Buyukcingil, (2009) observaram um incremento na germinação após um dia de condicionamento.

Em sementes de lentilhas condicionadas com PEG, KNO_3 e água houve um incremento da porcentagem de germinação em todos os tratamentos, no entanto o tratamento realizado com água foi o que apresentou melhores resultados, além de ser simples e ter baixo custo (Ghassemi-Golezani, et al., 2008).

Com relação ao potencial osmótico quando foi utilizado o KNO_3 para o condicionamento por quatro dias, houve um aumento na porcentagem da germinação até -1,0 Mpa, a partir deste potencial a germinação é afetada negativamente, havendo um decréscimo até o potencial de -1,4 MPa, resultando em 55% de germinação. Não se observou efeitos significativos para os condicionamentos com KNO_3 por seis e oito dias, mantendo-se constante as médias, 66% e 60%, independente do potencial testado (Figura 2A).

Foi possível observar o efeito benéfico do KNO_3 em potenciais menos negativos e em menores tempos de condicionamento, o qual pode estar relacionado ao maior acúmulo de nitrogênio e potássio na semente durante o condicionamento, resultando em melhores efeitos do tratamento (Nerson & Grovers, 1986). Resultados semelhantes foram observados em trabalhos realizados com sementes de berinjela (Reis et al., 2012) e arroz (Tonel et al., 2013).

Para sementes condicionadas com PEG, não foi observado efeito significativo do tratamento nos diferentes tempos, independente do potencial utilizado (Figura 2B).

Resultados distintos devem-se ao fato da relação ideal entre potencial osmótico, solutos e período de condicionamento, ser variável conforme cada espécie (Heydecker, et al., 1975).

Assim, em trabalhos realizados com sementes de salsa condicionadas em potenciais menos negativos, possível observar um aumento na porcentagem de germinação (Rodrigues, et al., 2009), uma vez que potenciais menos negativos reduzem a velocidade de hidratação dos tecidos permitindo maior tempo para a reorganização das membranas celulares (Hussain et al., 2006; Kaya et al., 2006).

No entanto, em sementes de cenoura, verificou-se que esse mesmo tratamento em que se

utilizou potenciais menos negativos o resultado foi diferente, afetando negativamente a germinação das sementes (Balbinot & Lopes, 2006).

No condicionamento com a combinação dos dois solutos KNO_3 e PEG, após quatro e seis dias não houve efeito dos potenciais testados, e com oito dias foi possível observar o decréscimo da germinação desde o ajuste de -0,4 MPa até -1,4 MPa (Figura 2C).

Em trabalhos realizados com sementes de berinjela condicionadas em água, PEG, KNO_3 e a combinação dos dois solutos, não foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos testados para o teste de germinação (Reis et al., 2012).

Para o IVG foi observado um aumento do índice quando o soluto utilizado foi o KNO_3 por quatro dias, até -1,0 MPa, o qual alcançou média de 7,59, após esse potencial houve um declínio até -1,4 MPa. Quando condicionadas por seis e oito dias, não se observou efeito significativo, mantendo-se as médias constantes (7,0 e 6,0) (Figura 3A).

Em sementes de girassol condicionadas com KNO_3 por 12 horas, não se observou diferenças significativas entre os tratamentos e as sementes não condicionadas, quando realizados testes de vigor (Hussain, et al., 2006). Em experimento realizado com sementes de algodão, houve um efeito negativo ao longo do tempo quando as sementes foram condicionadas com KNO_3 (Queiroga, et al., 2011).

Na combinação dos dois solutos KNO_3 e PEG, não houve variação nas médias independente dos potenciais e tempos testados (Figura 3C). Resultados diferentes foram observados em sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* nos quais houve um acréscimo no IVG até 12 horas de condicionamento (Kissmann et al., 2010).

Após serem tratadas com PEG por quatro e oito dias, não houve variação da velocidade de germinação independente do potencial utilizado, na qual as médias mantiveram-se constantes, 5,51 e 5,9. Quando realizado por seis dias foi observado um decréscimo no IVG até o potencial de -1,4 (Figura 3B).

Isso porque, o PEG em altas concentrações (potenciais mais negativos) leva a redução de oxigênio na solução, devido a sua alta viscosidade, mesmo que a solução seja aerada, causando um efeito negativo na degradação e síntese de proteínas, dificultando o processo respiratório. Esse efeito prejudicial em potenciais mais negativos foi relatado por Lima e Marcos-Filho (2009); Moradi e Younesi (2009).

Em trabalho realizado com sementes de sorgo condicionadas com solução de PEG, em diferentes períodos, houve um incremento na porcentagem e velocidade de emergência até 24

horas, no entanto após 36 horas observou-se uma redução na porcentagem de emergência e no tempo médio de emergência (Moradi & Younesi, 2009). Queiroga et al., (2011) trabalhando com sementes de algodão também observaram uma redução no vigor após 48 horas de condicionamento.

Observa-se com isso que o PEG em potenciais mais negativos e em maiores períodos de condicionamento, levam a redução da germinação e vigor das sementes, como visto nos trabalhos anteriormente citados.

Pelúzio et al. (1999) trabalhando com sementes de hortaliças constatou que dependendo das condições envolvidas o efeito do condicionamento pode ser o contrário do esperado, reduzindo a velocidade de germinação das sementes, principalmente quando se utiliza potenciais osmóticos mais baixos ou tempos inapropriados para a espécie.

Para a atividade enzimática, observando-se a expressão da enzima peroxidase (Figura 4A), para o tempo de quatro dias de condicionamento, não houve efeito significativo dos tratamentos testados, independente da substância utilizada. Após seis dias de condicionamento, foi possível observar o

efeito do PEG por meio da menor expressão das bandas, assim como no período de oito dias de condicionamento. Nesses mesmos períodos, por meio dos testes de qualidade fisiológica, foi possível observar o baixo vigor das sementes, quando comparado aos demais períodos. Resultados semelhantes foram observados para sementes de copaíba, nos quais verificou-se que sementes com menor capacidade germinativa tiveram redução na atividade dessa enzima (Galvão, et al., 2014).

Isso se deve ao fato de que esta enzima desempenha um papel crítico no metabolismo das plantas e na oxidação por peróxidos, como aceptores de hidrogênio, sendo importante nos mecanismos de defesa. Em sementes, a perda da atividade pode torná-las mais sensíveis aos efeitos de O₂, dos radicais livres sobre ácidos graxos insaturados de membranas e à formação de peróxido nas células, tornando as sementes mais sujeitas à perda de viabilidade e comprometendo o seu vigor (Faria et al., 2003)

Para a enzima superóxido dismutase (Figura 4B) não foi observado diferença na expressão das bandas para nenhum dos tratamentos testados.

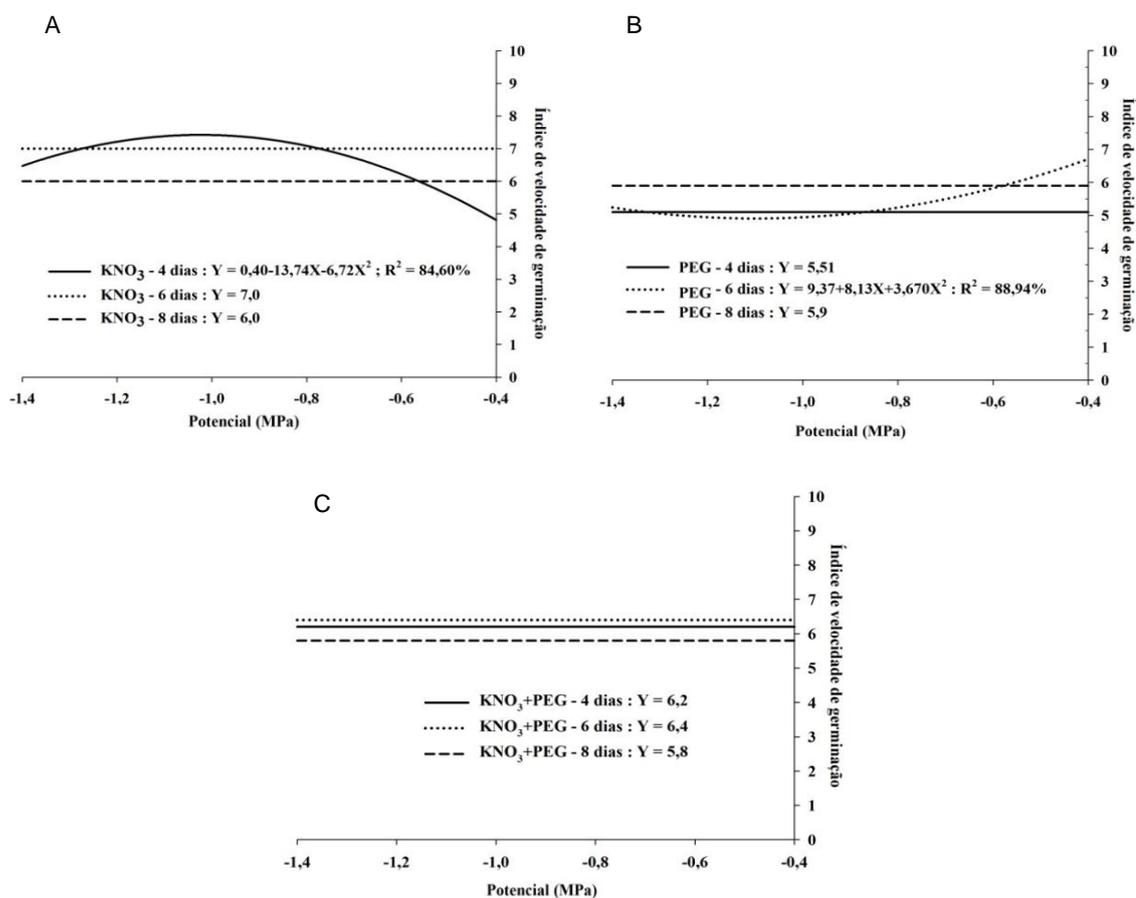


Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de candeia submetidas a diferentes períodos de tempo de condicionamento. A – KNO₃, B – PEG, C – KNO₃ + PEG

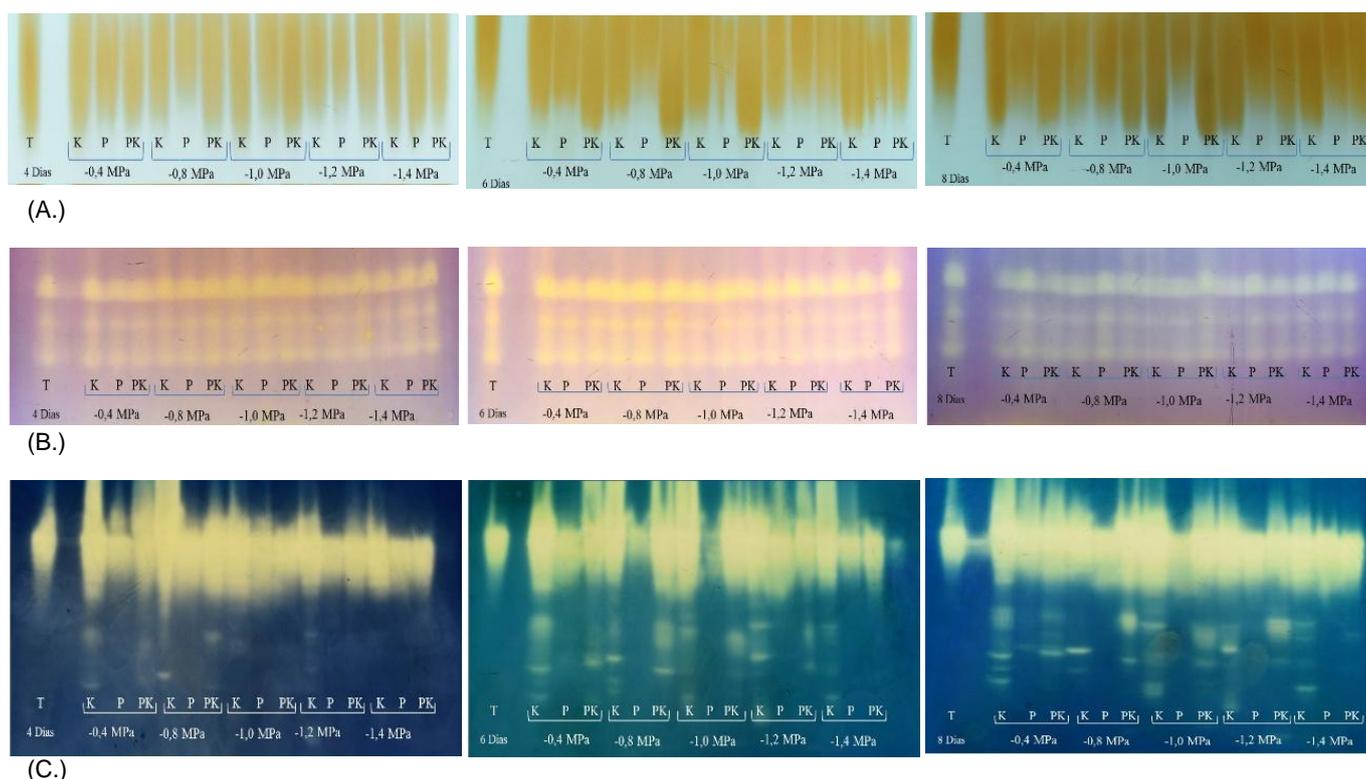


Figura. 4. Perfis de bandas dos sistemas enzimáticos peroxidase (A), superóxido dismutase (B) e catalase (C), observado em sementes de candeia submetidas ao condicionamento fisiológico em três solutos, três tempos, cinco potenciais e testemunha adicional (T). T= testemunha adicional; K = KNO₃; P = PEG; PK = PEG+ KNO₃.

O sistema enzimático antioxidante como a superóxido dismutase (SOD) constitui uma importante defesa primária contra os radicais livres gerados sob condições de estresse, catalisando a dismutação do radical superóxido em H₂O₂ e O₂. Estas metaloenzimas constituem numa importante defesa primária das células contra os radicais superóxido gerados sob condições de estresse, assim, o aumento na atividade da SOD é conhecido por conferir tolerância ao estresse oxidativo (Jaleel et al., 2007).

Observando-se a atividade da enzima catalase (Figura 4C) é possível visualizar sua menor atividade no tratamento utilizando-se PEG e, quando analisados os resultados dos testes de vigor, essas sementes foram consideradas menos vigorosas. Resultado semelhante foi observado em sementes de crambe (Cruz, et al., 2013), amendoim do campo (Ataide, et al., 2012) e milho (Timóteo & Marcos Filho, 2013) de baixa qualidade nos quais houve uma baixa expressão dessa enzima.

Isso pode ser explicado pelo fato da catalase ser uma enzima antioxidante do sistema de defesa, envolvida na remoção de peróxido de hidrogênio. A redução da atividade dessa enzima promove acúmulo de H₂O₂, aumentando a

peroxidação de lipídeos e danos às membranas, comprometendo seu vigor (Eyidogan & Oz, 2007).

Conclusões

O condicionamento fisiológico com KNO₃ é o que proporciona melhores efeitos na germinação e vigor de sementes de candeia.

O condicionamento fisiológico em sementes de candeia em solução de PEG com potenciais entre -0,8 MPa e -1,4 MPa não é satisfatório, pois afeta negativamente a germinação e reduz a atividade das enzimas peroxidase e catalase.

Referências

ALFENAS, A. C. Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microorganismos. 2º ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 627 p.

Ataide, G.M.; Flores, A.V.; Borges, E.E.L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *Pterogyne nitens* Tul. durante o envelhecimento artificial. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.42, n.1, 2012.

BALBINOT, E.; LOPES, H. M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na

- germinação e no vigor de sementes de cenoura. Rev. bras. sementes, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2006.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. New York, NY: Springer New York, 2013. 408 p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA, 2009. 399 p.
- CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I.; BINOTTI, F. F. S.; COSTA, E. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do condicionamento osmótico. Revista de Agricultura Neotropical, v. 2, n. 2, p. 42–48, 2015.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. Principles of seed science and technology. 3.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p
- CRUZ, S. M.; NERY, M. C.; ROCHA, A. S.; VON PINHO, E. V. R.; ANDRADE, P. C. R.; DIAS, D. C. F. S. Vigor tests for evaluation of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) seed quality. Journal of Seed Science, v. 35, n. 4, p. 485–494, 2013.
- DIAS, M. A., AQUINO, L. A., DIAS, D. C., ALVARENGA, E. M. Qualidade fisiológica de sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) sob condicionamento osmótico e tratamentos fungicidas. Revista Brasileira de Sementes, v. 31, n. 2, p. 188-194, 2009..
- EYIDOGAN, F.; OZ, M.T. Effect of salinity on antioxidant responses of chickpea seedlings. Acta Physiology Plant, v.29, 48-493, 2007.
- FARIA, M. A. V. R.; VON PINHO, R. G; VON PINHO, E. V. R.; GUIMARÃES, R. M. Marcadores moleculares da qualidade de fisiológica das sementes. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 51 p.
- GALVÃO, J. C. C.; CONCEIÇÃO, P. M.; ARAÚJO, E. F.; KARSTEN, J.; FINGER, F. L. Alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes de milho submetidas a diferentes épocas de colheita e métodos de debulha. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 13, n. 1, p. 14–23, 2014.
- GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ALILOO, A. A.; VALIZADEH M.; MOHAMMAD, M. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of food, agriculture & environment v. 6, n. 2, p. 222 – 226, 2008.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R.L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. Nature, v. 246, s. n., p.42-44, 1973.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds Seed Science and Technology, Zurich, v. 3, n. 4, p. 881-888, 1975.
- HUSSAIN, M; FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A.; AHMAD, N., Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. International Journal of Agriculture & Biology, v. 8, n. 1, p. 14-18, 2006.
- JALEEL, C. A.; MANIVANNAN, P.; SANKAR, B.; KISHOREKUMAR, A.; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Water deficit stress mitigation by calcium chloride in *Catharanthus roseus*: Effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, v. 60, n. 1, p. 110–116, 2007.
- KAYA, M. D.; OKÇU, ATAK, M.; CILIKI, Y.; KOLSARICI, O. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal Agronomy, v. 24, n. 4, p. 291-295, 2006.
- KISSMANN, C.; SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. DE S.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 2, p. 26–35, 2010.
- LIMA, L. B.; MARCOS-FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e relação com desempenho das plantas em campo. Revista Brasileira de Sementes, v. 31, n. 3, p. 27–37, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, v. 2, p. 176–177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2º ed. Londrina: ARATES, 2015. 659 p.
- MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; FRAIZ, A. C. R.; REZENDE, R. K. S. Condicionamento osmótico de sementes de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS (Fabaceae). CERNE, v. 19, n. 4, p. 629–636, 2013.
- MORADI, A.; YOUNESI, O. Effects of osmo- and hydro-priming on seed parameters of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Australian Journal of Basic and Applied Sciences, v. 3, n. 3, p. 1696–1700, 2009.
- NERSON, H.; GOVERS, A. salt priming of muskmelon seeds for low-temperature germination. Scientia Horticulturae, v. 28, n. 1–2, p. 85–91, 1986.

PELUZIO, L. E., SILVA, R., REIS, M. S., CECON, P. R., DIAS, D. C. F. S.; PELUZIO, J. Efeito do condicionamento osmótico na embebição e na germinação de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 21, n. 1, p. 161-169, 1999.

PEREIRA, M. D.; SOARES, E. R.; LOPES, J. C.; BORGES, E. E. L. Condicionamento osmótico de sementes de cubiu. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 3, p. 12-17, 2012.

QUEIROGA, V. P.; BRUNO, R. L. A.; LIMA, M. M. A.; SANTOS, J. W. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas ao condicionamento mátrico e osmótico. *Revista Ceres*, v. 58, n. 1, p. 56-61, 2011.

REIS, R. G. E.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; GONÇALVES, N. R.; COSTA, V. H. Physiological quality of osmoprimed eggplant seeds. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 36, n. 5, p. 526-532, 2012.

RODRIGUES, A.P.D.C.; LAURA, V.A.; CHERMOUTH, K.S.; GADUM, J. Osmocondicionamento de sementes de salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm.) em diferentes potenciais hídricos. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.5, p.1288-1294, 2009.

Seiffert, M. Alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes e anatomia foliar de *Protium widgrenii* Engler. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 81 p. Dissertação de Mestrado.

TIMÓTEO, T. S.; MARCOS-FILHO, J. Seed performance of different corn genotypes during storage. *Journal of seed science*, v. 35, n. 2, p. 207-215, 2013.

TIRYAKI, I.; BUYUKCINGIL, Y. Seed priming combined with plant hormones: influence on germination and seedling emergence of sorghum at low temperature. *Seed Science and Technology*, v. 37, n. 2, p. 303-315, 2009.

TONEL, F. R.; MARINI, P.; BANDEIRA, J. M.; SILVA, A. C. S.; SAMPAIO, N. V.; VILLELA, F. A. Osmotic priming of rice seeds subjected to low temperatures. *Journal of Seed Science*, v. 35, n. 2, p. 231-235, 2013.