



NOTA CIENTÍFICA

Condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de cebola

Priming on the physiological quality of onion seeds

Márcio Dias Pereira¹
Ignacio Aspiazú²
Salvador Barros Torres^{3,4*}
Edvan Costa da Silva⁵

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Centro de Tecnologia, Departamento de Agropecuária, Rodovia 160, km 03, Jundiá, 59280-000, Macaíba, RN, Brasil

²Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Av. Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra, 39440000, Janaúba, MG, Brasil

³Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, Secretaria de Estado da Agricultura, da Pecuária e da Pesca – SAPE, 59059-900, Natal, RN, Brasil

⁴Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Vegetais – DCV, Laboratório de Análise de Sementes, Av. Francisco Mota, 572, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, RN, Brasil

⁵Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Centro de Estudos Superiores de Imperatriz – CESI, Rua Godofredo Viana, 1.300, Centro, 65900-100, Imperatriz, MA, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: sbtorres@ufersa.edu.br

PALAVRAS-CHAVE

allium cepa
Germinação
Osmocondicionamento

KEYWORDS

allium cepa
Germination
Priming

RESUMO: Na cultura da cebola, são constantes os problemas relativos ao desempenho das sementes no campo, justificando-se o uso de técnicas que aumentem a porcentagem de germinação das sementes e a emergência das plântulas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento osmótico em sementes de cebola com nitrato de potássio e polietileno glicol 6000 em diferentes concentrações e períodos de condicionamento. Para tanto, sementes da cv. Baia Periforme foram condicionadas em soluções de PEG 6000 a 0,8 e -1,0 MPa e KNO₃ a 0,25 e 0,35 mol L⁻¹ por quatro 0, 24, 48, 96 e 144 h, a 20 °C. A seguir, as sementes condicionadas ou não foram avaliadas por meio dos testes: de germinação, primeira contagem de germinação, emergência das plântulas, índice de velocidade de emergência e comprimento de plântula. Verificou-se que o condicionamento osmótico em PEG 6000 e KNO₃ por 48 h foi efetivo em aumentar a porcentagem e a velocidade de germinação, bem como a emergência das plântulas. Para o crescimento de plântula, o condicionamento osmótico em solução de PEG 6000 a -0,8 MPa foi superior aos demais tratamentos.

ABSTRACT: Problems regarding onion seed performance in the field are constant, justifying the use of techniques to accelerate germination and seedling emergence. The objective of this study was to evaluate the effects of four imbibition solutions and different times during priming on onion seed germination and vigor. Seeds of onion, Baia periforme cultivar, were primed in PEG 6000 at -0.8 and -1.0 MPa and KNO₃ at 0.25 and 0.35 mol L⁻¹ solutions for 0, 24, 48, 96 and 144 hours, at 20 °C. The seeds were then submitted to the following tests: germination, first count, percentage and speed of seedling emergence, and seedling length. Priming in PEG 6000 and KNO₃ for 48 h were effective in increasing the percentage and speed of germination and seedling emergence in the field. Regarding seedling length, priming in PEG 6000 at -0.8 MPa solution was superior to the other treatments applied.

1 Introdução

A produção de sementes de hortaliças de alta qualidade tem sido um dos principais desafios para os pesquisadores e produtores de sementes. O estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo é um pré-requisito fundamental para se chegar a um bom estande final e se ter a garantia da produtividade e qualidade do produto (Pereira; Dias, 2009). As sementes, desde a semeadura até a fase de consolidação da planta no campo, estão expostas a diferentes condições edafoclimáticas, sobre as quais o produtor não pode interferir ou evitar (Oliveira et al., 2010).

Nesse contexto, justifica-se o uso de tratamentos que reduzam o tempo necessário entre a semeadura e a emergência das plântulas, resultando em maior segurança quanto à obtenção de populações desejadas de plantas por área, especialmente sob condições adversas (Dias et al., 2009). Dentre as técnicas que têm sido estudadas para esta finalidade destaca-se o osmocondicionamento ou *priming* (Gomes et al., 2012), que consiste na pré-embebição das sementes em soluções osmóticas, de modo a permitir a ocorrência das etapas metabólicas iniciais do processo de germinação, sem permitir a protrusão da raiz primária (Reis et al., 2012).

Os tratamentos de condicionamento mais utilizados incluem o osmocondicionamento, que consiste na hidratação em solução osmótica de um composto quimicamente inerte como o polietileno glicol (PEG 6000 ou PEG 8000) ou em solução salina (Reis et al., 2013).

O uso de substâncias inorgânicas como KNO_3 e orgânicas como polietileno glicol (PEG), por serem osmoticamente ativas, reduz o potencial hídrico da solução de embebição das sementes, permitindo o controle do nível de embebição (Dias et al., 2012). O KNO_3 e outros sais permitem melhor aeração da solução, além de serem removidas com maior facilidade das sementes, após o tratamento (Pereira et al., 2012). De acordo com Reis et al. (2012), o PEG com alto peso molecular (6000 ou 8000) é um dos agentes osmóticos mais utilizados, uma vez que produz uma solução caracterizada como inerte, estável e sem efeitos tóxicos.

Diversos trabalhos têm comprovado que o condicionamento osmótico acelera a germinação, permitindo a emergência mais rápida e uniforme das plântulas no campo (Araújo et al., 2011). Porém, para Reis et al. (2012), nem sempre os resultados obtidos com o condicionamento das sementes são positivos, havendo ainda necessidade de se expandir os conhecimentos sobre diferentes aspectos relacionados com esta técnica, como o método mais apropriado para se condicionar cada tipo de semente. O objetivo foi avaliar a resposta fisiológica promovida pelo condicionamento osmótico com nitrato de potássio e polietileno glicol 6000 em sementes de cebola, variedade Baia Periforme.

2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa de Sementes da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Utilizou-se lote comercial de sementes de cebola, variedade Baia Periforme, apresentando 64% de germinação e teor de água de 10,1%.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×5 (quatro soluções e cinco períodos de condicionamento), com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram condicionadas osmoticamente em solução de polietileno glicol 6000 (PEG 6000) com potenciais osmóticos ajustados a $-0,8$ e $-1,0$ MPa, de acordo com Villela et al. (1991), e em solução de nitrato de potássio (KNO_3) a $0,25$ e $0,35 \text{ mol L}^{-1}$, segundo metodologia estabelecida por Bradford (1986). Os períodos de condicionamentos foram: 0, 24, 48, 96 e 144 h.

O condicionamento foi conduzido em caixas plásticas ($11 \times 11 \times 3$ cm), em que 6,0 g de sementes, em duas subamostras de 3,0 g, foram distribuídas em camada única sobre duas folhas de papel toalha umedecidas com 4,5 mL de cada solução. Esse volume foi suficiente para cobrir metade da espessura das sementes, ficando parte da superfície exposta à atmosfera do interior das caixas. As caixas foram tampadas, envolvidas em sacos plásticos para evitar perdas por evaporação, mantidas em incubadora tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), a 20 °C. A cada solução foram acrescidos 0,15% de ingrediente ativo do produto comercial Captan 750 TS 24, objetivando controlar o desenvolvimento de fungos. Já as sementes não condicionadas foram utilizadas como controle (0 h).

Depois de cada período de condicionamento, as sementes foram lavadas durante um minuto em água corrente. Em seguida, foi determinado o teor de água das sementes (base úmida) pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 h (Brasil, 2009).

A seguir, as sementes de cada tratamento foram submetidas aos seguintes testes: a) germinação – quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, umedecidas com volume de água destilada, equivalente a três vezes o peso do papel seco, dispostas em caixas plásticas (tipo gerbox) e mantidas em germinador a 20 °C. As avaliações das plântulas normais foram realizadas aos sete e no décimo quarto dia após a semeadura (Brasil, 2009); b) emergência de plântulas - conduzido em ambiente de laboratório (25 ± 3 °C) em caixas de plástico ($11 \times 11 \times 3$ cm), tendo como substrato areia lavada e esterilizada. Para isso, quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento foram semeadas à profundidade de 0,5 cm. Anteriormente, o substrato foi umedecido até a capacidade de campo, mantendo-se suficientemente úmido até o final do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais emergidas aos 21 dias após a semeadura; c) índice de velocidade de emergência - conduzido juntamente com o teste de emergência, em que se determinou o somatório do número de plântulas emergidas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, sendo o índice de velocidade de emergência (IVE) calculado de acordo com a Fórmula 1 proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G_3}{N_3} + \dots + \frac{G_n}{N_n}, \quad (1)$$

onde: IVE = índice de velocidade de emergência, $G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$ = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem, e $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de dias da semeadura da primeira, segunda, terceira e última

contagem; d) comprimento médio de plântula - inicialmente, três folhas de papel toalha foram umedecidas com volume de água destilada equivalente a três vezes o peso do papel. Foram utilizadas quatro subamostras de dez sementes, sendo cada subamostra distribuída sobre uma linha reta de 10 cm traçada ao longo da extremidade superior do papel toalha, de modo que as sementes ficassem distanciadas 1,0 cm uma da outra. As caixas plásticas foram colocadas na B.O.D., a 20 °C, em posição inclinada de 45°, para facilitar o crescimento descendente das raízes. O comprimento médio das plântulas (cm/plântula) foi determinado aos 21 dias após a semeadura.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo o fator quantitativo (períodos de condicionamento) avaliado por meio da análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SISVAR Versão 4.2 (Ferreira, 2003).

3 Resultados e Discussão

As sementes condicionadas em solução de PEG 6000 atingiram 47,6% (-0,8MPa) e 47,4% (-1,0 MPa) de água após 144 h de embebição, sendo observada emissão da raiz primária em ambas as soluções a partir de 96 h de condicionamento, quando atingiram em torno de 46% de umidade. As soluções de KNO₃ restringiram a entrada de água nas sementes, obtendo-se 44,1% (0,25 mol L⁻¹) e 42,9% (0,35 mol L⁻¹) e não sendo observada protrusão da raiz primária (Tabela 1). Trabalhando

Tabela 1. Teor de água de sementes de cebola, variedade Baia Periforme, em função do osmocondicionamento em soluções de PEG 6000 e KNO₃, com diferentes potenciais osmóticos e períodos de embebição.

Table 1. Water content of onion (Baia Periforme) seeds, as a function of priming in PEG 6000 and KNO₃ solutions, with different osmotic potentials and imbibition times.

Potencial osmótico	Período de embebição (h)	Teor de água (%)
-0,8 MPa PEG	0	10,05
	24	44,26
	48	44,41
	96	46,13
	144	47,56
-1,0 MPa PEG	0	10,05
	24	42,67
	48	43,58
	96	46,10
	144	47,40
0,25 mol L ⁻¹ KNO ₃	0	10,05
	24	42,62
	48	43,48
	96	43,88
	144	44,10
0,35 mol L ⁻¹ KNO ₃	0	10,05
	24	39,18
	48	40,58
	96	42,52
	144	42,95

com sementes de cebola, outros autores também observaram emissão da raiz primária quando as sementes atingiram entre 45,5% (Gray et al., 1990) e 46,4% (Trigo et al., 2000) de umidade, e, segundo esses autores, em condições em que o potencial hídrico é adequado, pode ocorrer a germinação precocemente.

Verifica-se que o condicionamento osmótico contribuiu para aumentar a porcentagem de germinação das sementes de cebola em todas as soluções testadas até 48 horas de embebição (Tabela 2). A solução de PEG 6000 a -1,0 MPa foi a que permitiu maior germinação das sementes (88%) entre 24 e 48 h, quando iniciou-se a redução do processo germinativo. Em todas as soluções testadas, observou-se a mesma tendência de germinação até as 48 h de condicionamento, quando atingiram os maiores valores, com posterior queda. Depois desse período, o osmocondicionamento foi prejudicial às sementes, que apresentaram uma média de 15% de germinação após as 144 h de condicionamento. Observou-se, portanto, que efeitos benéficos do condicionamento osmótico podem ser alterados pela duração do tratamento, o que corrobora com resultados obtidos anteriormente para sementes de mamão (Dias et al., 2012) e maxixe (Reis et al., 2013), cujo condicionamento reduziu a germinação e o desempenho das sementes à medida que se aumentou o período de condicionamento. Segundo Pill et al. (2009), esse efeito deletério na germinação está, provavelmente, associado ao alto peso molecular do PEG que, para sua utilização, necessita de um sistema de aeração artificial durante o condicionamento, pois a solubilidade do oxigênio é inversamente proporcional à concentração do soluto.

De forma geral, verifica-se que os resultados médios da primeira contagem de germinação foram reduzidos a partir do período de 48 h de condicionamento, independentemente do produto e da concentração utilizados (Tabela 3). Sementes que originaram maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação são mais vigorosas, sendo um indicativo de maior velocidade no processo de germinação (Nakagawa, 1999). Diferente do que se observou na germinação final das sementes de cebola, não houve efeito do condicionamento osmótico na velocidade de germinação, avaliada pelo teste de primeira contagem. Em todas as soluções testadas, os valores da germinação foram reduzidos ao longo do período de embebição, de 45% (antes do condicionamento) para menos de 10% de germinação após 144 horas de embebição. Em sementes de hortaliças, o efeito do condicionamento pode ser o contrário do esperado, reduzindo a velocidade de germinação das sementes, principalmente quando se utilizam potenciais osmóticos mais baixos e por tempo mais prolongado (Peluzio et al., 1999). No referido trabalho, a velocidade de germinação do lote de sementes utilizado pode não ter sido suficientemente baixo para se observar o efeito do osmocondicionamento. Segundo Reis et al. (2012), o condicionamento osmótico provoca efeitos mais significativos em sementes que apresentam baixo vigor, de modo que quanto menor a velocidade de germinação sem o condicionamento, maior o efeito do tratamento.

As sementes condicionadas em soluções de PEG 6000 proporcionaram maiores percentuais de plântulas emergidas, passando de 45% para 86% de emergência com

Tabela 2. Germinação de sementes de cebola, variedade Baia Periforme, em função do osmocondicionamento em soluções de PEG 6000 e KNO₃, com diferentes potenciais osmóticos e períodos de embebição.

Table 2. Germination of onion (Baia Periforme) seeds, as a function of priming in PEG 6000 and KNO₃ solutions, with different osmotic potentials and imbibition times.

Solução	Período de embebição (h)					Equação	R ²
	0	24	48	96	144		
-0,8 MPa PEG	64	79	79	66	11	$\hat{y} = 64,4 + 0,7x - 0,007x^2$	0,93**
-1,0 MPa PEG		87	88	51	15	$\hat{y} = 70,8 + 0,5x - 0,006x^2$	0,95*
0,25 mol L ⁻¹ KNO ₃		69	59	56	10	$\hat{y} = 63,2 + 0,3x - 0,004x^2$	0,98*
0,35 mol L ⁻¹ KNO ₃		70	65	50	8	$\hat{y} = 60,9 + 0,5x - 0,006x^2$	0,92*
CV (%) = 9,8							

**,*significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste “t”.

Tabela 3. Primeira contagem de germinação de sementes de cebola, variedade Baia Periforme, em função do osmocondicionamento em soluções de PEG 6000 e KNO₃, com diferentes potenciais osmóticos e períodos de embebição.

Table 3. First germination count of onion (Baia Periforme) seeds, as a function of priming in PEG 6000 and KNO₃ solutions, with different osmotic potentials and imbibition times.

Solução	Período de embebição (h)					Equação	R ²
	0	24	48	96	144		
-0,8 MPa PEG	45	29	30	22	7	$\hat{y} = 40,9 - 0,2x$	0,98*
-1,0 MPa PEG		36	40	14	8	$\hat{y} = 45,5 - 0,3x$	0,90*
0,25 mol L ⁻¹ KNO ₃		19	18	15	6	$\hat{y} = 38,5 - 0,5x + 0,002x^2$	0,73*
0,35 mol L ⁻¹ KNO ₃		25	22	16	5	$\hat{y} = 35,3 - 0,2x$	0,67 ^{ns}
CV (%) = 14,6%							

*significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 4. Emergência de plântulas de cebola, variedade Baia Periforme, em função do osmocondicionamento em soluções de PEG 6000 e KNO₃, com diferentes potenciais osmóticos e períodos de embebição.

Table 4. Seedling emergence of onion (Baia Periforme), as a function of priming in PEG 6000 and KNO₃ solutions, with different osmotic potentials and imbibition times.

Solução	Período de embebição (h)					Equação	R ²
	0	24	48	96	144		
-0,8 MPa PEG	45	76	77	60	10	$\hat{y} = 47,5 + 1,1x - 0,009x^2$	0,83 ^{ns}
-1,0 MPa PEG		83	86	50	12	$\hat{y} = 53,8 + 0,9x - 0,008x^2$	0,95*
0,25 mol L ⁻¹ KNO ₃		65	52	55	6	$\hat{y} = 45,4 + 0,6x - 0,006x^2$	0,93*
0,35 mol L ⁻¹ KNO ₃		70	68	60	7	$\hat{y} = 44,7 + 0,94x - 0,008x^2$	0,97 ^{ns}
CV (%) = 11,4%							

*significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

48 h de condicionamento (Tabela 4). Depois desse período de embebição, houve redução da emergência de plântulas, não só de sementes osmocondicionadas em soluções de PEG 6000, mas também daquelas submetidas às soluções de KNO₃. A solução de KNO₃ a 0,35 mol L⁻¹ permitiu maior emergência das sementes que a de 0,25 mol L⁻¹, na qual se observou as menores porcentagens de emergência em todos os períodos de condicionamento. De modo geral, todas as soluções permitiram aumento da emergência até 48 h de embebição. Efeitos positivos do condicionamento osmótico na emergência de plântulas em campo têm sido relatados não só em cebola (Nunes et al., 2000), mas também em outras espécies de hortaliças como aspargo (Bittencourt et al., 2004) e cenoura (Magalhães et al., 2004).

Os resultados positivos do condicionamento osmótico na emergência (Tabela 4) também foram confirmados em laboratório pelo teste de germinação (Tabela 2). Muitas vezes, o efeito benéfico do osmocondicionamento na germinação em laboratório pode não se manifestar no campo ou em substrato (Gomes et al., 2012). Segundo Bradford (1986), essa variação no desempenho pode ser por conta de que, durante o processo de embebição das sementes condicionadas, possa ocorrer acúmulo de solutos nas células, resultando em maior potencial de turgor celular nas sementes e, com isso, refletindo em maior rapidez na emergência da raiz primária. Este fato é particularmente importante quando se consideram as condições muitas vezes adversas de clima e solo durante

Tabela 5. Índice de velocidade de emergência de plântulas de cebola, variedade Baia Periforme, em função do osmocondicionamento em soluções de PEG 6000 e KNO₃, com diferentes potenciais osmóticos e períodos de embebição.**Table 5.** Seedling emergence speed index of onion (Baia Periforme), as a function of priming in PEG 6000 and KNO₃ solutions, with different osmotic potentials and imbibition times.

Solução	Período de embebição (h)					Equação	R ²
	0	24	48	96	144		
-0,8 MPa PEG		6,3	6,5	6,1	2,9	$\hat{y} = 2,9 + 0,1x - 0,0008x^2$	0,84*
-1,0 MPa PEG		6,3	6,5	4,9	1,8	$\hat{y} = 3,1 + 0,1x - 0,0008x^2$	0,87*
0,25 mol L ⁻¹ KNO ₃	2,3	6,4	6,1	5,2	3,4	$\hat{y} = 3,1 + 0,1x - 0,0006x^2$	0,72 ^{ns}
0,35 mol L ⁻¹ KNO ₃		5,9	6,3	5,8	3,5	$\hat{y} = 2,8 + 0,1x - 0,0007x^2$	0,89*
CV (%) = 11,4							

*significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.**Tabela 6.** Comprimento de plântulas (cm) oriundas de sementes de cebola, variedade Baia Periforme, em função do osmocondicionamento em soluções de PEG 6000 e KNO₃, com diferentes potenciais osmóticos e períodos de embebição.**Table 6.** Seedling length (cm) from seeds of onion (Baia Periforme), as a function of priming in PEG 6000 and KNO₃ solutions, with different osmotic potentials and imbibition times.

Solução	Período de embebição (h)					Equação	R ²
	0	24	48	96	144		
-0,8 MPa PEG		4,9	4,1	5,8	1,4	$\hat{y} = 4,5 + 0,03x - 0,0003x^2$	0,65 ^{ns}
-1,0 MPa PEG		5,4	4,7	3,3	2,5	$\hat{y} = 5,5 - 0,02x$	0,91*
0,25 mol L ⁻¹ KNO ₃	5,1	3,9	3,3	3,6	1,3	$\hat{y} = 4,8 - 0,02x$	0,86*
0,35 mol L ⁻¹ KNO ₃		3,2	4,1	4,4	2,1	$\hat{y} = 4,3 + 0,001x - 0,0001x^2$	0,58 ^{ns}
CV (%) = 11,4							

*significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

a emergência das plântulas em campo (Trigo et al., 2000). Durante o condicionamento são iniciados vários processos como a mobilização das reservas, ativação e “síntese-de-novo” de enzimas, síntese de DNA e RNA, produção de ATP, além de reparos de danos no sistema de membranas que contribuem para melhorar o desempenho das sementes osmocondicionadas no campo (Pill et al., 2009).

Depois de 96 h de embebição, houve redução do IVG, mostrando que o tempo de exposição das sementes às soluções de *priming*, assim como para a germinação e emergência, pode ser prejudicial quando excessivo (Tabela 5). Sementes que apresentam maior IVE têm maior vigor, pois emergem mais rapidamente e ficam menos expostas às condições adversas do solo (Nunes et al., 2000). Trabalhos com condicionamento osmótico de hortaliças têm demonstrado os efeitos positivos desse tipo de tratamento pré-germinativo para recuperar a qualidade de lotes de sementes de baixa germinação e emergência em campo quando realizado nas condições ideais (Magalhães et al., 2004).

O uso de soluções de PEG 6000 a -1,0 MPa e KNO₃ a 0,35 mol L⁻¹ apresentaram aumento do tamanho das plântulas, porém, na segunda, esse aumento foi menor, quando se compararam as duas (Tabela 6). Para as demais soluções testadas, houve redução linear do comprimento das plântulas, mostrando que o potencial osmótico e o tempo de condicionamento ideais são determinantes para o efeito positivo da técnica no comprimento de plântulas. Para Pill et al. (2009), o condicionamento osmótico de sementes tem efeito positivo no desenvolvimento das plântulas por promover incrementos nos níveis de DNA e RNA, no teor de proteínas solúveis, na

taxa respiratória, na síntese de “novo” RNA-m, de enzimas específicas, o que proporcionaria maior acúmulo de solutos, resultando num crescimento mais rápido e maior acúmulo de biomassa.

4 Conclusões

O condicionamento osmótico aumenta a germinação, a emergência e o índice de velocidade de germinação das sementes de cebola, variedade Baia Periforme, em todas as soluções até o período de 48 h, mas proporciona redução na primeira contagem de germinação. O uso de solução de PEG 6000 a -0,8 e KNO₃ a 0,35 mol L⁻¹ aumenta o comprimento de plântulas de cebola, que é reduzida com o uso das soluções de PEG 6000 a -1,0 e KNO₃ a 0,25 mol L⁻¹.

Referências

- ARAÚJO, P. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; PAIVA, E. P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 3, p. 482-489, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000300011>
- BITTENCOURT, M. L. C.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26, n. 1, p. 50-56, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222004000100008>
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 2009. 395 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Laborat%C3%B3rio/Sementes/Regras%20para%20Análise%20de%20Sementes.pdf>.

DIAS, M. A.; AQUINO, L. A.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Qualidade fisiológica de sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) sob condicionamento osmótico e tratamento fungicidas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 2, p. 188-194, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000200022>

DIAS, M. A.; SEDIYAMA, C. A. Z.; SOUZA NETO, J. D.; CONCEIÇÃO, P. M.; TOREZANI, S. C. Resposta fisiológica de sementes de mamão submetidas ao condicionamento osmótico. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 4, p. 82-87, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2389>>.

FERREIRA, D. F. *Sisvar: sistemas de análises de variância versão 4.2*. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

GRAY, D.; ROWSE, H. R.; DREW, R. L. K. A comparison of two large-scale seed priming techniques. *Annals of Applied Biology*, v. 116, n. 2, p. 611-616, 1990. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7348.1990.tb06644.x>

GOMES, D. P.; SILVA, A. F.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; SILVA, L. J.; PANOZZO, L. E. Priming and drying on the physiological quality of eggplant seeds. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 3, p. 484-488, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000300021>

MAGALHÃES, F. H. L.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; LEDO, C. A. S. Desempenho de sementes de cenoura portadoras de espécies de *Alternaria* após o condicionamento fisiológico com adição de Thiram. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 5, p. 1007-1014, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000500006>

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-and in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X0002000200033x>

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-24.

NUNES, U. R.; SANTOS, M. R.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S. Efeito do condicionamento osmótico e do tratamento com fungicida na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n. 1, p. 239-

246, 2000. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/portal/revista/artigos-publicados>>.

OLIVEIRA, A. B.; MOREIRA, F. J. C.; DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S. Qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico e secagem. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n. 3, p. 358-363, 2010. Disponível em: <http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v5i3a783&path%5B%5D=762>.

PELUZIO, L. E.; SILVA, R. F.; REIS, M. S.; CECON, P. R.; DIAS, D. C. F. S.; PELUZIO, J. B. E. Efeito do condicionamento osmótico na embebição e na germinação de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 2, p. 161-169, 1999. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/portal/revista/artigos-publicados>>.

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. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2265>>.

PEREIRA, M. D.; DIAS, D. F. C. S. Primed carrot seeds performance under water and temperature stress. *Scientia Agricola*, v. 66, n. 2, p. 174-179, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162009000200005>

PILL, W. G.; COLLINS, C. M.; GOLDBERGER, B.; GREGORY, N. Responses of non-primed or primed seeds of "Marketmore 76" cucumber (*Cucumis sativus* L.) slurry coated with *Trichoderma* species to planting in growth media infested with *Phythium aphanidermatum*. *Scientia Horticulturae*, v. 121, n. 1, p. 54-62, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.004>

REIS, R. G. E.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R. V.; GONÇALVES, N. R.; COSTA, V. H. Physiological quality of osmoprimed eggplant seeds. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 36, n. 5, p. 526-532, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000500005>

REIS, R. G. E.; SILVA, H. P.; NEVES, J. M. G.; GUIMARÃES, R. M. Physiological quality of osmoprimed gherkin seeds. *Journal of Seed Science*, v. 35, n. 3, p. 368-373, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000300014>

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: II. Efeitos sobre o vigor. *Revista Científica Rural*, v. 5, n. 1, p. 1-11, 2000.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n. 1, p. 1957-1968, 1991.

Contribuição dos autores: Márcio Dias Pereira contribuiu na idealização e na condução dos testes preliminares do experimento; Ignácio Aspiazu contribuiu com a revisão bibliográfica e análises estatísticas; Salvador Barros Torres contribuiu na montagem do experimento e revisão final; Edvan Costa da Silva acompanhou toda a parte experimental e coleta de dados.

Agradecimentos: À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) pelo apoio logístico na execução do trabalho.

Fonte de financiamento: Não houve fonte de financiamento.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.