



FATORES AMBIENTAIS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Barbarea verna*

¹Marcia de Souza Almeida da Silva ; ²Oscar Mitsuo Yamashita; ¹Maicon Douglas Arenas de Souza ; ³Darley Aparecido Tavares Ferreira ; ⁴Ricardo Adriano Felito

1. Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – UNEMAT, Alta Floresta - MT, Brasil (marcya_biolgia@hotmail.com).
2. Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – UNEMAT, Alta Floresta – MT, Brasil
3. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal – UFES, Alegre, Brasil.
4. Graduando em Agronomia – UNEMAT, Alta Floresta, Brasil.

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

A espécie *Barbarea verna*, conhecida como agrião-da-terra, é uma hortaliça com grande valor nutricional e medicinal, consumida em todo o Brasil. As hortaliças são espécies de ciclo curto, semeadas diretamente no campo como é o caso do agrião-da-terra. Para tanto se faz necessário o conhecimento da adaptabilidade e a tolerância da espécie aos fatores abióticos, uma vez que este entendimento auxilia na definição de práticas agronômicas que permitam o pleno desenvolvimento das plantas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a germinação das sementes de *Barbarea verna* em diferentes condições ambientais. Foram realizados quatro experimentos: efeito de cinco temperaturas (20, 25, 30, 35 e 20/30 °C); germinação em função da ausência/ presença e qualidade de luz (luz branca, vermelha, vermelho-distante); seis níveis de restrição hídrica proporcionada por PEG 6000 (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,00 MPa); e cinco níveis de estresse salino proporcionado por NaCl e KCl nos potenciais osmóticos (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 MPa). A germinação das sementes de *Barbarea verna* foi maximizada nas temperaturas 25 e 30 °C. As sementes respondem positivamente à presença de luz branca. A ausência de luz inibiu a germinação e a presença de filtros de luz reduziu significativamente a germinação e demais variáveis analisadas. Houve redução da germinação em ambiente com restrição hídrica a partir de -0,4 MPa, e para estresse salino a germinação não foi influenciada com a presença de ambos sais no substrato.

PALAVRAS-CHAVE: luz, restrição hídrica, salinidade, temperatura

ENVIRONMENTAL FACTORS ON GERMINATION OF *Barbarea verna*

ABSTRACT

Barbarea verna, also called cress-the-ground, is a vegetable with great nutritional and medicinal value, being consumed in Brazil. Vegetables are short-cycle species, sown directly in the field, as is the case cress-the-ground. For this purpose it is necessary to know the adaptability and tolerance to abiotic factors species, since this assists in understanding the definition of agronomic practices that allow full

development of the plants. The present study aimed to evaluate the germination of *Barbarea verna* in different environmental conditions. Four experiments were conducted: combination of five temperatures (20, 25, 30, 35 and 20/30 °C); germination under light filters (far-red, light white, red,); the absence of light and white light (control); six levels of water restriction provided by PEG6000 (0.0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.00 MPa), five levels of salt stress provided by NaCl and KCl, in osmotic potential (0.0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa). The germination of *Barbarea verna* was maximized at 25 and 30 °C. The seeds respond positively to the presence of white light. The absence of light inhibited germination and the presence of light filters significantly reduced germination and other variables. There was reduction in the germination environment under fluid restriction starting from -0.4 MPa, and salt stress germination was not influenced by the presence of both salts in the substrate. **KEYWORDS:** temperature, light, water restriction, salinity.

INTRODUÇÃO

O agrião (*Barbarea verna*) é uma hortaliça de pequeno porte e de grande aceitação em todo o território brasileiro, sendo consumido *in natura*. Desde a civilização romana e grega, é usado como desintoxicante, vermífugo, antidiabético, laxativo e para o tratamento de tuberculose pulmonar (GOMES, 2009). É uma espécie que apresenta folhas pequenas e verde-escuras, com baixo teor calórico e fonte de vitamina A (especialmente betacaroteno) e C, vitaminas do complexo B e sais minerais. O talo crocante contém ainda alto teor de iodo. As folhas apresentam um sabor picante, mas suave, que estimula o apetite (BOITEUX & GIORDANO, 2013).

Essa espécie é semeada diretamente no canteiro, sendo conduzido até o momento da colheita das folhas. É uma espécie que se desenvolve em condições de temperatura amena, exigindo solos de elevado teor de argila, para melhor retenção de água (FILGUEIRA, 2012). Segundo os mesmos autores, para a condução de área de cultivo, inicialmente, semeia-se em sementeiras e, após a germinação e desenvolvimento inicial, transplantam-se as mudas para locais definitivos. Dada essa prática para a formação de canteiros para a produção, é necessário a utilização de sementes de elevada qualidade fisiológica, e com capacidade de suportarem estresses ambientais.

O processo germinativo de sementes inicia com o ressurgimento das atividades paralisadas por ocasião da maturidade fisiológica, sendo para isto necessário alguns requisitos fundamentais, como a viabilidade das sementes e as condições ambientais favoráveis (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Sementes de espécies pertencentes a diferentes grupos ecológicos podem necessitar de condições diferentes para expressar seu maior potencial germinativo (SILVA et al., 2007). Essa dependência de fatores ambientais varia também para espécies domesticadas e cultivadas pelo homem.

A temperatura é fator fundamental na germinação de sementes, pois influencia na velocidade de absorção de água e sobre os processos fotossintéticos que desencadeiam o processo germinativo (BEWLEY & BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005). Sementes de diferentes espécies apresentam respostas diferenciadas para a germinação quanto à temperatura mínima, máxima e ótima (NASCIMENTO, 2000).

Outro fator ambiental que pode interferir na capacidade germinativa de espécies de hortaliças é a quantidade de água presente no substrato. O conhecimento da tolerância das plantas à falta de água e como explorá-las, principalmente com relação aos problemas de ordem fisiológica ou ecológica, torna-

se importante para o desenvolvimento de práticas agrícolas que visem à manutenção das melhores condições para o pleno desenvolvimento das plantas (YAMASHITA et al., 2008; SANTOS et al., 2011).

A luminosidade é um fator preponderante no desenvolvimento, crescimento e produção dos vegetais, sendo considerada fonte primária de energia relacionada à fotossíntese, podendo atuar na absorção, transmissão e utilização da energia disponível (GONÇALVES et al., 2010). Em algumas espécies, é responsável pela superação da dormência de sementes (BASKIN & BASKIN, 1998), sendo a molécula do fitocromo que regula a qualidade da luz para a germinação (TAKAKI, 2001), variando de acordo com a absorção diferencial dos comprimentos de onda do espectro da luz que chegam até as plantas (YAMASHITA et al., 2011). A energia usada no processo fotossintético origina-se dos comprimentos de onda da região do visível (entre 400 e 700 nm), correspondente às faixas entre a luz azul e a vermelha (TAKAKI, 2001).

A salinidade do solo desencadeia estresse para plantas e pode afetar negativamente importantes processos fisiológicos (LAMBERS et al., 1998). Segundo FLOWERS (2004), a salinidade dos solos e das águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas. Porém, os efeitos dependem ainda, de outros fatores, tais como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipos de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER & DAVÉNPORT, 2003). Além disso, algumas espécies, tais como o agrião d'água, são cultivados em sistema hidropônico, necessitando de manutenção das condições de salinidade em teores relativamente baixos, evitando prejuízos no desenvolvimento da cultura (GOMES, 2009).

A capacidade de germinação das sementes é um dos pontos mais críticos para determinar o sucesso ou fracasso da produção, sendo fundamental a obtenção de sementes com elevada qualidade fisiológica e um dos métodos utilizados para determinar tal qualidade é o teste de germinação e vigor de sementes.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da luz, temperatura, restrição hídrica e salinidade na germinação de sementes de *B. verna*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes do CETAM (Centro de Tecnologia da Amazônia Meridional) da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta - MT (UNEMAT) no período de junho a agosto de 2013. Foram utilizadas sementes da espécie agrião-da-terra adquiridas no comércio local, sem tratamento com defensivos agrícolas.

Foram realizados quatro ensaios, visando avaliar a influência da qualidade de luz, temperatura, restrição hídrica e estresse salino na germinação de sementes de *B. verna*.

Foram utilizadas caixas de acrílico do tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) submetidas a tratamento asséptico prévio por meio da limpeza com hipoclorito de sódio (10%), duas horas antes da montagem dos experimentos. As sementes foram colocadas para germinar nas caixas gerbox sobre duas folhas de papel germitest umedecidas com cada solução (de acordo com os tratamentos de cada experimento), na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco (BRASIL, 2009), e posteriormente acondicionadas em câmaras de germinação tipo BOD com regime de luz de 12 h, sob lâmpadas fluorescente de 40W, sendo considerada germinada a semente cuja radícula atingiu 2 mm de comprimento.

Para o ensaio de temperatura, sementes de *B. verna* foram submetidas à germinação sob condições de temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C e alternada de 20/30 °C, sob fotoperíodo de 12h. A contagem do número de sementes germinadas foi realizada diariamente, por sete dias.

Para avaliar a influência da qualidade da luz na germinação das sementes de *B. verna*, estas foram submetidas a quatro condições de luz: luz branca, vermelha, vermelho-distante e a ausência de luz. Após a distribuição das sementes sobre o substrato, o mesmo foi umedecido com água destilada, seguido do imediato revestimento das caixas com papel-celofane, para obtenção dos diferentes filtros de luz. Para obtenção da luz vermelha, as caixas foram envolvidas por duas folhas de papel-celofane de cor vermelha. Para o tratamento vermelho-distante, estas foram envolvidas por duas folhas de papel-celofane vermelho e duas de cor azul. Para ausência de luz, as sementes foram dispostas em caixas gerbox de cor preta e posteriormente envolvidas com papel alumínio, seguido de filme plástico transparente. Não se usou revestimento para o tratamento com luz branca (testemunha) (TOLEDO et al., 1993; LOPES et al., 2005; YAMASHITA et al., 2008). A verificação da germinação foi de acordo com o descrito no teste anterior, porém esta foi realizada em ambiente escuro e equipado apenas com luz verde, cujo comprimento de onda, encontrava-se faixa de 610 e 650 nm, tendo sido considerado como seguro nas avaliações de germinação em tratamentos de escuro (LOPES et al.,2005). Todos os tratamentos foram mantidos em câmara BOD regulada a temperatura constante de 25 °C.

Para o estudo da restrição hídrica, os seguintes potenciais osmóticos foram estudados: 0,0; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; e -1,0 MPa, por meio de diluições de PEG 6000 em água destilada, de acordo com a tabela citada por VILLELA et al. (1991). Os tratamentos foram dispostos aleatoriamente dentro da câmara BOD regulada para temperatura constante de 25 °C e 12 horas de fotoperíodo.

Visando estudar o efeito do estresse salino na germinação das sementes, estas foram submetidas a diferentes tratamentos que constaram da combinação de cinco potenciais osmóticos (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 MPa), induzidos por soluções de NaCl e KCl, configurando um esquema fatorial 2 x 5, sendo dois sais e cinco potenciais, com quatro repetições. As soluções salinas foram preparadas a partir da equação de Van't Hoff citada por BRAGA et al. (1999).

Para todos os experimentos, foram avaliadas as seguintes variáveis: IVG (índice de velocidade de germinação) de acordo com Maguire (1962), percentual germinativo e comprimento médio da raiz das plântulas. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura

Os dados obtidos quanto à capacidade germinativa das sementes de *B. verna* sob variações de temperaturas, demonstram diferenças significativas para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

O tratamento mantido às temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 20/30 °C proporcionaram maior porcentagem de germinação das sementes, não havendo diferenças entre si. Entretanto, quando as sementes foram mantidas a 35 °C, a germinação não atingiu 50%, demonstrando a influência negativa dessa elevada

temperatura nessa variável. Do mesmo modo, BUFALO et al. (2012) também verificaram em sementes de alface, germinação máxima nas mesmas temperaturas constantes encontradas no presente trabalho e redução da germinabilidade quando expostas a 35 °C. PEREIRA et al. (2005), trabalhando com diferentes cultivares de coentro, também observaram resultados semelhantes. Para a maioria das espécies cultivadas, especialmente as hortaliças, a temperatura ideal para germinação das sementes, situa-se entre 20 e 30 °C, podendo ocorrer apenas pequenas variações de espécie para espécie, com riscos na produtividade destas (FILGUEIRA, 2012).

TABELA 1. Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de raiz (cm) de *Barbarea verna* em função da temperatura.

Temperatura	Germinação (%)	IVG	Comprimento de raiz (cm)
20 °C	84 a	6,10 c	0,76 b
25 °C	100 a	9,65 a	1,93 a
30 °C	95 a	8,17 ab	1,72 a
35 °C	47 b	2,47 d	0,25 b
20/30 °C	88 a	6,80 bc	2,01 a
CV (%)	15,84	12,97	20,81

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

Quanto à variável IVG, os tratamentos com temperaturas constantes de 25 e 30 °C foram os que apresentaram maiores valores, indicando que a germinação das sementes de *B. verna* é beneficiada nesta condição. Menor valor foi obtido na temperatura de 35 °C, confirmando os resultados observados na porcentagem de sementes germinadas. Elevadas temperaturas podem provocar desorganização dos processos germinativos, provocando redução na velocidade e no número de sementes que conseguem completá-lo, em decorrência dos efeitos sobre a atividade enzimática e das restrições ao acesso de oxigênio (MARCOS FILHO, 1986). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por FERREIRA et al. (2008) e MAIA et al. (2008) que, trabalhando com sementes de *Eruca sativa* e *Hyptis suaveolens*, respectivamente, concluíram que os menores valores de IVG foram obtidos na temperatura de 35 °C.

O maior comprimento da raiz foi observado nas temperaturas alternadas em 20/30 °C, não diferenciando de 25 e 30 °C. Embora tenha sido estimulado o processo germinativo em 84% para temperatura de 20 °C e 47% para 35 °C, ambas temperaturas inibiram o desenvolvimento das sementes de agrião, ocasionando redução no comprimento da raiz.

Resultados semelhantes foram obtidos por STEINER et al. (2010), os quais verificaram que *Eruca sativa* quando submetida a temperaturas de 20 e 35 °C apresentaram decréscimo no comprimento radicular, deterioração das sementes, liberação de exsudados no meio germinativo e desenvolvimento de fungos na superfície das sementes. Temperaturas elevadas aceleram e desorganizam o processo germinativo, enquanto que temperaturas abaixo da ótima tendem reduzir a velocidade de germinação e conseqüentemente o desenvolvimento radicular (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Conforme BEWLEY & BLACK (1994), para as sementes de diversas espécies, a temperatura afeta tanto a capacidade de germinação quanto a

velocidade de emergência de plântulas normais. Essa redução no poder germinativo das sementes de *B. verna* verificada sob as temperaturas de 20 e 35 °C, provavelmente ocorreu devido ao declínio da velocidade do processo, sendo que o prolongamento do tempo para início da germinação provocou a formação de plântulas com tamanhos reduzidos caracterizados pela ocorrência de raízes fracas e atrofiadas quando comparadas às demais temperaturas testadas.

Qualidade de Luz

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da germinação, IVG e comprimento de raiz das sementes de *Barbarea verna* sob diferentes filtros de luz. Verifica-se que houve diferença entre os filtros estudados, para todas as variáveis analisadas.

TABELA 2. Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de raiz (cm) de *Barbarea verna* em função da condição de luz.

Tratamentos	Germinação (%)	IVG	Comprimento de raiz (cm)
Luz branca	97,0 a	9,22 a	2,24 a
Luz vermelha	81,0 b	7,52 b	0,82 b
Luz vermelho-distante	80,0 b	7,61 b	0,78 bc
Ausência de luz	76,0 b	7,77 b	0,47 c
CV (%)	10,27	12,32	16,71

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

Para a variável porcentagem de germinação das sementes, a luz branca promoveu maior percentual germinativo destas, diferindo dos demais tratamentos. Possivelmente os demais filtros prejudicaram a absorção de luz e conversão do fitocromo ativo, que é o responsável pela resposta germinativa de espécies à luz (BEWLEY & BLACK, 1994). De maneira similar, a ausência de luminosidade prejudicou a germinação das sementes, obtendo-se valores 21% inferiores aos observados sob luz branca.

Esse comportamento indica que a ausência de luz impede que a luminosidade adequada chegue até as sementes, provocando redução do percentual de germinação destas. Apesar da maior parte das sementes que respondem à luz não serem domesticadas (BASKIN & BASKIN, 1998), algumas espécies cultivadas, como arroz e soja, tem um comportamento diferenciado em função da presença de filtros de luz, tais como cobertura vegetal ou outro tipo de agente de sombreamento (MEROTTO et al., 2002). Assim, é possível afirmar que o agrião-da-terra seja uma espécie com fotoblastismo.

Para IVG, houve diferença entre luz branca e demais tratamentos. O valor observado sob luz branca foi 15% superior aos observados nos demais filtros de luz, inclusive na ausência de luz. Esses resultados evidenciam que o agrião-da-terra necessita de luminosidade em todo o espectro do visível (entre 400 e 700 nm) para que a germinação ocorra na maior velocidade (TAKAKI, 2001). A presença de qualquer filtro pode reduzir significativamente a velocidade de germinação das sementes dessa espécie.

Maiores valores de comprimento de raiz foram obtidos na presença de luz branca, diferindo estatisticamente de todos os demais tratamentos. A ausência de

luz prejudicou o desenvolvimento radicular, sendo que os menores valores foram obtidos nesse tratamento. STEFANELLO et al. (2006), em pesquisa desenvolvida com sementes de *Pimpinella anisum*, verificaram que apesar da germinação ter ocorrido, tanto na presença como na ausência de luz, a manifestação do vigor das plântulas e crescimento inicial destas foi favorecida pela luz branca, concordando com os resultados observados no presente trabalho.

A presença da luz é um fator físico que desencadeia sinais de ativação ou inativação de vias metabólicas nas sementes e nas plantas (BHATTACHARYA & KHUSPE, 2001; KERBAUY, 2008). A ação da luz nos vegetais é precedida pela absorção dos fotorreceptores, tais como os fitocromos e criptocromos (MORELLI & RUBERTI, 2000). Em sementes de *B. verna*, a presença da luz branca desencadeou maior conversão de Fv (forma inativa do fitocromo) para Fve (forma ativa do fitocromo), o que proporcionou maior germinação e conseqüentemente maior vigor e comprimento de raiz. Segundo VICTÓRIO & LAGE (2009), diferentes espectros de luz podem aumentar a proporção de formas ativas dos fitocromos, desencadeando respostas diferenciais no desenvolvimento vegetal.

Restrição hídrica

Os dados do processo germinativo de sementes de *B. verna* submetidas a diferentes concentrações de PEG 6000 são apresentados na Tabela 3. Houve diferença significativa entre as concentrações de PEG 6000 para todas variáveis estudadas.

TABELA 3. Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de raiz (cm) de *Barbarea verna* em função de restrição hídrica.

Potencial Osmótico	Germinação (%)	IVG	Comprimento de raiz (cm)
0	97 a	9,23 a	2,24 a
-0,2	41 b	2,93 b	0,16 b
-0,4	0 c	0,00 c	0,00 b
-0,6	0 c	0,00 c	0,00 b
-0,8	0 c	0,00 c	0,00 b
-1,0	0 c	0,00 c	0,00 b
CV (%)	7,72	22,02	34,53

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

Para a variável porcentagem de germinação, o controle, ou seja, tratamento com concentração zero de PEG 6000, promoveu germinação próxima de 100% das sementes, diferindo dos demais tratamentos. Observou-se redução significativa já no primeiro potencial estudado (-0,2 MPa) atingindo 41%. A partir desse potencial, não houve germinação das sementes de *B. verna*. Esses resultados demonstram a sensibilidade dessa espécie à falta de água no substrato, sendo mais intenso que os obtidos por BERTAGNOLLI et al. (2003), que observaram redução significativa na germinação de sementes de *Lactuca sativa*, a partir do potencial -0,3 MPa de PEG 6000.

Essa redução da germinação à medida que os potenciais osmóticos se tornam mais negativo ocorre porque a restrição hídrica diminui a velocidade dos processos metabólicos e bioquímicos, atrasando ou reduzindo a germinação das sementes,

interferindo na embebição e também no alongamento celular do embrião (BRADFORD, 1990). O decréscimo do potencial hídrico do meio também influencia na absorção de água pela semente (BANSAL et al., 1980), além de reduzir ou impedir a emissão da raiz primária (LOPES et al., 1996).

Para a variável IVG, o estresse hídrico, por deficiência, provocou redução significativa na velocidade de germinação das sementes (Tabela 4). Houve queda próxima de 70% no IVG comparando-se a ausência de PEG 6000 com o potencial de -0,2 MPa. E, a partir desse potencial, o IVG, foi nulo, pois não foi verificada germinação das sementes. SILVA et al. (2011), trabalhando com sementes de cenoura também observaram que a espécie é osmoticamente afetada por PEG 6000, sendo os potenciais acima de -0,3 MPa, considerados críticos para germinação, obtendo resultados semelhantes aos observados no presente trabalho.

Observou-se que os maiores valores de comprimento de raiz foram obtidos no tratamento controle, diferindo estatisticamente de todos os demais potenciais osmóticos, sendo que apenas no primeiro potencial estudado houve crescimento radicular, sendo este 93% menor que a média observada no controle.

Em estudo realizado por FARIAS (2008), ao testar a ação de PEG 6000, como agente osmótico, em sementes de *Gliricidia sepium*, o maior percentual de germinação foi observado na testemunha, o qual decresceu em mais de 50% a partir de -0,5 MPa, atingindo valores nulos, provocando redução e ausência de raiz, concordando com os valores obtidos no presente trabalho.

Para BRADFORD (1995), o decréscimo no crescimento e germinação de sementes, seguido de redução na protrusão da radícula, pode ser devido ao baixo turgor das células, causado pela restrição hídrica. Além disso, nessas condições, devido à redução na atividade enzimática ocorre prolongamento da fase estacionária do processo de embebição, resultando em menor desenvolvimento meristemático e, conseqüentemente, atraso na protrusão radicular (FALLERI, 1994).

Estresse salino

Quanto às variáveis estudadas na germinação de sementes de *B. verna* submetidas a estresse salino, observa-se que houve significância apenas para o fator SAIS na variável IVG e potencial para a variável comprimento de raiz (Tabela 5).

TABELA 5. Quadrado médio das variáveis avaliadas de germinação de *Barbarea verna* submetido a diferentes sais e potenciais.

Fatores	Germinação (%)	IVG	Comprimento de raiz (cm)
Sal (S)	48,40ns	24,43*	0,09ns
Potencial (P)	28,60ns	1,26ns	3,61*
S * P	51,40ns	0,35ns	0,18ns
Resíduo	111,87	2,01	0,11
C.V. (%)	12,2	15,54	32,25

ns: não significativo pelo teste F; *significativo pelo teste F.

Quanto ao IVG, observou-se que o NaCl apresentou valor de 9,91, diferindo estatisticamente do KCl, cuja média foi de 8,34. Estes resultados são similares aos observados por DIAS & LOPES (2004) que, analisando sementes de cenoura concluíram que o aumento da concentração salina do meio até -0,8 MPa não influenciaram na germinação da espécie. Em conformidade, SALES et al. (2012),

concluíram que não houve interferência da salinidade na germinação e desenvolvimento de plântulas de coentro. Também FIOROTTI et al. (2006), verificaram em sementes de pepino, que o aumento da concentração salina de NaCl até -0,8 MPa não interferiu no desempenho germinativo das sementes. Porém CARVALHO & KAZAMA (2011), em sementes da mesma espécie, concluíram que o aumento progressivo do potencial osmótico KCl é prejudicial a germinação e desenvolvimento das plântulas.

Quanto ao comprimento de raiz, verificou-se que à medida que o potencial osmótico foi reduzido, essa variável tendeu a também acompanhar um decréscimo, seguindo uma regressão quadrática (Figura 1).

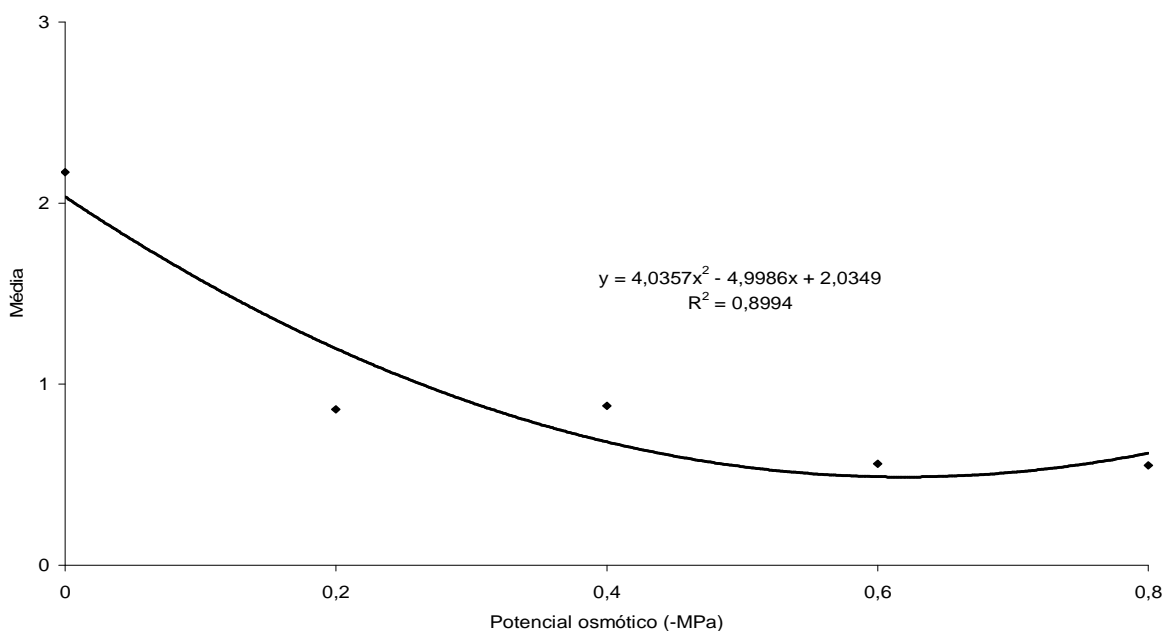


FIGURA 1. Comprimento de raiz (cm) de plântulas de *Barbarea verna* submetidas a diferentes potenciais osmóticos provocados por sais.

Experimentos realizados por DICKMANN et al. (2005), com sementes de *Helianthus annuus* observaram resultados similares, sendo que a partir do potencial -0,3 MPa de NaCl houve redução significativa no comprimento da raiz. Estas informações também são compatíveis com as observações de TORRES (2007), que verificou efeito severo a partir do potencial -0,4 MPa nas raízes de plântulas de melancia. PEREZ & TAMBELINI (1995), obtiveram resultados semelhantes com *Prosopis juliflora* afirmando que o efeito tóxico dos sais deve ocorrer principalmente no crescimento da radícula.

Segundo SHANNON et al. (1998) e TAIZ & ZEIGER (2006), o elevado nível salino do substrato reduz a taxa de assimilação metabólica, a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, restringindo assim, a obtenção de energia para o crescimento e diferenciação das células em tecidos.

MEDEIROS et al. (2009), afirmam que em vegetais expostos a excesso de sais, ocorrem modificações nos processos fisiológicos e metabólicos comprometendo o rendimento e conseqüentemente a qualidade da produção final.

CONCLUSÕES

As sementes de *B. verna* apresentaram melhor desempenho germinativo nas temperaturas 25 e 30 °C, com redução significativa para todas variáveis na temperatura de 35 °C.

As sementes apresentam maior germinabilidade, velocidade de germinação e comprimento de raiz quando exposta a luz branca, seguida da luz vermelha e vermelho distante, podendo ser consideradas fotoblásticas preferenciais.

A espécie é osmoticamente afetada por PEG 6000, sendo que os potenciais acima de -0,2 MPa são considerados críticos à germinação.

A porcentagem germinação não foi influenciada com presença de sal no substrato. Os sais se comportaram de maneira diferente na velocidade de germinação, sendo que KCl prejudicou o IVG. O comprimento da raiz foi reduzido à medida que a concentração dos sais aumentava.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMAT - Fundação de Amparo à Pesquisa do Mato Grosso, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 22 n. 2, p. 327-331, 1980.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.

BERTAGNOLLI, C.M.; MENEZES, N.L.; STORCK, L.; SANTOS, O.S.; PASQUALLI, L.L. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresses hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25 n.1, p. 7-13, 2003.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BHATTACHARYA, J.; KHUSPE, S.S. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 91, n. 01-02, p. 39-49, 2001.

BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B. **Agrião**. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1582437-4529,00.html>. Acesso em: 16 de agosto de 2013.

BRADFORD, K.J.A. Water relations analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 94, n. 3, p. 840-849, 1990.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination In: KIEGEL, J.; GALILI, S. (Ed) **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker Inc., 1995. p. 351-396.

BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.95-102, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SAND/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

BUFALO, J.; AMARO, A.C.E.; ARAÚJO, H.S DE.; CORSATO, J.M.; ONO, E.O.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J.D. Períodos de estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes condições de luz e temperatura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 931-940, 2012.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, C.L.; KAZAMA, H.E. Efeito da salinidade de cloreto de potássio (KCl) na germinação de sementes e crescimento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13, p.429-435, 2011.

DIAS, M.A.; LOPES, J.C. Efeito do estresse salino no vigor e na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, 2004, Recife. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Olericultura, 2004. P. 55-56.

DICKMANN, L.; CARVALHO, M.A.C.; BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.3, n.1, p.64-75, 2005.

FALLERI, F. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, p.591-599, 1994.

FARIAS, S.G.G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral da gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq. Walp)**. 2008. 61p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrossilvipastoris no Semi-árido) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB.

FERREIRA, E.G.B.S.; MATOS, V.P.; SALES, A.G.A.; PACHECO, M.V. Influência da temperatura e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de rúcula (*Eruca sativa* Mill.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.3, n.3, p.209-212, 2008.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ed. Viçosa: UFV, 2007. 421p.

FIOROTTI, M.R.; DIAS, A.M.; LOPES, J.C.; CORRÊA, N.B. Germinação e vigor de sementes de pepino em diferentes níveis de concentração salina. In: X ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E VI ENCONTRO LATINO

AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 13, 2006, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, 2006. p.55-56.

FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, p.307-319, 2004.

GONÇALVES, J.F. de C.; SILVA, C.E. ; GUIMARÃES D.G.; BERNARDES, R.S., Análise dos transientes da fluorescência da clorofila *a* de plantas jovens de *Carapa guianensis* e de *Dipteryx odorata* submetidas a dois ambientes de luz. **Acta Amazônica**, Manaus, v.40 p. 89-98, 2010.

GOMES, L.O. **Resposta da cultura do agrião à salinidade utilizando um sistema hidropônico do tipo NFT**. 2009. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. p. 277-280.

LOPES, H.M.; SILVA, R.F.; MALAVASI, M.M. Influência do potencial osmótico e da temperatura na embebição e no crescimento da radícula de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 167-172, 1996.

LOPES, J.C.; CAPUCHO, M.T.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de beralha. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.2, p. 18-24, 2005.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, London, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MAIA, S.S.S.; PINTO, J.E.B.; OLIVEIRA, J.A.; SILVA, F.N.; SANTOS, F.M. Germinação de sementes de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiacea) em função da luz e da temperatura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n.4, p.212-218, 2008.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986, p. 11-39.

MARCOS FILHO, J. Germinação. In: MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 197-252.

MEDEIROS, P.R.F.; DUARTES, S.N.; DIAS, C.T.S. Tolerância da cultura do pepino à salinidade em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.406-410, 2009.

MORELLI, G.; RUBERTI, I. Shade avoidance response, driving auxin along lateral routes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 122, n. 3, p. 621-626, 2000.

MEROTTO JR. A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G.; ALMEIDA, M.L. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2002.

NASCIMENTO, W.M. Temperatura x germinação. **Seed News**, ano IV, n.4, p.44-45, 2000.

PEREIRA, R.S; MUNIZ, M.F.B.; NASCIMENTO, W.M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.703-706, 2005.

PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1289-1295, 1995.

SALES, M.A.L.; MOREIRA, F.J.C.; ELOI, W.M.; RIBEIRO, A.A.; SALES, F. A.L.; SALES, M.L.M. 2012, Efeito da salinidade da água na germinação do coentro (*Coriandrum Sativum* L.). In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING; WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 4., 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2012. 5 p.

SANTOS, A.R.F.; MANN, R.S.; FERREIRA, R.A. Restrição hídrica em sementes de Jenipapo (*Genipa americana* L.) **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.2, p. 213-220, 2011.

SHANNON, M.C.; RHOADES, J.D.; DRAPES, J.H.; SCARDACI, S.C.; SPYRES, M. D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in Califórnia. **Crop Science**, Madison, v.38, n.2, p.394-398, 1998.

SILVA, M.C DE C.; MEDEIROS, A. F. A.; DIAS, D. C. F DOS S.; ALVARENGA, E. M.; COELHO, F.S.; BRAUN, H. Efeito do estresse hídrico e térmico na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Idesia**, Arica, v.29, n.3 p.39-44, 2011.

SILVA, A.; FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B.; Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC.(monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (guatambu). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 42-49, 2007.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; WRASSE, C.F.; Influência da luz, temperatura e estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis. **Revista Brasileira de Agrociência**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 45-50, 2006.

STEINER, F.; PINTO JUNIOR, A.S.; DRANSKI, J.A.L.; ZOZ, T.; RHEINHEIMER, A .R. Germinação de sementes de rúcula sob diferentes temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.2, p.119-124, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 103-107, 2001.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v.19, p.503-527, 2003.

TOLEDO, R.E.B.; KUVA, M.A.; ALVES, P.L.C.A. Fatores que afetam a germinação e a emergência de *Xanthium strumarium* L.: dormência, qualidade de luz e profundidade de sementeira. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 11, n. 1/2, p. 15-20, 1993.

TORRES, S.B. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melancia em função da salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n.3, p. 77-82, 2007.

VICTORIO, C.P.; LAGE, C.L.S. Efeitos da qualidade de luz na germinação e desenvolvimento inicial *in vitro* de *Phyllanthus tenellus* **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 400-405, 2009.

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. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

YAMASHITA, O.M.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; GUIMARÃES, S.C.; SILVA, J.L.; CARVALHO, M.A.C. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de couve-cravinho (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 202-206, 2008.