

EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Chloris barbata* (L.) Sw

JOSÉ LUIZ DA SILVA¹, SEBASTIÃO CARNEIRO GUIMARÃES² E OSCAR MITSUO YAMASHITA³

Recebido em 25.04.2011 e aceito em 11.11.2011

¹ Prof. M.Sc. Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Rodovia MT-235, Km 12, Caixa Postal 100, 78360-000, Campo Novo do Parecis-MT, jose.silva@cnp.ifmt.edu.br

² Prof. Dr. Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, FAMEV/UFMT, 78060-900, Cuiabá-MT, sheep@ufmt.br

³ Prof. Dr. Departamento de Agronomia (UNEMAT), 78580-000, Alta Floresta/MT, yama@unemat.br

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar a germinabilidade de sementes da gramínea *Chloris barbata* (L.) Sw. em função da disponibilidade hídrica. Os tratamentos foram esquematizados segundo o arranjo fatorial 7 x 2, sendo sete potenciais hídricos: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa, e duas unidades de dispersão: espiguetas e cariopses. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, e cada parcela constou de uma caixa de germinação contendo 50 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão previamente umedecidas com água ou com solução de polietileno glicol. A germinabilidade e a velocidade de germinação das sementes foram reduzidas com a diminuição da disponibilidade hídrica no substrato, sendo mais expressivas em cariopses que em espiguetas. Quando cariopse, a germinabilidade em água foi de 97% e não houve redução a -0,2 MPa. Para esta unidade de dispersão, as primeiras protrusões radiculares foram observadas após 24 horas em potenciais hídricos de até -0,4 MPa, e aos três dias a -0,6 MPa, quando foi reduzida com maior intensidade até -0,8 MPa, onde tornou-se nula. Para as espiguetas, a germinabilidade foi reduzida a partir de -0,2 MPa, sendo que a -0,4 MPa as primeiras germinações visíveis só ocorreram aos seis dias e apresentaram os menores resultados a partir de -0,6 MPa. Sementes não germinadas em baixa disponibilidade hídrica mantêm a vitalidade, e quando submetidas às condições ideais germinam em até 30 horas.

Termos para indexação: PEG 6000, potencial hídrico, *Chloris* sp., germinação, planta daninha.

THE EFFECT OF WATER STRESS ON GERMINATION OF *Chloris barbata* (L.) Sw. SEEDS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the germinability of *Chloris barbata* (L.) Sw. seeds as a function of water availability. The treatments were organized according to a 7 x 2 factorial arrangement, with seven water potential values: 0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8; -1.0, or -1.2 MPa, by two dispersal units: spikelets or caryopses. A completely randomized design was used, with four replicates; each plot consisted of a germination box containing 50 seeds, sown on two sheets of blotting paper previously moistened with water or a polyethylene glycol solution. Seed germinability and germination velocity decrease as water availability in the substrate decreases, and are more expressive in caryopses than in spikelets. In caryopses, germinability in water was 97% and no reduction was observed at -0.2 MPa. For these dispersal units, the first root protrusions were observed 24 hours later at water potential values of up to -0.4 MPa, and three days later at -0.6 MPa, with greater reduction up to -0.8 MPa, when it became null. In spikelets, germinability was reduced from -0.2 MPa. At -0.4 MPa, the first visible germinations only occurred at six days, and showed the lowest results from -0.6 MPa. Non-germinated seeds at low water availability maintain their vitality, and germinate in up to 30 hours when submitted to ideal conditions.

Index terms: PEG 6000, water potential, *Chloris* sp., germination, weed.

INTRODUÇÃO

As sementes são sujeitas aos estresses que limitam o crescimento e o desenvolvimento de plantas. Desta forma, os fatores críticos no ambiente: água, oxigênio, luz, temperatura e substâncias químicas, determinam quando e como a germinação acontece (Bewley & Black, 1994).

Quando são fornecidas as condições ideais de luz e temperatura, a umidade do substrato determinará quantas sementes germinarão em uma amostra, bem como a velocidade dessa germinação (Heydecker, 1977; Carvalho & Nakagawa, 2000; Yamashita et al., 2009). De acordo com Heydecker (1977), o que é sentido como estresse não depende somente da constituição genética, mas também da condição fisiológica da semente. Assim, a disponibilidade hídrica está entre os fatores ambientais de grande destaque na regulação da porcentagem e da velocidade de germinação, formação de plântulas normais e desenvolvimento de plantas; existe, no entanto, grande variação entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis até as mais resistentes (Springer, 2005). Igualmente, em condições naturais, a capacidade de sementes de algumas espécies em germinar sob condições de estresse hídrico confere vantagens ecológicas às mesmas (Berg & Zeng, 2006).

Sabe-se que potenciais hídricos negativos no início da embebição inviabilizam a seqüência dos eventos germinativos da semente durante a absorção de água (Bansal et al., 1980), e que o grau mínimo de umidade a ser atingido pela semente para que a germinação ocorra depende de sua composição química e da permeabilidade do tegumento (Bradford, 1995).

Em condições de laboratório é comum realizar estudos utilizando soluções aquosas e com diferentes potenciais osmóticos para umedecer o substrato de germinação, procurando simular as condições de estresse hídrico no solo (Berg & Zeng, 2006; Oliveira et al., 2007). O polietileno glicol (PEG) utilizado nesses estudos é quimicamente inerte, atóxico para as sementes, simula a seca e não penetra no tegumento devido ao tamanho de suas moléculas (Fan & Neumann, 2004). Por outro lado, a viscosidade das soluções pode interferir na disponibilidade de oxigênio para as sementes, induzindo a anaerobiose, o que facilitaria a produção de níveis tóxicos de etanol (Fan & Neumann, 2004; Fan et al., 2006).

Os limites de tolerância ao estresse hídrico variam entre as espécies, e vão desde a redução na velocidade de germinação até a inibição total, por exemplo, entre -0,4 e -0,5 MPa para *Adenantha pavonina* L. (Fonseca & Perez, 2003) e *Ateleia glazioviana* Baill. (Rosa et al., 2005), de -0,81 a -1,08 MPa para *Tridax procumbens* L. (Guimarães et al., 2002), inferiores a -1,6 MPa para *Andropogon gerardii* Vitman, *Andropogon hallii* Hack., *Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash., *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng. e *Sorghastrum nutans* (L.) Nash. (Springer, 2005) e -1,8 MPa para *Anthehora pubescens* Nees (Berg & Zeng, 2006).

Chloris barbata (L.) Sw. pertencente a família Poaceae, sinônimo de *Chloris inflata* Link., é conhecida vulgarmente como capim pé-de-galinha-roxo e capim rabo-de-burro. Presente em margens de estradas e lavouras de cana-de-açúcar apresenta biótipos resistentes aos herbicidas

ametryne e diuron (Weed Science, 2008). Em Mato Grosso é considerada invasora de espaços urbanos, cuja ocorrência também é observada em áreas agrícolas (Silva et al., 2009a). Contudo, o manejo de qualquer espécie de planta daninha depende do conhecimento de suas estratégias de reprodução, entre as quais os fatores que controlam a germinação das sementes. Com o objetivo de fornecer subsídios para o manejo dessa espécie, foi realizado o presente trabalho, que estudou a germinabilidade das sementes em função da disponibilidade hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá-MT, entre os meses de março e abril de 2007.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e os tratamentos esquematizados em fatorial 7 x 2, sendo sete potenciais hídricos: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa, e duas unidades de dispersão: espiguetas e cariopses.

As unidades de dispersão de *C. barbata* foram coletadas de plantas espontâneas ocorrentes em áreas urbanas de Cuiabá-MT, na fase de dispersão dos diásporos, no ano de 2006, sendo destacadas manualmente das panículas, procurando-se fazer a operação de forma a aplicar o mínimo de pressão, evitando ou minimizando danos mecânicos ao tegumento ou ao embrião. O material foi secado à sombra e o teor de água uniformizado sobre bancada a 25 °C, submetido ao processo de seleção visual, descartando-se sementes infectadas por fungos, mal formadas ou com evidência de danos físicos. As sementes selecionadas foram armazenadas em câmara refrigerada ($17,0 \pm 1,5$ °C de temperatura ambiente e $73 \pm 4\%$ de umidade relativa do ar) por 150 dias.

As cariopses foram obtidas pela remoção das estruturas envoltórias constituintes das espiguetas com auxílio de estilete e pinça, uniformizadas por tamanho e coloração, sendo descartadas as menores, as de coloração branca, e as mal formadas, separadas na quantidade requerida por parcela e armazenadas em recipientes plásticos.

As caixas de germinação (com 11,0 x 11,0 x 3,5 cm) foram desinfestadas com água sanitária (2,5% de cloro ativo) diluída em água a 5% (v/v), durante 6 h, e em seguida lavadas em água corrente, borrifadas com álcool 70% e secadas ao ar sobre bancada em temperatura ambiente. Os papéis mata-borrão, utilizados como substratos, foram divididos em 100 unidades por pacote, envolvidos em folhas de alumínio e esterilizados em estufa a 105 °C por 12 h.

Foram semeadas 50 unidades de dispersão em cada "gerbox" sobre três folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água ou solução de polietileno glicol (PEG 6000). Quando umedecidas com PEG 6000, foi calculada a quantidade para atingir as concentrações necessárias para os potenciais hídricos desejados, utilizando-se para isso, metodologia descrita por Villela et al. (1991). Após a semeadura as caixas foram imediatamente tampadas, lacradas com filme de polietileno

transparente e acondicionadas em câmaras de germinação programadas para 30 °C e fotoperíodo de oito horas diárias com luz fluorescente branca fria.

Os substratos eram trocados a cada quatro dias, sendo umedecidos da mesma forma anteriormente descrita, totalizando sete trocas durante o experimento.

Foi mantido um recipiente com 4 L de água no interior das câmaras de germinação, para manter mais estável a temperatura e aumentar a umidade relativa do ar.

O número de sementes germinadas foi contado diariamente até 28 dias após a semeadura (DAS), de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009); foram consideradas germinadas aquelas que apresentavam raiz primária maior que 2 mm. Com os dados de germinação diária foi calculada a germinação acumulada durante o período e o índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962).

Após o período experimental, as sementes não germinadas de cada "gerbox" em função dos tratamentos foram transferidas para novas caixas de germinação, mas sem restrição hídrica e ambiente com as mesmas condições anteriores para continuação das avaliações de germinação por mais 30 horas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, a evolução diária das sementes germinadas representadas pela curva de regressão e as médias do IVG e da germinação final em função dos potenciais hídricos comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p = 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade hídrica influenciou o número de sementes germinadas, mortas e firmes, aos 28 dias, tanto para sementes veiculadas como cariopses, quanto como espiguetas (Tabela 1 e Figura 1). Houve protrusão de raiz primária até -0,6 MPa para sementes na forma de cariopse e até -0,4 MPa para a forma espiguetas, e dentro de cada potencial hídrico a germinabilidade foi sempre maior para as cariopses (Tabela 1 e Figura 2). No menor nível de restrição hídrica estudado, -0,2 MPa, já ocorreu redução na germinabilidade das sementes, mas somente naquelas sob a forma de espiguetas; para cariopses a queda na germinabilidade ocorreu a partir de -0,4 MPa. Para sementes veiculadas como cariopses, a germinabilidade em água (0 MPa) foi de 97%, a qual foi reduzida em 50% a -0,6 MPa e se tornou nula a -0,8 MPa.

Quando foram utilizadas espiguetas, a germinabilidade em água foi de 70%, com queda para 38% a -0,2 MPa. A -0,6 MPa, a porcentagem de sementes germinadas já foi estatisticamente igual a zero, e até esse limite, dentro de cada potencial hídrico, a germinabilidade foi sempre menor do que a das cariopses.

Não houve diferenciação entre os tratamentos para a porcentagem de sementes mortas, cuja média para o experimento foi de 5%. Sementes que não germinaram durante o experimento, em função da restrição hídrica imposta pelos tratamentos (Figura 1), mantiveram a vitalidade e não

entraram em dormência secundária, uma vez que emitiram raiz primária em até 30 horas após a remoção dessa limitação.

TABELA 1. Germinação e Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *C. barbata* em função de disponibilidade hídrica e duas unidades de dispersão: cariopses (C) e espiguetas (E). Médias \pm desvio padrão.

Tratamento (MPa)	Germinação (%)		IVG (%)	
	C	E	C	E
0	97,00 \pm 1,15 Aa	70,31 \pm 1,94 Ba	29,99 \pm 6,82 Ab	18,82 \pm 4,47 Ba
-0,2	97,00 \pm 2,00 Aa	38,27 \pm 3,16 Bb	40,34 \pm 2,78 Aa	8,10 \pm 3,68 Bb
-0,4	79,50 \pm 13,99 Ab	24,32 \pm 4,75 Bb	19,86 \pm 11,37 Ac	2,68 \pm 1,42 Bc
-0,6	47,00 \pm 24,79 Ac	0,64 \pm 1,28 Bc	6,63 \pm 4,60 d	0,13 \pm 0,20 c
CV (%)	18,20		34,65	

Dentro de cada variável, médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

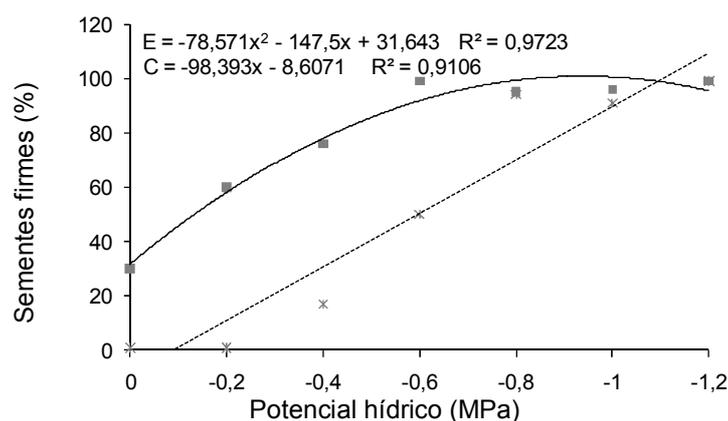


FIGURA 1. Sementes de *C. barbata* não germinadas após 28 dias de teste em função da disponibilidade hídrica e duas unidades de dispersão: cariopses (.....C) e espiguetas (—E).

A porcentagem de sementes germinadas, acumuladas ao longo dos 28 dias de teste, está representada na Figura 2, onde se observa o efeito da restrição hídrica sobre o comportamento diário da germinabilidade. Para cariopses, as primeiras protrusões radiculares foram observadas no segundo dia após a semente em potenciais hídricos de até -0,4 MPa, e aos três dias a -0,6 MPa. Para as espiguetas, a -0,4 MPa, as primeiras germinações visíveis só ocorreram após seis dias. A germinabilidade no tempo foi muito sensível à restrição hídrica. Até -0,2 MPa houve pouca influência nos valores obtidos nas cariopses, que foram beneficiadas pelo estresse moderado: tiveram germinação rápida e uniforme, especialmente nos primeiros dias, ao contrário das espiguetas, que

tiveram a velocidade de germinação e a germinação final limitadas, indicando que as estruturas envoltórias inibiram o processo.

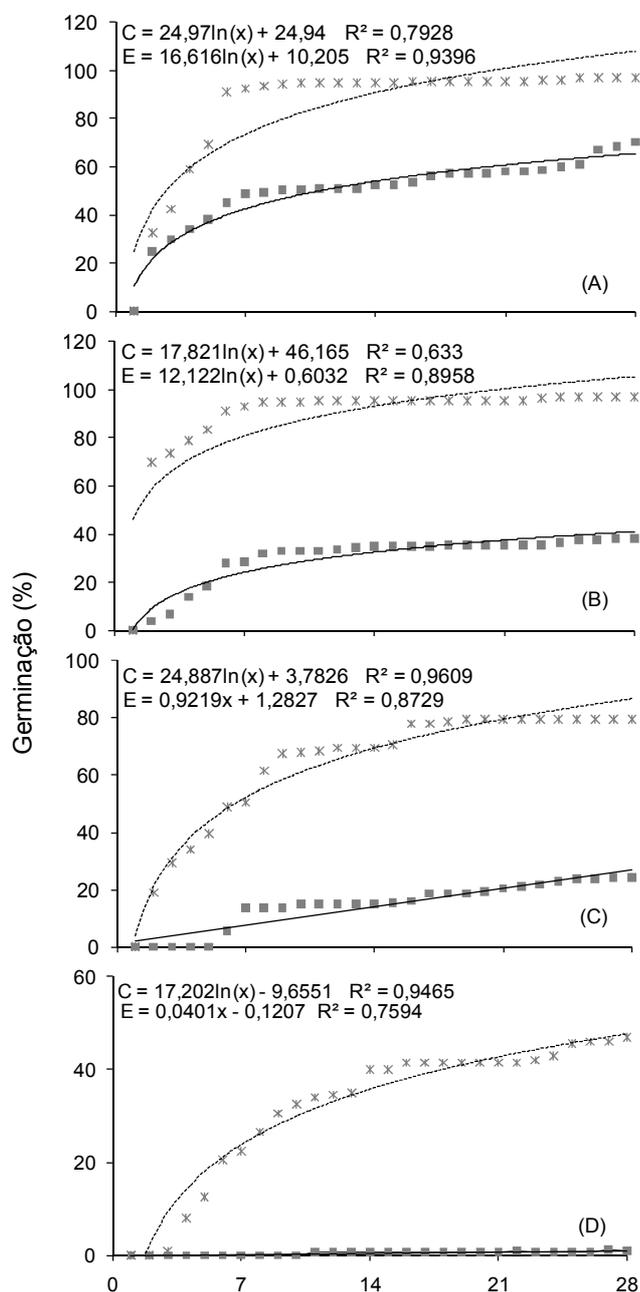


FIGURA 2. Germinação de sementes de *C. barbata*, acumulada em 28 dias de teste, em função dos potenciais 0 MPa (A), -0,2 MPa (B), -0,4 MPa (C) e -0,6 MPa (D) e de duas unidades de dispersão: cariosopes (---C) e espiguetas (—E).

O reflexo da redução na germinabilidade e na velocidade do processo de germinação é sintetizado pelo índice de velocidade de germinação (IVG), apresentado na Tabela 1, onde se observa a tendência de menores valores à medida que se aumentava a restrição hídrica, e também o pior desempenho das espiguetas. Uma exceção foi o aumento do IVG das cariopses a -0,2 MPa, em relação ao substrato sem restrição hídrica (0 MPa).

O menor índice de velocidade de germinação das sementes na forma de cariopses, em substratos sem restrição hídrica em relação à -0,2 MPa, pode estar relacionado a danos de embebição, causados pela liberação de exsudatos lixiviados das sementes, indicativo de dano à integridade de membranas (Powell, 1986); esse fenômeno não foi observado quando na forma de espiguetas, o que provavelmente deva-se aos envoltórios retardarem a absorção de água (Silva et al., 2009b). Adicionalmente, Springer (2005) relatou que sementes de espécies como *Andropogon gerardii* Vitman, *A. hallii* Hack., *Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash., *Sorghastrum nutans* (L.) Nash. tiveram germinação superior nos primeiros sete dias após a semeadura quando veiculadas como cariopses e que o potencial hídrico de -0,2 MPa também favoreceu a germinação acumulada de *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng. e *S. nutans* (L.) Nash., quando comparado a semeadura em substrato sem restrição. Discutiui ainda que o ambiente com baixa precipitação anual, onde foram coletados os diásporos de *B. ischaemum*, foi um dos fatores para a elevação da germinação de sementes em potenciais de até -0,8 MPa.

Stefanello et al. (2006), observaram ainda que o estresse hídrico em sementes de *Pimpinella anisum* reduziu a percentagem de plântulas normais aos sete dias após o início do processo germinativo e provocou redução da velocidade de germinação; o vigor foi mais afetado que a germinação, o que estaria relacionado aos potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, promoverem redução drástica da absorção de água pelas sementes.

Menores potenciais hídricos mantiveram maior número de sementes quiescentes, o que pode, em condições de campo gerar futuros problemas das plantas daninhas em culturas. Logo, a retenção da germinação em condições desfavoráveis, muito comum nas plantas daninhas, tem um significado ecológico ligado à sobrevivência da espécie, porque dilui ou previne a formação de plântulas em solos sem os recursos suficientes para suportar o crescimento subsequente (Bewley & Black, 1994). Espécies cujas sementes não têm esse mecanismo de controle poderiam ter todos esses órgãos germinados após um curto período de umedecimento do solo, comprometendo o desenvolvimento dos indivíduos formados e as futuras gerações (Guimarães et al., 2002; Berg & Zeng, 2006).

CONCLUSÕES

A germinabilidade e a velocidade de germinação das sementes de *C. barbata* são reduzidas com a diminuição da disponibilidade hídrica no substrato.

Sob restrição hídrica, a velocidade de germinação das cariopses é maior que das espiguetas.

Sementes não germinadas em baixa disponibilidade hídrica mantêm a vitalidade, e quando submetidas às condições ideais germinam em até 30 horas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, v.22, n.3, p.327-331, 1980.

BERG, L.V.D.; ZENG, Y.J. Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. **South African Journal of Botany**, v.72, n.2, p.284-286, 2006.

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

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, J. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

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

FAN, L.; LINKER, R.; GEPSTEIN, S.; TANIMOTO, E.; YAMAMOTO, R.; NEUMANN, P.M. Progressive inhibition by water deficit of cell wall extensibility and growth along the elongation zone of maize roots is related to increased lignin metabolism and progressive stelar accumulation of wall phenolics. **Plant Physiology**, v.140, n.2, p.603-612, 2006.

FAN, L.; NEUMANN, P.M. The spatially variable inhibition by water deficit of maize root growth correlates with altered profiles of proton flux and cell wall pH. **Plant Physiology**, v.135, n.4, p.2291-2300, 2004.

FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.1-6, 2003.

GUIMARÃES, S.C.; SOUZA, I.F.; VON PINHO, E.V.R. Efeito da restrição hídrica sobre a germinação de sementes de erva-de-touro. **Revista Agricultura Tropical**, v.6, n.1, p.97-111, 2002.

HEYDECKER, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North Holland Publishing, 1977. p.237-282.

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

OLIVEIRA, A.S.; SILVA-MANN, R.; SANTOS, M.F.; GÓIS, I.B.; BARRETTO, M.C.V. Condicionamento osmótico em sementes de milho doce submetidas ao armazenamento. **Revista Ciência Agrônoma**, v.38, n.4, p.444-448, 2007.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, v.10, n.2, p.81-100, 1986.

ROSA, L.S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, v.11, n.3, p.306-314, 2005.

SILVA, J.L.; GUIMARÃES, S.C.; YAMASHITA, O.M. Germinabilidade de sementes de *Chloris barbata* (L.) Sw. em função de temperatura e nitrato de potássio. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.7, n.1, p.45-53, 2009a.

SILVA, J.L.; GUIMARÃES, S.C.; YAMASHITA, O.M. Germinação de sementes de *Chloris barbata* (L.) Sw. em função da luz. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.7, n.1, p.23-34, 2009b.

SPRINGER, T.L. Germination and early seedling growth of chaffy-seeded grasses at negative water potentials. **Crop Science**, v.45, n.5, p.2075-2080, 2005.

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**, v.12, n.1, p.45-50, 2006.

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.

WEED SCIENCE. International survey of herbicide resistant weeds – swollen fingergrass (*Chloris inflata*). Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Summary/USpeciesCountry.asp?IstWeedID=53&FmSpecies=Go>>. Acesso em: 16 jan. 2008.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; CARVALHO, M.A.C.; SILVA, J.L. Efeitos de fatores ambientais induzidos na germinação de sementes de *Chaptalia nutans* (L.) Polack. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.132-139, 2009.

