

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE TRAPOERABA (*Commelina benghalensis* L.)¹

ELEMAR VOLL², ALEXANDRE M. BRIGHENTI³, DIONÍSIO L.P. GAZZIERO⁴ E FERNANDO S. ADEGAS⁵

RESUMO - O experimento foi conduzido com o objetivo de estudar as relações entre níveis de absorção de água, condutividade elétrica e germinação de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). Sementes aéreas e subterrâneas foram embebidas em água por seis, 24 e 48 horas, na temperatura de 20°C, para determinar a condutividade elétrica. Os tratamentos foram conduzidos em germinador, com ciclo de 14/10 horas de fotoperíodo (luz/escuro), à 30-20°C, 95% de umidade relativa e luz fluorescente. Foi usado delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 100 sementes/caixa plástica. A germinação das sementes aéreas de trapoeraba é menor do que a das sementes subterrâneas. As porcentagens de absorção de água das sementes aéreas ou subterrâneas são semelhantes. A condutividade elétrica é altamente associada aos períodos de embebição nas sementes aéreas e subterrâneas de trapoeraba; também altamente associada à germinação nas sementes aéreas e à absorção de água nas sementes subterrâneas.

Termos para indexação: dormência, planta daninha, absorção de água, condutividade elétrica.

PHYSIOLOGICAL GERMINATION ASPECTS OF *Commelina benghalensis* L. SEEDS

SUMMARY – One experiment was carried out in order to study the relationship between water absorption levels, electric conductivity and seed germination of *Commelina benghalensis* L. Seeds of the canopy and root parts of plants were harvested. They were placed in water to imbibe during periods of six, 24 and 48 hours, at 20°C, to determine electric seed conductivity. The treatments were conducted in a seed germinator, cycling at 14/10 hours of light/dark, 30-20°C and 95% of relative humidity. A completely randomized experimental design was used, with four replications of 100 seeds/plastic box. Germination of canopy seeds is lower than for root seeds. Water absorption rates of both seed types were alike. Electrical conductivity levels are highly associated to water imbibition periods in canopy and root seeds, also to germination in canopy seeds and to water absorption in subterranean seeds.

Index terms: dormancy, weed, water absorption, electric conductivity.

INTRODUÇÃO

A trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) é a mais importante planta daninha desse gênero no Brasil (Lorenzi, 2000) e na África (Wilson, 1981), onde provoca perdas significativas de produtividade em culturas agrícolas e dificulta as ope-

rações de colheita. A reprodução da espécie ocorre, geralmente, por sementes, mas pode haver a produção de rebentos a partir de gemas caulinares (Budd et al., 1979). A planta produz dois tipos de sementes: as aéreas, produzidas em frutos tipo cápsula e as subterrâneas, produzidas a partir de rizomas subterrâneos e flores cleistógamas (Maheshwari & Maheshwari, 1955). Sementes aéreas pequenas podem representar 73-79% do total de sementes produzidas, sementes aéreas grandes 19-22% e sementes subterrâneas somente 1-3% (Walker & Evenson, 1985a).

A produção de sementes resulta em disseminação desas em solos agrícolas e a formação de bancos de sementes. O comportamento desses depende de características de dormência inata de cada espécie e de fatores como a disponi-

¹ Aceito para publicação em 30.12.2002.

² Engº Agrº, Dr., Pesquisador em Plantas Daninhas da Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina-PR; bolsista do CNPq; e-mail: voll@cnpso.embrapa.br

³ Engº Agrº, Dr., Pesquisador em Plantas Daninhas da Embrapa Soja.

⁴ Engº Agrº, MSc., Pesquisador em Plantas Daninhas da Embrapa Soja.

⁵ Engº Agrº, MSc., Plantas Daninhas da EMATER-PR.

bilidade de água no solo, essencial para o início da germinação, associada a outros fatores, que determinam a intensidade e a velocidade de germinação da espécie. Disso, pode resultar sua antecipação ou atraso em relação à emergência das plântulas da cultura. Sua importância será maior ou menor em relação a competição que pode ser estabelecida entre as plantas daninhas e a espécie cultivada para fins econômicos.

Segundo Popinigis (1977) a taxa de germinação das sementes está intimamente relacionada com a tensão de água no solo e com o período de absorção de água pelas sementes, dentre outros fatores. Freitas et al. (1990) observaram, em sementes de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc., o aumento gradual na germinação, dependendo diretamente do aumento do período de imersão em água. Por outro lado, Voll et al. (1997), apesar de verificarem o aumento linear de absorção de água num período de 48 horas em sementes de *B. plantaginea*, não constataram a influência da capacidade de absorção na germinação das sementes. Por sua vez, Mikusinski (1987) observou que algumas sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia* (H.B.K.) Don. iniciaram a germinação após 20 horas de imersão em água, muito embora cerca de 60% permanecessem como sementes duras e 2% como sementes embebidas sem germinar. Em *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., Gianfagna & Pridham (1951) observaram que a dormência de sementes não depende da permeabilidade do tegumento à água, uma vez que as sementes dormentes absorvem água tão rapidamente quanto as não dormentes. Em sementes, como as de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), que apresentam mucilagens, quando hidratadas, absorvem umidade e podem apresentar vantagens na germinação (Harper & Benton, 1966). Stoller & Wax (1973) observaram variações na produção de “sementes duras” e que dependem do ano em que foram produzidas alteram os níveis de germinação das espécies.

No campo, segundo Osman et al. (1991), sistemas de manejo podem determinar o início da germinação e, ou reduzir a germinação e a emergência de espécies daninhas devido aos fatores água, luz, temperatura e alelopatia. O posicionamento das sementes na superfície do solo e o seu ressecamento podem contribuir para uma menor germinação (Machado-Neto & Pitelli, 1988). Zimbdahl et al. (1988) observaram que padrões de emergência de algumas espécies foram aumentados em função do sistema de cultivo adotado.

Por sua vez, a condutividade elétrica tem sido proposta como um teste para avaliar o vigor das sementes (Matheus & Powell, 1981; AOSA, 1983 e Marcos-Filho et al., 1987), visto que o valor da condutividade é função da quantidade de lixiviados na solução, a qual está diretamente relacionada com

a integridade das membranas celulares, indicando o estágio de deterioração da semente e, portanto, o vigor da semente (AOSA, 1983). A quantidade de exudados lixiviados da semente na água de embebição pode ser influenciada pelo estágio de desenvolvimento no momento da colheita, grau de deterioração, danos causados pela velocidade de embebição (Powell, 1986), injúrias no tegumento da semente (Abdul-Baki & Anderson, 1970 e Loeffler, 1981), temperatura e tempo de embebição (Loeffler et al., 1988). O uso da condutividade elétrica poderia contribuir para um melhor estudo de bancos de sementes, resultantes de infestações anuais em lavouras.

O objetivo do presente trabalho foi estudar as relações entre os níveis de embebição de água, a condutividade elétrica e a germinação de sementes aéreas e subterrâneas de trapoeraba.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em abril de 1996, utilizando sementes de trapoeraba colhidas nos meses de março-abril de 1995, não afetadas na sua germinação pelo período de armazenamento em câmara seca (10-12°C e 40% de UR). As sementes aéreas e subterrâneas de trapoeraba estavam com 16,1% de umidade no início do experimento, sendo que este valor foi incluído nos cálculos das porcentagens finais de embebição. Após as pesagens iniciais (mg/100 sementes), as sementes foram imersas em água destilada/deionizada e mantidas em ambiente a 20°C, por períodos de seis, 24 e 48 horas. Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 100 sementes cada.

Condutividade elétrica (μA) - foi determinada segundo Krzyzanowski et al. (1991), logo após os períodos de embebição das sementes, usando condutivímetro ASA-610, ao nível de quatro volts, sendo colocadas cinco sementes por célula para melhorar a precisão das determinações, sendo apresentadas as médias por semente. Em seguida, foram feitas as pesagens finais das sementes embebidas e iniciado o **teste de germinação** - as sementes foram semeadas em caixas plásticas tipo gerbox, sendo distribuídas de modo uniforme sobre quatro folhas de papel de filtro umedecidas com 12ml de água. As caixas foram colocadas em germinador, com ciclos de 14/10 horas de fotoperíodo (luz/escuro), à 30-20°C e 95% de umidade relativa do ar. As contagens diárias de germinação das sementes, considerando a protusão da radícula (2 mm), foram conduzidas por um período de 21 dias, resultando nos dados para o cálculo das porcentagens de germinação; o **índice de velocidade de germinação** das

sementes foi feita conforme Maguire (1962); **porcentagens de absorção de água (A%) da sementes** - para cada período de imersão, foram calculadas do seguinte modo: I) umidade inicial (UI%): peso de uma amostra de 1000 sementes, inicial (PI) e final (Pf) em estufa a 105°C, 24 horas, determinando-se o diferencial de umidade em % sobre Pf, de 16,1%; II) peso inicial zero de umidade (PZ), determinado para cada repetição/tratamento, em que: $PZ = (PI \cdot 100) / (100 + UI\%)$; III) absorção: $A\% = (PF - PZ) \cdot 100 / PZ$; em que: PF = peso final após o período de imersão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e usado o teste-F, a 5% de probabilidade. Foram feitos ajustes de equações de regressão e testadas as suas significâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de absorção de água e da germinação das sementes aéreas de trapoeraba, em função aos períodos de embebição de seis, 24 e 48 horas, estão na Figura 1. Os dados de absorção foram descritos por uma equação potencial ($r^2 = 0,74$), enquanto que a de germinação, por uma equação logarítmica ($r^2 = 0,99$). Não foram verificadas diferenças significativas de absorção de água em função dos períodos crescentes de embebição, embora a germinação seja crescente de 0,5; 3,2 e 4,5%. Considerando a média de germinação de 2,7%, pode-se aceitar como suficiente um período de embebição das sementes de seis horas, após o que não ocorrerá ganhos significativos de germinação, correspondendo a uma absorção média do seu peso em água de 23,1%.

Os níveis de germinação podem ser considerados baixos e, embora não se confirme, segundo resultados de germinação das sementes aéreas e subterrâneas obtidos por Walker & Evenson (1985b), para semelhantes níveis de germinação, a retirada do tegumento resultou numa germinação de quase 100%. Os mesmos autores também encontraram diferenças de germinação entre sementes grandes e pequenas dependendo da origem das sementes, bem como, em função do seu ano de produção, ou então, devido a diferentes efeitos de superação da dormência (temperatura, luz).

Os resultados obtidos diferem daqueles obtidos com outras sementes, como de *Brachiaria plantaginea*, que mostraram aumentos progressivos de germinação com o aumento dos períodos de embebição (Freitas et al., 1990 e Voll et al., 1997). Em *Ipomoea aristolochiaefolia* (Mikusinski, 1987) com um progressivo aumento de absorção de água e, somente após um período 24 horas e 72% de absorção de água ocorreu a germinação, que não foi alterada com o maior período de embebição. *Bidens pilosa* L. apresentou redução na ger-

minação com o aumento dos períodos de embebição (Reedy & Singh, 1992), enquanto que sementes de *Digitaria sanguinalis* não apresentaram problemas de germinação relacionados à absorção de água (Gianfagna & Pridham (1951). Ocorre, portanto, ampla gama de fatores em outras espécies que podem determinar seu nível de germinação.

Na Figura 2 observa-se a evolução da condutividade elétrica e da germinação das sementes aéreas de trapoeraba, em função do período de embebição. Com seis horas de embebição, observou-se o nível de condutividade elétrica de 4,2 μ A e com 48 horas o nível de 7,4 μ A. Os níveis de lixiviação eletrolítica das sementes foram aumentando logaritmicamente, em função do período de embebição das sementes ($r^2 = 0,99$), à semelhança da germinação.

Na Figura 3-A observa-se a relação de certo modo inversa ao esperado entre os níveis de condutividade elétrica e a absorção de água das sementes. Na Figura 3-B, a absorção de água e a germinação apresentaram menor associação, enquanto que, na Figura 4, observa-se que a associação entre a

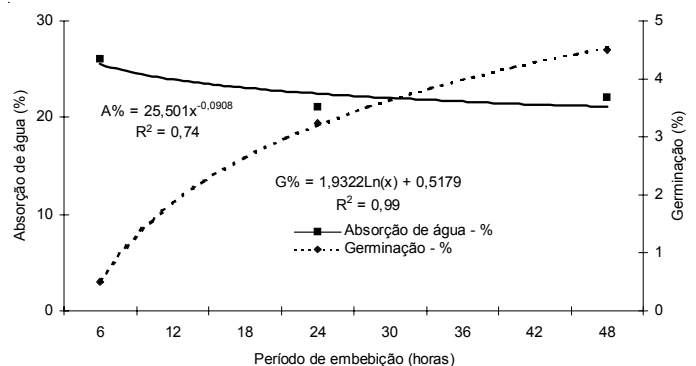


FIG. 1. Absorção de água (A) e germinação (G) de sementes aéreas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

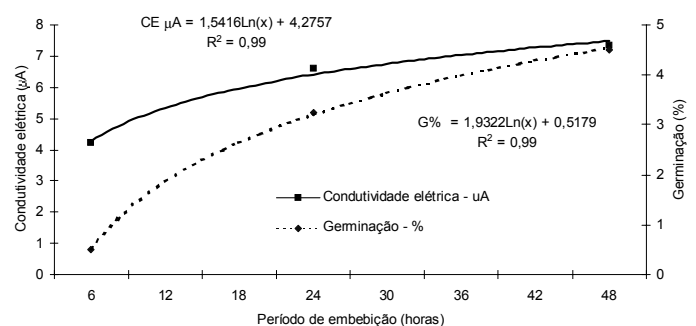


FIG. 2. Condutividade elétrica (CE) e germinação (G) de sementes aéreas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

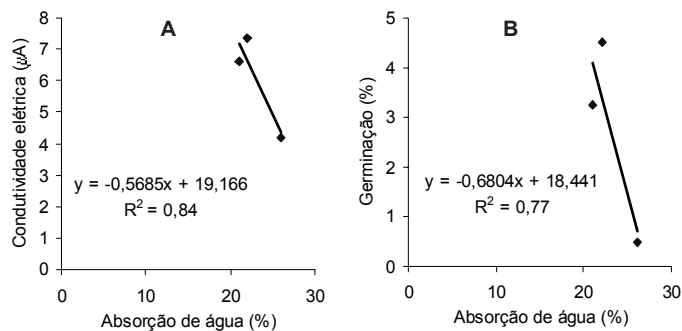


FIG. 3. Grau de associação entre níveis de absorção de água e condutividade elétrica (A) e germinação (B) de sementes aéreas de trapoeraba, em função de período de embebição.

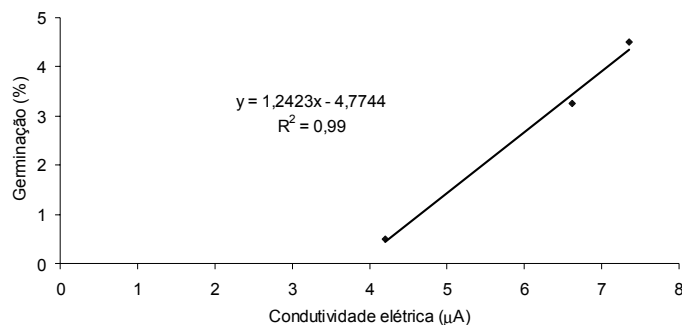


FIG. 4. Grau de associação entre níveis de condutividade elétrica e germinação de sementes aéreas de trapoeraba, em função do período de embebição.

condutividade elétrica e a germinação é alta (quase de 100%). No caso, observa-se que a condutividade elétrica representa melhor o nível de germinação do que a embebição.

Na Figura 5 encontram-se as curvas de velocidade de germinação diária das sementes aéreas de trapoeraba, em função dos períodos de seis, 24 e 48 horas. O período de germinação diária das sementes iniciou no sexto dia e encerrou no décimo segundo dia, com a estabilização do processo. As porcentagens diárias de germinação das sementes foram baixas. Na Figura 6 a germinação cumulativa indicou que nos períodos de 24 e 48 horas ocorreram maiores porcentagens de germinação. O maior índice de velocidade de germinação para as sementes aéreas correspondeu ao período de embebição de 24 e 48 horas.

Os resultados de absorção de água e da germinação das sementes subterrâneas de trapoeraba, em função dos períodos de embebição de seis, 24 e 48 horas, estão na Figura 7. A absorção de água para as sementes subterrâneas está representada por uma equação linear ($r^2 = 0,98$). Os dados de germinação não estão associados com os períodos de embebição, apresentando uma tendência negativa. Os períodos de embebição de seis, 24 e 48 horas, evoluíram com os níveis de absorção de água, de 22,9; 26,8 e 30,0%, mas com variações não significativas para germinações de 26,5; 20,5 e 29,0%,

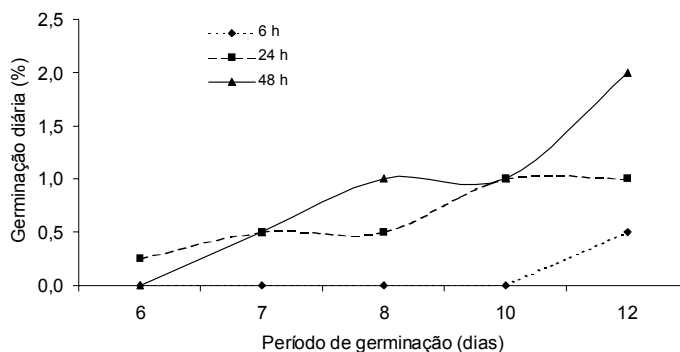


FIG. 5. Curvas de germinação diária de sementes aéreas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

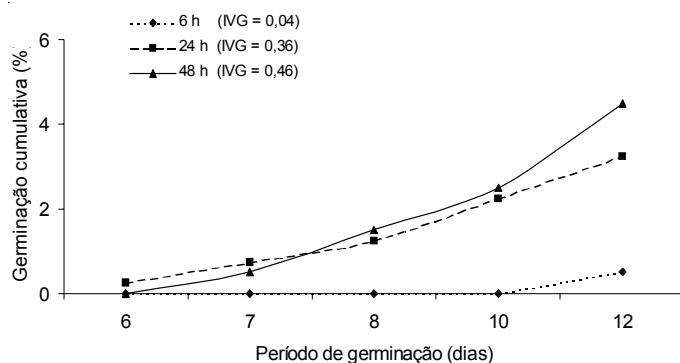


FIG. 6. Curvas de germinação cumulativa e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes aéreas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

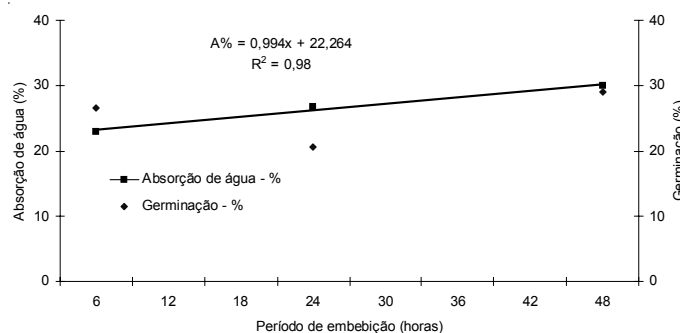


FIG. 7. Absorção de água (A) e germinação de sementes subterrâneas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

minação não estão associados com os períodos de embebição, apresentando uma tendência negativa. Os períodos de embebição de seis, 24 e 48 horas, evoluíram com os níveis de absorção de água, de 22,9; 26,8 e 30,0%, mas com variações não significativas para germinações de 26,5; 20,5 e 29,0%,

respectivamente. Considerando a média de germinação de 25,3%, pode-se aceitar como suficiente um período de embebição das sementes de seis horas, após o que não ocorrerá ganhos significativos de germinação, correspondendo a uma absorção média do seu peso em água de 26,6%.

Na Figura 8 observa-se a condutividade elétrica e a germinação das sementes subterrâneas de trapoeraba, em função do período de embebição. Com seis horas de embebição observou-se o nível de condutividade elétrica de 10,4μA e com 48 horas o de 16,0μA. Os níveis de lixiviação eletrolítica das sementes aumentaram linearmente, em função do período de embebição das sementes ($r^2= 0,99$), enquanto que os índices de germinação apresentaram variação não significativa.

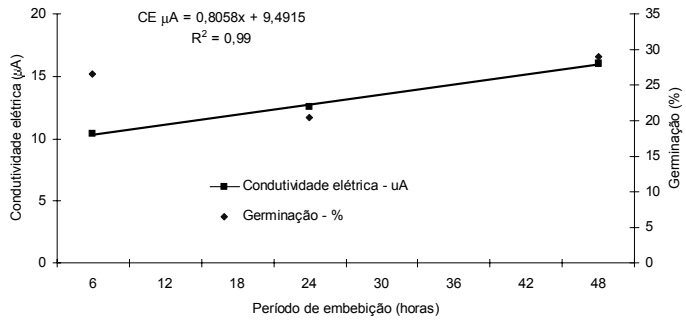


FIG. 8. Condutividade elétrica (CE) e germinação de sementes subterrâneas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

Na Figura 9-A observa-se um significativo grau de associação ($r^2= 0,97$) entre a evolução da condutividade elétrica e do teor de absorção de água, em função do período de embebição para as sementes subterrâneas. Por sua vez, na Figura 9-B a absorção de água e a germinação apresentam baixo ou nenhum grau de associação. Na Figura 10 também não ocorre associação entre a condutividade elétrica e a germinação.

Na Figura 11 encontram-se as curvas de germinação diária das sementes subterrâneas de trapoeraba, em função dos períodos de seis, 24 e 48 horas. O período de germinação diária das sementes iniciou no sexto dia e encerrou no décimo quarto dia, com a estabilização do processo. As maiores porcentagens de germinação diária das sementes foram verificadas no sétimo e no décimo dia após o início da semeadura, para o período de 24 horas de embebição, enquanto que para os períodos de seis e de 48 horas foram no sexto e no décimo dias, respectivamente.

Na Figura 12 a germinação cumulativa das sementes subterrâneas mostrou pequenas variações diárias, de modo que o

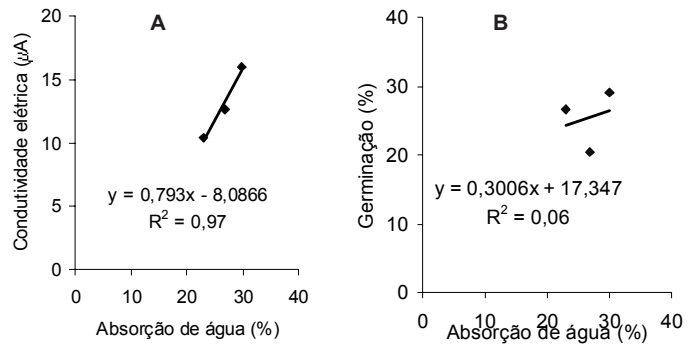


FIG. 9. Grau de associação entre níveis de absorção de água e condutividade elétrica (A) e germinação (B) de sementes subterrâneas de trapoeraba, em função do período de embebição.

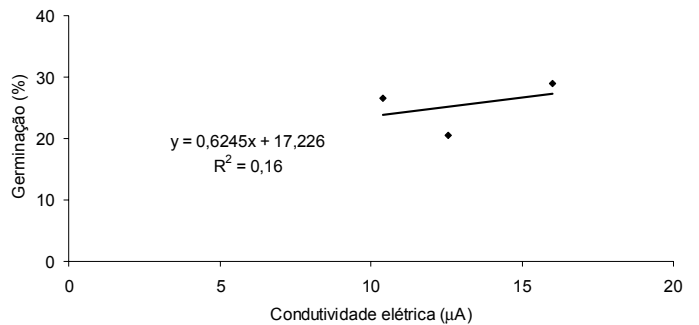


FIG. 10. Grau de associação entre níveis de condutividade elétrica e germinação de sementes subterrâneas de trapoeraba, em função do período de embebição.

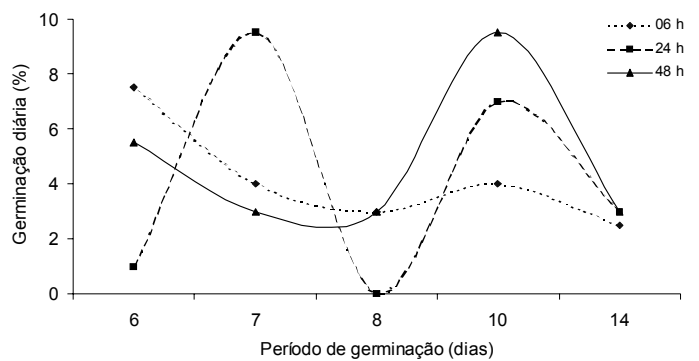


FIG. 11. Curvas de germinação diária de sementes subterrâneas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

índice de velocidade de germinação não apresentou diferenças significativas entre os diferentes períodos de embebição.

Sementes aéreas de trapoeraba apresentaram baixa associação dos dados entre os períodos de embebição e os ní-

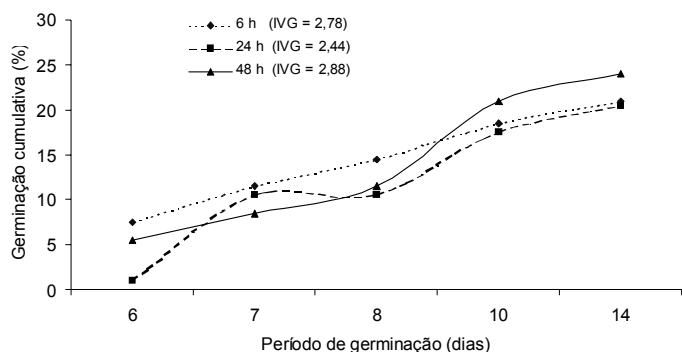


FIG. 12. Curvas de germinação cumulativa e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes subterrâneas de trapoeraba, em função de diferentes períodos de embebição.

veis de absorção de água (%), ao contrário das sementes subterrâneas. No entanto, a germinação das sementes aéreas (média de 2,7%) apresentou alta associação com os períodos de embebição, não ocorrendo a mesma para as sementes subterrâneas (média de 25,3%), com níveis semelhantes de absorção de água (%) nos períodos. Segundo Walker & Evenson (1985b) as sementes aéreas ou subterrâneas de trapoeraba (pequenas ou grandes) são impedidas de germinar em função do tegumento duro que apresentam.

Em relação à condutividade elétrica, os dois tipos de sementes apresentam alto grau de associação com os períodos de embebição, em que o índice das sementes aéreas (7,4 μ A) é menor do que a das sementes subterrâneas (16,0 μ A), após 48 horas de embebição. Para as sementes aéreas o grau de associação da condutividade elétrica com os períodos de embebição ($r^2 = 0,99$), com os níveis de absorção de água ($r^2 = 0,84$) - este de modo inverso ao esperado - e com a germinação ($r^2 = 0,99$) são altas. Para as sementes subterrâneas o grau de associação da condutividade elétrica com os períodos de embebição ($r^2 = 0,99$) e com os níveis de absorção de água ($r^2 = 0,97$) são igualmente altas, enquanto que com a germinação ($r^2 = 0,16$) é baixa, ou não ocorre, em função de que o nível de germinação não respondeu significativamente a maiores absorções de água nos períodos de embebição.

Os índices de velocidade de germinação das sementes aéreas foram menores do que os das sementes subterrâneas, acompanhando os respectivos percentuais de germinação. Para o período de 48 horas de embebição das sementes, os respectivos índices de 0,46 e 2,88, acompanharam os níveis máximos de germinação de 4,5 e 29,0%. Os períodos de embebição não induziram diferenças significativas entre os níveis de germinação, sendo que o período de embebição de

seis horas já foi capaz de resultar na germinação final das sementes, havendo certa similaridade com o trabalho de Mikusinski (1987), com a espécie *Ipomoea aristolochiaefolia*.

Avaliações prévias de infestações de plantas daninhas que constituirão os bancos de sementes de uma lavoura seriam úteis para fins de previsão de manejo de uma cultura. Testes de avaliação da germinação de sementes colhidas, conduzidos em germinadores ou condutivímetros, poderiam ser usados, considerando facilidades de obtenção de informações e complementaridade. Sabe-se também que a produção de sementes duras em certos anos pode ser aumentada por condições ambientais desfavoráveis (Stoller & Wax, 1973), influenciando sobre uma estimativa de germinação de um banco de sementes no solo ao longo do tempo.

CONCLUSÕES

- ♦ A germinação e a velocidade de germinação das sementes aéreas de trapoeraba são menores do que as das sementes subterrâneas, nos mesmos períodos de embebição;
- ♦ as porcentagens de absorção de água das sementes aéreas e subterrâneas de trapoeraba são semelhantes;
- ♦ a condutividade elétrica é altamente associada aos períodos de embebição nas sementes aéreas e subterrâneas de trapoeraba; também altamente associada à germinação nas sementes aéreas e à absorção de água nas sementes subterrâneas.

AGRADECIMENTOS

Aos contribuintes desta publicação, de modo especial ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), nossos agradecimentos.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D. Viability and leaching of sugars from germinating barley. **Crop Science**, Madison, v.10, n.1, p.31-34, 1970.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seeds vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BUDD, G.D.; THOMAS, P.E.L. & ALLISON, J.C.S. Vegetative regeneration, depth of germination and seed dormancy in *Commelina benghalensis*. **Rhodesian Journal of Agricultural Research**, Salisbury, v.17, n.2, p.151-153, 1979.
- FREITAS, R.R.; CARVALHO, D.A. & ALVARENGA, A.A. Quebra de dormência e germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, n.2, p.31-35, 1990.

- GIANFAGNA, F.J. & PRIDHAM, A.M.S. Some aspects of dormancy and germination of crab grass. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Genova, v.58, n.1, p.291-297, 1951.
- HARPER, J.L. & BENTON, R.A. The germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. **Journal Ecology**, Washington, v.54, n.1, p.151-166, 1966.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. & HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LOEFFLER, T.M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. Lexington: University of Kentucky, 1981. 181p. (Dissertação Mestrado).
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal Seed Technology**, Lincoln, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum Ltda, 2000. 440p.
- MACHADO-NETO, J.G. & PITELLI, R.A. Profundidade de semeadura na emergência de amendoim-bravo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.11, p.1203-1208, 1988.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MAHESHWARI, P. & MAHESHWARI, J.K. Floral dimorphism in *Commelina forskalaei* Vahl and *C. benghalensis*. **Phytomorphology**, New Delhi, v.5, n.4, p.413-422, 1955.
- MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S.M. & SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MATHEUS, S. & POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (ed.). **Handbook of vigour test methods**. Zürich, ISTA, 1981. p.37-42.
- MIKUSINSKI, O.M. Teste de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.103-108, 1987.
- OSMAN, M.A.; RAJU, P.S. & REACOCK, J.M. The effect of soil temperature, moisture and nitrogen on seed germination, viability and emergence of sorghum (*Sorghum bicolor*). **Plant and soils**, Netherlands, v.131, n.2, p.265-273, 1991.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Seed Technology**, Lincoln, v.10, n.2, p.81-100, 1986.
- REEDY, K.N. & SINGH, M. Germination and emergence of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). **Weed Science**, Champaign, v.40, n.2, p.195-199, 1992.
- STOLLER, G.W. & WAX, L.M. Periodicity of germination and emergence of some annual weeds. **Weed Science**, Champaign, v.21, n.6, p.574-580, 1973.
- VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; QUINA, E. & KRZYZANOWSKI, F.C. Embebição e germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.58-61, 1997.
- WALKER, S.R. & EVENSON, J.P. Biology of *Commelina benghalensis* in south-eastern Queensland. 1. Growth, development and seed production. **Weed Research**, Oxford, v.25, n.4, p.239-244, 1985a.
- WALKER, S.R. & EVENSON, J.P. Biology of *Commelina benghalensis* in south-eastern Queensland. 2. Seed dormancy, germination and emergence. **Weed Research**, Oxford, v.25, n.4, p.245-250, 1985b.
- WILSON, A.K. Commelinaceae - A review of the distribution, biology and control of the important weeds belonging to this family. **Tropical Pest Management**, London, v.27, n.3, p.405-418, 1981.
- ZIMBDAHL, R.L.; MOODY, K.; LUBIGAN, R.T. & KASTIN, E.M. Patterns of weed emergence in tropical soil. **Weed Science**, Champaign, v.5, n.6, p.603-608, 1988.

