

# ÁREAS BÁSICAS

## INFLUÊNCIA DA LUZ E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE CINCO ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS DO GÊNERO *AMARANTHUS* <sup>(1)</sup>

SAUL JORGE PINTO DE CARVALHO <sup>(2\*)</sup>; PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI <sup>(3)</sup>

### RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas. O experimento foi desenvolvido durante 2005 em câmara de germinação e constou de uma combinação fatorial de quatro condições de germinação e cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. As quatro condições de germinação foram: fotoperíodo (8 horas de luz/16 horas de escuro) com alternância de temperatura (8 horas a 30 °C/16 horas a 20 °C), fotoperíodo com temperatura constante (25 °C), escuro com alternância de temperatura e escuro com temperatura constante. As espécies de plantas daninhas estudadas foram: *Amaranthus deflexus* (caruru-rasteiro), *A. hybridus* (caruru-roxo), *A. retroflexus* (caruru-gigante), *A. spinosus* (caruru-de-espinho) e *A. viridis* (caruru-de-mancha). Avaliou-se a germinação (%) aos 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias após semeadura, bem como, calculou-se o índice de velocidade de germinação das espécies. Os dados foram submetidos ao teste F na análise da variância, seguido do emprego de regressões não-lineares ou teste de Tukey a 5%. Constatou-se que a luz e a temperatura interferem na germinação de todas as espécies, em que as maiores taxas e velocidades de germinação foram obtidas em condição de fotoperíodo com alternância de temperatura (8 horas de luz a 30 °C/16 horas de escuro a 20 °C). Em condições menos favoráveis, *A. viridis* e *A. hybridus* obtiveram maiores taxas de germinação que as demais espécies. Em geral, *A. deflexus* e *A. spinosus* foram as espécies de plantas daninhas com os menores índices de velocidade de germinação.

**Palavras-chave:** caruru, velocidade de germinação, biologia, sementes.

### ABSTRACT

#### INFLUENCE OF LIGHT AND TEMPERATURE ON GERMINATION OF FIVE WEED SPECIES OF THE *AMARANTHUS* GENUS

This work was carried out with the objective of evaluating light and temperature influence on germination of five weed species. The experiment was accomplished during the year of 2005, in a germination chamber, and was constituted by a factorial combination of four germination conditions and five weed species of the *Amaranthus* genus. The four germination conditions were: photoperiod (8 hours of light/16 hours of dark) with alternating temperature (8 hours at 30 °C/16 hours at 20 °C), photoperiod at constant temperature (25 °C); dark at alternating temperature and dark at constant temperature. The weed species studied were: *Amaranthus deflexus*, *A. hybridus*, *A. retroflexus*, *A. spinosus* and *A. viridis*. The experimental design was randomized blocks with four replicates. Percentage of germination was evaluated at 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14 days after seeding. Also, the speed of germination rate was calculated for the species. Data were analyzed using the F test of the analyses of variance, followed by non-linear regressions or Tukey's test (5%). It was observed that light and temperature interfere with the germination of all *Amaranthus* species, and the highest germination and speed rates were reached in the condition of photoperiod and alternating temperature (8 hours of light at 30 °C/16 hours of dark at 20 °C). Using less favorable conditions, *A. viridis* and *A. hybridus* reached higher germination rates than the other species. In general, *A. deflexus* and *A. spinosus* were the species that exhibited the smallest speed of germination.

**Key words:** pigweed, speed of germination, biology, seeds.

<sup>(1)</sup> Parte da Dissertação do primeiro autor apresentada à ESALQ para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Recebido para publicação em 7 de abril de 2006 e aceito em 13 de abril de 2007.

<sup>(2)</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia da ESALQ/USP - Bolsista FAPESP. E-mail: sjpcarvalho@yahoo.com.br  
(\* Autor correspondente.

<sup>(3)</sup> Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, Caixa Postal 09, 13418-900 Piracicaba (SP). E-mail: pjchrist@esalq.usp.br

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo FERNÁNDEZ (1982), uma das maiores limitações aos programas de manejo integrado de plantas daninhas é a carência de conhecimentos sobre a biologia e ecologia dessas plantas. Esses conhecimentos são considerados essenciais para o desenvolvimento de sistemas de manejo viáveis econômica e ambientalmente (BHOWMIK, 1997); uma vez que o grau de interferência das plantas daninhas sobre as culturas está diretamente relacionado com características próprias da comunidade infestante, tais como: composição específica, densidade e distribuição espacial (BLEASDALE, 1960).

O banco de sementes dos agroecossistemas contém densidades variáveis e geralmente elevadas de sementes de diversas espécies de plantas daninhas (FORCELLA et al., 1992; CHRISTOFFOLETI e CAETANO, 1998). O conhecimento de aspectos relacionados aos fluxos de emergência, causas de dormência e a profundidade máxima que possibilita a germinação das plantas daninhas permitem a correta adoção das práticas de manejo, como por exemplo, a aplicação de meios mecânicos, associados ou não a métodos químicos de controle (BRIGHENTI et al., 2003).

Uma das formas de avaliar as características da emergência das plantas daninhas é comparar a seqüência de germinação relativa, bem como a taxa de germinação das diferentes espécies (STECKEL et al., 2004). A germinação das sementes é regulada pela interação das condições ambientais e seu estado de aptidão fisiológica, em que cada espécie de planta exige um conjunto de requerimentos ambientais necessários para a germinação de suas sementes, tais como: disponibilidade de água, luz, temperatura e profundidade de semeadura. Caso as condições não sejam as ideais para a germinação, as sementes podem permanecer viáveis nos solos por longos períodos (CARMONA, 1992; KOGAN, 1992; STECKEL et al., 2004).

Dentre as espécies de plantas daninhas, aquelas pertencentes ao gênero *Amaranthus* são observadas com elevada frequência infestando as áreas agrícolas, onde populações mistas, constituídas por duas ou mais espécies, são comuns (HORAK e LOUGHIN, 2000). Ainda, a problemática causada pelas plantas daninhas do gênero *Amaranthus* pode ser agravada, visto que são de alta produção e viabilidade de sementes (até 500.000 em plantas de grande porte), extenso período de germinação, relativamente rápido de crescimento e dificuldade de identificação das plantas quando a aplicação dos herbicidas é mais eficaz (AHRENS et al., 1981; KISSMANN e GROTH, 1999; HORAK e LOUGHIN, 2000).

O conhecimento das características biológicas bem como a habilidade de prever a germinação das sementes das plantas daninhas do gênero *Amaranthus* sob diferentes condições ambientais são informações importantes, com diversas aplicações nos sistemas de manejo como, por exemplo, a predição do momento ótimo para a aplicação de herbicidas em pós-emergência (GUO e AL-KHATIB, 2003). Neste contexto, este trabalho teve o objetivo de avaliar a influência da luz (fotoperíodo ou escuro) e da temperatura (alternância ou constância) na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP), em 2005. Constituiu-se de um esquema fatorial 4 x 5, combinando quatro diferentes condições de germinação (luz e temperatura) e cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. As condições de germinação utilizadas foram: fotoperíodo com alternância de temperatura, fotoperíodo com temperatura constante, escuro com alternância de temperatura e escuro com temperatura constante. O fotoperíodo utilizado foi o de 8 horas de luz e 16 horas de escuro, a alternância de temperatura foi de 8 horas a 30 °C e 16 horas a 20 °C e a temperatura constante foi de 25 °C. Portanto, a condição de fotoperíodo com alternância de temperatura constou da combinação de 8 horas de luz a 30 °C com 16 horas de escuro a 20 °C.

As espécies de plantas daninhas estudadas foram: *A. deflexus* (caruru-rasteiro), *A. hybridus* (caruru-roxo), *A. retroflexus* (caruru-gigante), *A. spinosus* (caruru-de-espinho) e *A. viridis* (caruru-de-mancha). Todas as amostras de propágulos foram previamente submetidas a testes de germinação com o objetivo selecionar as amostras do trabalho. A escolha baseou-se em níveis mínimos de 60% de germinação em condições controladas (8 horas de luz a 30 °C/16 horas de escuro a 20 °C). As amostras das espécies *A. hybridus*, *A. spinosus* e *A. viridis* foram adquiridas comercialmente, enquanto amostras de *A. deflexus* e *A. retroflexus* foram coletadas em infestações presentes em área da ESALQ/USP, Piracicaba, SP (*A. deflexus*) e em área agrícola do município de Miguelópolis, SP (*A. retroflexus*). No experimento, foram utilizadas sementes de *A. hybridus*, *A. retroflexus* e *A. viridis*, e frutos de *A. deflexus* e *A. spinosus*, respeitando-se a principal forma de dispersão das espécies.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, o que correspondeu a 80 parcelas. Os blocos foram organizados nas prateleiras de duas câmaras de germinação. As parcelas constituíram-se de caixas plásticas transparentes (0,11 x 0,11 x 0,03 m) contendo 50 sementes ou frutos de *Amaranthus* dispostos sobre duas folhas de papel mata-borrão (0,105 x 0,105 m) e o volume de água aplicado correspondeu a duas vezes e meia a massa total do papel seco. A condição de escuro foi obtida envolvendo-se as caixas plásticas com papel alumínio logo após a sementeira.

Para as condições de germinação com fotoperíodo, avaliou-se a germinação percentual das sementes aos 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias após sementeira (DAS), bem como, calculou-se o índice da velocidade de germinação (IVG) das espécies (MAGUIRE, 1962), para cada repetição, de modo que permitisse a aplicação de um teste de comparações múltiplas. Por sua vez, a avaliação das condições de germinação com escuro foi realizada apenas aos 14 DAS, a fim de evitar a entrada de luz nas parcelas, o que poderia comprometer os resultados. Para esta condição não foi possível calcular o IVG. Em todos os casos, considerou-se germinada toda semente que tivesse comprimento de radícula superior a 2,0 mm (CARVALHO et al., 2004; STECKEL et al., 2004).

Os resultados foram submetidos à análise da variância com aplicação do teste F. Em seguida, as variáveis qualitativas (espécies e condições de germinação) foram comparadas com a aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade sobre a decomposição fatorial, enquanto as variáveis quantitativas (avaliações) foram ajustadas ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico proposto por STREIBIG (1988):

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Em que:  $y$  é a variável resposta de interesse,  $x$  é o número de dias acumulados e  $a$ ,  $b$ , e  $c$  são parâmetros estimados da equação, de tal forma que  $a$  é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável,  $b$  é o ponto de inflexão da curva e corresponde ao número de dias necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e  $c$  é a declividade da curva ao redor de  $b$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do teste F na análise da variância indicou a significância das causas de variação relacionadas às espécies, às condições de germinação e, principalmente, às interações destes, para todas as variáveis. A germinação (%) das diferentes espécies, quando submetidas aos diferentes regimes de luz e temperatura, está apresentada na tabela 1.

A condição de fotoperíodo com alternância de temperatura foi a mais adequada para o desenvolvimento do processo germinativo das cinco espécies de *Amaranthus*, não ocorrendo diferenças inter-específicas significativas para essa condição de germinação. A exceção foi *A. viridis*, para o qual este regime não se diferenciou da combinação de escuro com alternância de temperatura (Tabela 1). Estes resultados podem estar relacionados com a condução do teste de seleção das amostras que padronizou a qualidade de germinação e contribuiu para maior validação dos demais resultados.

**Tabela 1.** Influência da luz (fotoperíodo de 8 horas de luz/16 horas de escuro) e da temperatura na germinação (%) de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*, avaliada aos 14 DAS. Piracicaba, 2005

Espécies	Alternância de 20 - 30 °C		Constância de 25 °C	
	Fotoperíodo	Escuro	Fotoperíodo	Escuro
<i>A. deflexus</i>	67,8 A a	27,8 B b	34,5 B b	4,5 B c
<i>A. hybridus</i>	76,0 A a	53,0 A b	50,0 A b	36,0 A c
<i>A. retroflexus</i>	76,5 A a	38,0 B b	32,0 B b	12,5 B c
<i>A. spinosus</i>	76,5 A a	34,5 B b	23,5 B b	5,5 B c
<i>A. viridis</i>	69,0 A a	63,0 A a	49,5 A b	43,5 A b
CV(%) = 13,55	F <sub>(esp x trat)</sub> = 9,04*		DMS <sub>(linha)</sub> = 11,08	DMS <sub>(coluna)</sub> = 11,80

\* Valor de F significativo ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas ou minúsculas iguais nas linhas, não diferem entre si ao teste de Tukey, com 5% de significância.

Nas condições de ausência de luz ou de temperatura constante, *A. viridis* e *A. hybridus* foram as espécies que mantiveram os maiores níveis de germinação percentual, sempre significativamente maiores que os demais. A condição que proporcionou a menor germinação de todas as espécies foi a combinação de escuro com temperatura constante, exceto, também, para *A. viridis* para o qual este regime não diferenciou da combinação de fotoperíodo com temperatura constante (Tabela 1). Vale ressaltar que, mesmo para a condição que foi menos favorável, *A. viridis* e *A. hybridus* ainda apresentaram níveis razoáveis de germinação, bastante superiores às demais espécies do gênero. Essa característica pode favorecer o desenvolvimento das espécies *A. viridis* e *A. hybridus* em diferentes condições de ambiente.

Verificou-se pela tabela 1 que os efeitos da luz e da temperatura podem ser aditivos, visto que a condição de escuro com temperatura constante obteve a germinação mais baixa; as condições de fotoperíodo com temperatura constante ou escuro com alternância de temperatura proporcionaram germinações intermediárias; e a combinação de fotoperíodo com alternância de temperatura promoveu a germinação mais elevada. Também GALLAGHER e CARDINA (1998) observaram que a necessidade de *A. retroflexus* por luz foi mais pronunciada a 20 °C que a 30 °C, concordando

tanto com os resultados observados no presente estudo quanto com os valores obtidos por TAYLORSON e HENDRICKS (1969).

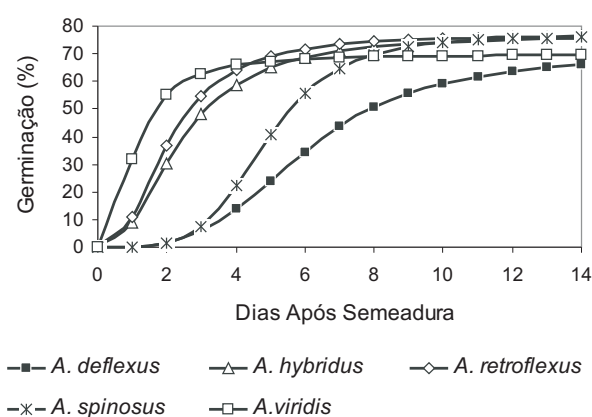
Na tabela 2 estão apresentados os parâmetros do modelo logístico proposto por STREIBIG (1988), ajustados para cada espécie de *Amaranthus* quando submetida às duas condições de temperatura de germinação. Esses parâmetros foram utilizados na elaboração das figuras 1 e 2, apresentando elevado coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que indica qual a relação de significância entre os dados observados e os dados ajustados à equação proposta.

Na figura 1 está representada a germinação das espécies em função do tempo, em condição de fotoperíodo com alternância de temperatura. Nota-se que as porcentagens finais obtidas para cada espécie estão próximas e, conforme foi discutido anteriormente, não houve diferenças estatísticas; no entanto, na forma das curvas notam-se diferenças entre as espécies. A análise conjunta da figura 1 e da tabela 2, principalmente em função do parâmetro *b* do modelo, que corresponde ao número de dias necessários à obtenção de 50% de resposta da variável, caracteriza dois grupos com velocidade de germinação diferentes, em que *A. viridis*, *A. retroflexus* e *A. hybridus* germinaram mais rapidamente que *A. spinosus* e *A. deflexus*.

**Tabela 2.** Parâmetros do modelo logístico <sup>(1)</sup> e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos para a germinação das espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* em condição de fotoperíodo (8 horas de luz/16 horas de escuro) e dois regimes térmicos. Piracicaba, 2005

Espécie	Parâmetros			
	a	b	c	$R^2$
Alternância de 20 - 30 °C				
<i>A. deflexus</i>	69,830	6,040	-3,411	0,998
<i>A. hybridus</i>	76,879	2,407	-2,305	0,999
<i>A. retroflexus</i>	79,981	2,074	-2,460	0,998
<i>A. spinosus</i>	79,576	4,848	-4,580	0,999
<i>A. viridis</i>	69,743	1,091	-2,177	0,995
Constância de 25 °C				
<i>A. deflexus</i>	37,736	6,136	-2,817	0,997
<i>A. hybridus</i>	51,669	1,851	-1,717	0,999
<i>A. retroflexus</i>	26,075	2,302	-2,776	0,993
<i>A. spinosus</i>	23,599	5,144	-3,864	0,999
<i>A. viridis</i>	50,027	1,116	-2,515	0,994

<sup>(1)</sup> Modelo:  $y = a/(1+(x/b)^c)$ ; em que *y* é a germinação (%), *x* é o número de dias acumulados, *a* é a amplitude da variável, *b* é o ponto que corresponde ao número de dias necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e *c* é a declividade da curva ao redor de *b*.  $R^2$  é o coeficiente de determinação.



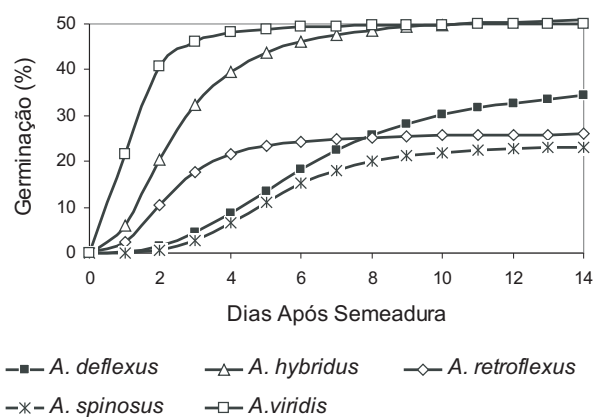
**Figura 1.** Germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* em condição de fotoperíodo (8 horas de luz/16 horas de escuro) com alternância de temperatura (20 - 30 °C).  $DMS_{(espécies)} = 9,96$ . Piracicaba, 2005.

A germinação mais rápida de *A. viridis*, *A. retroflexus* e *A. hybridus* pode estar relacionada com a forma predominante de dispersão dessas espécies e de sua aplicabilidade neste experimento, que é basicamente por meio de sementes, enquanto *A. deflexus* e *A. spinosus*, em geral, disseminam-se por meio de frutos. Possivelmente, a embebição do pericarpo dos frutos e posteriormente do tegumento das sementes é um processo mais lento que o simples estímulo direto ao tegumento das sementes.

Na figura 2 está representada a germinação das espécies em condição de fotoperíodo com temperatura constante. Neste caso, são observadas diferenças significativas também na porcentagem final da germinação das espécies, em concordância com o que é apresentado na Tabela 1. Ainda, a interpretação conjunta da figura 2 e do parâmetro *b* da equação (Tabela 2) caracteriza as espécies *A. viridis* e *A. hybridus* como as mais aptas a germinar nessa condição, diferenciando-se, inclusive, de *A. retroflexus*.

Em condições naturais, ou seja, no solo, dificilmente são identificadas temperaturas constantes. Em casos mais específicos, como em sistemas de plantio direto, cultivo mínimo ou colheita de cana-de-açúcar sem queima prévia (sistemas conservacionistas), por vezes, tem-se apenas a redução da amplitude de temperaturas no solo, de modo que os resultados deste trabalho podem auxiliar na previsão da germinação-emergência das plantas daninhas do gênero *Amaranthus* nestas áreas agrícolas.

Os índices de velocidade de germinação calculados para as cinco espécies de plantas daninhas, quando germinadas em condição de alternância ou constância de temperatura, estão apresentados na tabela 3. Estes dados corroboram a



**Figura 2.** Germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* em condição de fotoperíodo (8 horas de luz/16 horas de escuro) com temperatura constante (25 °C).  $DMS_{(espécies)} = 8,11$ . Piracicaba, 2005.

discussão anterior, em que a ordem de velocidade de germinação, para a condição de alternância de temperatura, foi: *A. viridis* > *A. retroflexus* = *A. hybridus* > *A. spinosus* = *A. deflexus*. Para a condição de temperatura constante, a ordem da velocidade de germinação foi: *A. viridis* > *A. hybridus* > *A. retroflexus* = *A. deflexus* = *A. spinosus*. Dentre os regimes estudados, em todas as espécies de plantas daninhas ocorreram maiores índices de velocidade de germinação em condição de fotoperíodo com alternância de temperatura, que é a condição predominante em campo, ou seja, as espécies estão aptas a germinar na maioria das situações agronômicas.

Outros autores também observaram o efeito do ambiente na germinação de espécies de *Amaranthus* (GALLAGHER e CARDINA, 1998; GUO e AL-KHATIB, 2003; STECKEL et al., 2004). Em geral, os trabalhos evidenciam maiores níveis e velocidades de germinação dessas plantas daninhas em condição de alternância de temperatura, sobretudo quando a alternância foi realizada ao redor de 20, 25 ou 30 °C, inclusive para as espécies *A. hybridus* e *A. retroflexus* (ENGELHARDT et al., 1962; ORYOKOT et al., 1997; GUO e AL-KHATIB, 2003; STECKEL et al., 2004). Foi observado ainda, que *A. spinosus* foi mais sensível que *A. hybridus* e *A. retroflexus* na condição de temperatura constante (STECKEL et al., 2004).

Os resultados deste trabalho podem contribuir para a previsão da germinação/ emergência dessas espécies de plantas daninhas nas diferentes condições agrícolas, bem como para o desenvolvimento de modelos matemáticos mais complexos que contribuam para a compreensão da realidade agrícola. A capacidade de prever a infestação de plantas daninhas auxilia na decisão quanto à forma e ao método do controle ou manejo a ser utilizado, inclusive na escolha do herbicida e do melhor momento de aplicação.

**Tabela 3.** Índice de velocidade de germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* em condição de fotoperíodo (8 horas de luz/16 horas de escuro) e dois regimes térmicos. Piracicaba, 2005.

Espécies	Regimes térmicos		
	Alternância de 20 - 30 °C	Constância de 25 °C	
<i>A. deflexus</i>	10,4 C a	5,5 CD b	
<i>A. hybridus</i>	24,7 B a	18,4 B b	
<i>A. retroflexus</i>	26,8 B a	8,4 C b	
<i>A. spinosus</i>	13,5 C a	4,0 D b	
<i>A. viridis</i>	31,4 A a	22,9 A b	
C.V.(%) = 10,72	F <sub>(esp x trat)</sub> = 17,64*	DMS <sub>(linha)</sub> = 2,58	DMS <sub>(coluna)</sub> = 3,68

\* Valor de F significativo ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna ou minúsculas iguais na linha, não diferem entre si ao teste de Tukey, com 5% de significância.

#### 4. CONCLUSÕES

1. As espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* responderam diferentemente aos efeitos da luz e da temperatura na germinação, em que as maiores taxas e velocidades de germinação foram obtidas em condição de fotoperíodo com alternância de temperatura (8 horas de luz a 30 °C/16 horas de escuro a 20 °C).

2. Em condições menos favoráveis, *A. viridis* e *A. hybridus* obtiveram maiores taxas de germinação que as demais espécies.

3. Em geral, *A. deflexus* e *A. spinosus* foram as espécies com os menores índices de velocidade de germinação.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos concedida ao primeiro autor para a realização do curso de mestrado em agronomia.

#### REFERÊNCIAS

AHRENS, W.H.; WAX, L.M.; STOLLER, E.W. Identification of triazine-resistant *Amaranthus* spp. **Weed Science**, Champaign, v.29, p.345-348, 1981.

BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1960. p.133-142.

BHOWMIK, P.C. Weed biology: importance to weed management. **Weed Science**, Lawrence, v.45, p.349-356, 1997.

BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.229-237, 2003.

CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Brasília, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.

CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; MOYSÉS, T.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Identificação de biótipos de *Bidens* spp. resistentes aos inibidores da ALS através de teste germinativo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.3, p.411-417, 2004.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CAETANO, R.S.X. Soil seed banks. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n. especial, p.74-78, 1998.

ENGELHARDT, M.; VINCENTE, M.; SILBERSCHMIDT, K. The stimulating effect of light and potassium nitrate on the germination of seeds of *Amaranthus hybridus* L. **Revista Brasileira de Biologia**, Campinas, v.22, p.1-7, 1962.

FERNÁNDEZ, O.A. Manejo integrado de malezas. **Planta Daninha**, Campinas, v.5, n.2, p.69-75, 1982.

FORCELLA, F.; WILSON, R.G.; RENNER, K.A.; DEKKER, J.; HARVEY, R.G.; ALM, D.A.; BUHLER, D.D.; CARDINA, J. Weed seedbanks of the U.S. corn-belt: magnitude, variation, emergence and application. **Weed Science**, Champaign, v.40, p.634-644, 1992.

GALLAGHER, R.S.; CARDINA, J. Phytochrome-mediated *Amaranthus* germination. I. Effect of seed burial and germination temperature. **Weed Science**, Lawrence, v.46, p.48-52, 1998.

GUO, P.; AL-KHATIB, K. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*). **Weed Science**, Lawrence, v.51, p.869-875, 2003.

HORAK, M.J.; LOUGHIN, T.M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. **Weed Science**, Lawrence, v.48, p.347-355, 2000.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. v.2. 2ªed. São Paulo: BASF, 1999. 978p.

KOGAN, M.A. **Malezas**; Ecofisiologia y estratégias de control. Santiago: Pontificia Universidad Católica, 1992. 402p.

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

ORYOKOT, J.O.E.; MURPHY, S.D.; THOMAS, A.G.; SWANTON, C.J. Temperature- and moisture-dependent models of seed germination and shoot elongation in green and redroot pigweed (*Amaranthus powellii*, *A. retroflexus*). **Weed Science**, Lawrence, v.45, p.488-496, 1997.

STECKEL, L.E.; SPRAGUE, C.L.; STOLLER, E.W.; WAX, L.M. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. **Weed Science**, Lawrence, v.52, p.217-221, 2004.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, Oxford, v.28, n.6, p.479-484, 1988.

TAYLORSON, R.B.; HENDRICKS, S.B. Action of phytochrome during prechilling of *Amaranthus retroflexus* L. seeds. **Plant Physiology**, v.44, p.821-8245, 1969.