



Queila de Souza Garcia

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)

Queila de Souza Garcia

e aprovada pela Comissão Julgadora

Rosely Rocha Sharif. 28/9/92.

Dormência e germinação em aquênios de

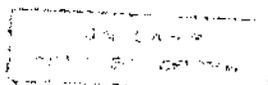
Acanthospermum hispidum

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de
Campinas para a obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas na área de
Biologia Vegetal.

Orientador: Rosely Rocha Sharif

Campinas

1992



Tudo tem o seu tempo determinado e há tempo para todo o propósito debaixo do céu. Eclesiastes 3:1.

Aos meus pais,
por me ensinarem o caminho.

A Fabio,
por caminhar comigo.

AGRADECIMENTOS

À Dr^a Rosely Rocha Sharif, pela orientação.

Ao Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho, pela sugestão da espécie e ao Dr. Flávio A. Maes dos Santos, pelas informações sobre a mesma, que foram fundamentais para o delineamento deste trabalho.

À Dr^a Neide Maria Cordeiro Lucas, por ter me contagiado com sua paixão pela Fisiologia Vegetal e me ensinado os fundamentos da pesquisa científica, pela orientação segura, incentivo e amizade.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo, pela oportunidade de desenvolver os experimentos de fotoperíodo em suas dependências e à Dr^a Lilian Beatriz Penteado Zaidan pela orientação e auxílio nos mesmos.

Ao Dr. Gil Martins Felipe, Dr^a Lilian B. P. Zaidan e Dr^a Neide M. C. Lucas, pela leitura cuidadosa e sugestões apresentadas ao manuscrito por ocasião da análise prévia, que contribuíram para o enriquecimento do mesmo.

À Seção de Climatologia do Centro Experimental de Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, através do técnico agrícola Romilson C. M. Yamamura, pela concessão dos dados de temperatura e precipitação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

À família Perez Pombal, pelo apoio que me dispensaram por ocasião da minha chegada em Campinas e pelo carinho da sua amizade.

Ao João Henrique B. Vilalba, pelo apoio inicial e à Fernanda Klein Marcondes (Fer) pelo privilégio da sua companhia.

Aos colegas e amigos da UNICAMP e da UFMG, pelos momentos agradáveis.

Aos professores e funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal, pela convivência e auxílios prestados.

Aos amigos, os de longa data e os que fiz em decorrência deste trabalho, pelo carinho e paciência, que me proporcionam forças para seguir em frente.

À minha família, pelo apoio irrestrito, que me incentiva a perseverar sempre.

Ao meu companheiro, Fábio, pelo desenho do aquênio e o acabamento da tese. Pelo amor e amizade que tem me dedicado nesses anos, pela compreensão e estímulo, sem os quais teria sido muito mais difícil chegar até aqui.

SUMARIO

I. INTRODUÇÃO	1
II. MATERIAL E MÉTODOS	6
1. Material vegetal ..	6
2. Determinação do teor de umidade	6
3. Curva de embebição	6
4. Método geral de germinação	8
5. Luz	8
5.1. Vermelho	9
5.2. Vermelho-extremo	9
5.3. Irradiação	10
6. Temperatura	10
7. Temperaturas de armazenamento	10
8. Determinação da viabilidade	10
9. Quebra de dormência	11
9.1. Escarificação	11
9.2. Lixiviação	11
9.3. Temperatura	11
9.4. Estratificação	12
9.5. Incubação no escuro	12
9.6. Reguladores de crescimento	12
9.7. Choques de temperatura alta	13
9.8. Fotoperíodo	13
9.9. Armazenamento	13
10. Fotoperíodo durante a produção dos aquênios	14
10.1. Cultivo das plantas	14
10.2. Germinação	14
11. Análise estatística	15
12. Dados meteorológicos	15

III. RESULTADOS	16
1. Embebição	16
2. Comportamento germinativo	16
2.1. Luz	20
2.2. Temperatura	23
2.3. Temperaturas de armazenamento	23
2.4. Viabilidade e cor dos aquênios	27
3. Quebra de dormência	28
3.1. Escarificação	28
3.2. Lixiviação	28
3.3. Temperatura	28
3.4. Incubação no escuro	30
3.5. Estratificação	32
3.6. Reguladores de crescimento	32
3.7. Choques de temperatura alta	34
3.8. Fotoperíodo	35
3.9. Armazenamento	35
4. Fotoperíodo durante a produção dos aquênios	37
IV. DISCUSSÃO	40
V. RESUMO	52
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

I. INTRODUÇÃO

Plantas respondem ao ambiente através de mudanças nas características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas ou por alteração na composição genética da população (KUIFER, 1990). Mudanças sazonais nas condições ambientais são responsáveis pelo controle de ciclos de crescimento e dormência em plantas. Portanto, o sucesso de uma espécie em um determinado habitat não depende somente de ser bem sucedida em resistir às condições climáticas adversas, mas também de sua habilidade para sincronizar seus ciclos de crescimento e reprodução com a mudança de estações (VILLIERS, 1975).

A reprodução dos vegetais pode se dar sexuadamente por meio de sementes, ou assexuadamente, por meio de órgãos vegetativos. Funcionalmente, a semente é um propágulo ou unidade de dispersão que contém a nova planta em miniatura, com uma organização estrutural e fisiológica própria (BEWLEY & BLACK, 1982). As informações contidas na semente produzem um padrão de desenvolvimento específico nas condições ambientais para as quais a espécie está adaptada pelo processo evolutivo (BERLYN, 1972).

Sementes maduras são extremamente resistentes a condições extremas devido ao seu estado de dessecação, podendo reter sua habilidade para germinar ou viabilidade, por períodos consideráveis. O período de tempo que as sementes podem permanecer viáveis é variável e determinado

geneticamente, porém, fatores ambientais e condições de estocagem têm efeito decisivo no tempo de vida de uma determinada semente (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982).

Muitas sementes não germinam quando colocadas sob condições consideradas favoráveis à germinação, tais como suprimento adequado de água, composição conveniente de gases, temperatura adequada, presença ou ausência de luz. Estas sementes podem se mostrar viáveis, podendo ser induzidas a germinar por vários tratamentos especiais, sendo denominadas dormentes. Dormência pode ser devido a várias causas, como imaturidade do embrião, impermeabilidade da testa à água ou a gases, resistência mecânica ao crescimento do embrião, requerimentos especiais de luz ou temperatura ou presença de substâncias inibidoras da germinação (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982).

Existem evidências de que hormônios estão intimamente envolvidos na regulação de muitos aspectos do crescimento e desenvolvimento de plantas, estando provavelmente, envolvidos também no controle da dormência de sementes (WAREING et al., 1973). O desenvolvimento de dormência é o fator evolutivo que tem permitido maior sincronização dos processos vitais entre os membros da população, seus sucessivos estádios de desenvolvimento e as estações do ano (VILLIERS, 1975).

Os mecanismos envolvidos na dormência de sementes tendem a inibir a germinação em tempo e lugar inconvenientes. Assim, a germinação normalmente ocorre

somente quando existe uma alta probabilidade da plântula se desenvolver e chegar à maturidade reprodutiva (ROBERTS & TOTTERDELL, 1981). Portanto, os mecanismos de germinação e dormência são de grande importância adaptativa ao assegurar que a emergência da plântula ocorra onde e quando seja mais adequado (BEWLEY & BLACK, 1985).

A expressão genética do comportamento germinativo de populações naturais é significativamente influenciada pelo ambiente (SAWHNEY & NAYLOR, 1979), sendo bastante conhecido que a germinabilidade da semente pode ser afetada pelas condições ambientais em que ela é produzida (POURRAT & JACQUES, 1975; HEIDE et al., 1976; WURZBURGER & KOLLER, 1976; KIGEL et al., 1977; GUTTERMAN, 1978; 1980/81; 1991; DREW & BROCKLEHURST, 1990). Portanto, muitas das variações na emergência de plântulas no campo podem ser atribuídas às condições climáticas e ambientais experimentadas pela planta-mãe durante o desenvolvimento da semente, sua maturação e tempo de colheita (GRAY & THOMAS, 1982).

As espécies invasoras representam um componente altamente bem sucedido e biologicamente importante para seus ambientes (RADOSEVICH & HOLT, 1984), possuindo características biológicas específicas que as tornam capazes de se difundirem e competirem com sucesso (AULD et al., 1987).

As definições de invasora estão baseadas no fato de tais plantas serem indesejáveis e/ou na sua ocorrência em áreas cultivadas pelo homem. Portanto, em vista da natureza

subjetiva da avaliação de indesejável e do fato do homem atuar em todas as partes do mundo, qualquer planta crescendo em algum lugar pode ser chamada de invasora (NAVAS, 1991). Pela sugestão deste autor, invasora é uma planta cujas populações são capazes de introduzirem-se em habitats cultivados, fortemente perturbados ou ocupados pelo homem, desvalorizando ou substituindo potencialmente as populações vegetais residentes, que são plantas cultivadas ou de interesse ecológico.

No contexto agrônômico, invasora é uma espécie cuja presença resulta em diminuição da produtividade de alguma cultura. Apesar de grandes avanços em tecnologia nos últimos anos, as invasoras permanecem como um dos maiores problemas para a agricultura (AULD et al., 1987). Outros problemas, como resíduos de pesticidas no solo e na água e o efeito tóxico de herbicidas em algumas espécies animais, são argumentos que favorecem o desenvolvimento de um sistema de manejo integrado, baseado em estratégias de controle com uso mínimo de herbicida (NAVAS, 1991).

O conhecimento da flora invasora de uma cultura é extremamente importante para o equacionamento das medidas de controle e manejo. Porém, este conhecimento não deve se limitar à identificação das espécies mas sim, abranger dados de biologia, distribuição geográfica e ecologia das invasoras (ARANHA et al., 1988).

Dormência da semente é uma importante característica de muitas invasoras anuais de terras aráveis, sendo a

persistência de sementes viáveis no solo o fator mais importante para o sucesso dessas espécies (ROBERTS, 1979; ROBERTS & CHANCELLOR, 1979). Pesquisas com sementes de invasoras têm contribuído significativamente para o conhecimento da dormência e germinação (EGLEY & DUKE, 1985), sendo que muitas das informações disponíveis sobre a fisiologia da dormência dessas sementes são provenientes de experimentos em laboratório (COURTNEY, 1968).

Acanthospermum hispidum, conhecida vulgarmente como carrapicho-de-carneiro, é uma planta anual, herbácea, ereta, com inflorescências axilares em forma de capítulos solitários e subsésseis. É infestante de culturas anuais e perenes, sendo um grande problema na cultura algodoeira, onde seus frutos aderem-se à fibra durante a colheita, desvalorizando-a grandemente (ARANHA *et al.*, 1975).

O estudo da dinâmica de populações de *A. hispidum* (SANTOS, 1983) indicou a existência de dormência, determinando ciclos bem marcantes no seu comportamento germinativo. Isto despertou o interesse em investigar os aspectos ecofisiológicos da germinação desta espécie.

Os objetivos deste trabalho foram verificar o comportamento germinativo de aquênios de plantas nativas de *A. hispidum*, determinar os fatores que atuam na interrupção da dormência dos mesmos, bem como analisar o efeito de diferentes condições fotoperiódicas durante o desenvolvimento e maturação dos aquênios na sua subsequente germinação.

II. MATERIAL E MÉTODOS

1. Material vegetal

Foram utilizados aquênios de *Acanthospermum hispidum* DC (Asteraceae) (Fig. 1), coletados mensalmente nas parcelas experimentais do Centro Experimental do Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo. As coletas foram realizadas na primeira quinzena de cada mês, de março de 1991 a fevereiro de 1992.

No laboratório, os aquênios foram triados e armazenados em vidros escuros em temperatura ambiente (média de 23°C, aproximadamente).

2. Determinação do teor de umidade

O grau de hidratação foi determinado a partir da pesagem inicial de 4 amostras de 25 aquênios (peso de matéria fresca). Estes foram colocados a seguir em estufa a 80°C até a estabilização do peso, resfriados à temperatura ambiente em dessecador e repesados para obtenção do peso de matéria seca.

3. Curva de embebição

A curva de embebição foi determinada através da pesagem inicial de 4 lotes de 25 aquênios intactos ou escarificados mecanicamente. A seguir, os aquênios foram colocados para embeber em água destilada sob luz a 25°C, sendo pesados após 30 minutos e 1, 2, 4, 6, 24, 48 e 72 horas de embebição.

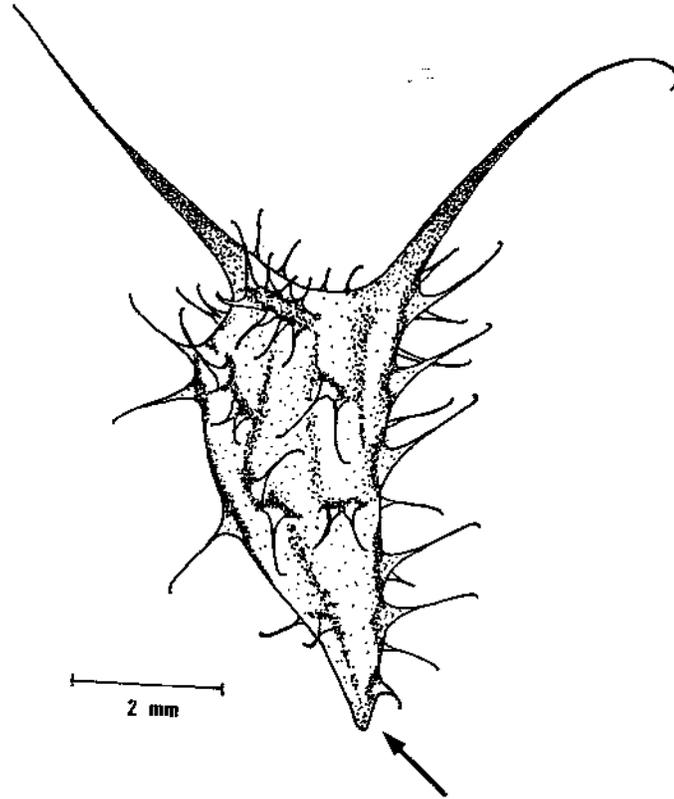


Figura 1 - Aquênio de *A. hispidum*. A escarificação mecânica foi feita extraíndo-se um dos espinhos terminais ao acaso; a seta indica o local de protrusão da radícula.

A cada pesagem, os aquênios eram secos levemente com papel absorvente e recolocados em água destilada. Foi calculada a porcentagem do aumento do peso dos aquênios em relação ao peso inicial.

4. Método geral de germinação

Os testes de germinação foram realizados em câmaras com luz e temperatura controladas. Os aquênios foram colocados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, forradas com folha dupla de papel de filtro umedecida com 5 ml de água destilada, exceto quando mencionado o contrário. Em todos os experimentos, foram utilizados 100 aquênios, distribuídos em 4 repetições de 25. Exceto quando citado, os experimentos foram realizados sob temperatura constante de 25°C, sob luz branca e escuro contínuos.

O critério usado para germinação foi a protrusão da radícula e os aquênios germinados eram removidos das placas após a contagem. A germinação foi verificada a cada 2 ou 3 dias, sendo acompanhada durante 30 dias para a maioria dos experimentos. As observações dos tratamentos mantidos sob escuro, vermelho e vermelho-extremo foram feitas sob luz verde de segurança.

5. Luz

Nos experimentos gerais, as placas foram mantidas sob luz proveniente de lâmpadas fluorescentes brancas de 15 W com irradiância de $25 \text{ uE.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na altura das placas, ou

colocadas dentro de sacos plásticos pretos que vedavam a entrada de luz.

Para obtenção de luz vermelha, as placas foram envolvidas em um filtro formado por 2 folhas de papel celofane vermelho (CARDOSO & FELIPPE, 1988) e colocadas sob luz fluorescente branca. Para o vermelho-extremo, o filtro foi formado por 3 folhas de papel celofane azul e 2 folhas de papel celofane vermelho (CARDOSO & FELIPPE, 1988) sob lâmpada incandescente branca de 40 W.

5.1. Vermelho

Para verificar o efeito do vermelho na germinação, foram testados vários tempos de embebição e períodos de exposição à luz. Aquênios embebidos por 2 horas no escuro receberam períodos de 30 minutos, 2 e 24 horas de vermelho. Também foram testados períodos de embebição de 24, 48 e 72 horas, após os quais os aquênios foram expostos a períodos de 30 minutos e 2 horas de vermelho.

5.2. Vermelho-extremo

Aquênios embebidos no escuro por 72 horas foram expostos a períodos de 30 minutos e 2 horas sob vermelho-extremo para observar o efeito do mesmo na germinação. Para verificar a reversibilidade dos efeitos do vermelho pelo vermelho-extremo na resposta germinativa, foram utilizados aquênios que, após o período de 72 horas de embebição receberam 30 minutos e 2 horas de vermelho e, imediatamente,

o mesmo período de exposição ao vermelho-extremo. A germinação foi contada 10 dias após o choque de luz.

5.3. Irradiação

A fim de verificar o efeito da intensidade de radiação na resposta germinativa, aquênios embebidos no escuro por 72 horas foram colocados sob luz fluorescente branca com irradiância de 9, 18, 36 e 72 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ na altura das placas. A irradiância foi medida com o sistema portátil de fotossíntese (LI-COR modelo 6200).

6. Temperatura

Foi estudado o efeito de temperaturas constantes em aquênios coletados em setembro. Estes foram colocados para germinar sob as temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35°C.

7. Temperaturas de armazenamento

Os aquênios coletados em abril foram submetidos a testes de germinação a cada 2 meses, sob luz branca contínua, para verificar o efeito das temperaturas de armazenamento (temperatura ambiente, 5°C e 30°C) na germinação.

8. Determinação da viabilidade

Todos os lotes de aquênios foram submetidos ao teste de tetrazólio (cloreto de 2, 3, 5-trifenil-tetrazólio / Sigma) para determinação da porcentagem de viabilidade (DELOUCHE et

al., 1962). Foram utilizadas 4 repetições de 10 aquênios embebidos por 72 horas em água destilada. Após a embebição, os aquênios foram escarificados mecanicamente e imediatamente colocados em solução de tetrazólio 0,5% a 25°C, no escuro. A leitura do teste foi feita após 24 horas, sob microscópio estereoscópico.

9. Quebra de dormência

A partir do conhecimento prévio da existência de dormência nos aquênios de *A. hispidum* em determinadas épocas do ano (SANTOS, 1983), também observada nos experimentos iniciais, foram realizados os tratamentos básicos para a interrupção da mesma.

9.1. Escarificação

Os aquênios foram submetidos a escarificação mecânica com bisturi.

9.2. Lixiviação

Os aquênios foram lavados em água corrente por 24 horas, sendo então transferidos para placas de Petri e colocados para germinar em câmara sob luz branca contínua.

9.3. Temperatura

Foi verificado o efeito das temperaturas constantes de 10, 20, 25, 30, 35 e 40°C, em aquênios de março e julho e alternância de 25/15°C, termoperíodo de 12 horas, em

aquênios coletados em novembro.

9.4. Estratificação

Para os tratamentos de estratificação, os aquênios foram colocados para embeber em placas de Petri por 96 horas a 25°C, sob escuro contínuo. Em seguida, as placas foram transferidas para geladeira (5°C), sendo mantidas nesta condição por períodos de 5, 15 e 30 dias. Após o período de estratificação, as placas foram recolocadas a 25°C sob condições de luz branca e escuro. Foi mantido um controle sob luz branca (embebição no escuro por 96 horas) e escuro contínuo, sob a temperatura constante de 25°C.

9.5. Incubação no escuro

Os aquênios foram colocados para embeber em condições de escuro por 10, 20 e 30 dias. Após o período de incubação as placas foram transferidas para luz, sendo mantido um controle sob luz branca contínua.

9.6. Reguladores de crescimento

Foi verificado o efeito de ácido giberélico (GA₃)/Sigma, 6-benzil-adenina (6-BA)/Sigma e ácido 2-cloroetil-fosfônico (CEPA 24% p/v). Foram utilizadas soluções de GA₃, 6-BA e CEPA nas concentrações de 10⁻⁴ e 10⁻⁵ M. Em cada tratamento, as placas foram umedecidas com 5 ml de solução. As soluções de CEPA foram usadas imediatamente após o preparo.

9.7. Choques de temperatura alta

Aquênios coletados em março foram colocados para embeber no escuro por aproximadamente 96 horas a 25°C, sendo então submetidos a períodos de 6 horas de temperaturas mais altas. Foram utilizadas as temperaturas de 30, 35 e 40°C. Em cada temperatura, foram feitos 2 tratamentos:

- Choque na luz sendo as placas mantidas na luz ao retornarem para a temperatura de 25°C,
- Choque na luz, voltando as placas para o escuro a 25°C.

Foram mantidos controles a temperatura constante de 25°C sob luz branca e escuro contínuos.

9.8. Fotoperíodo

Aquênios coletados em abril e outubro foram submetidos a fotoperíodo de 14 horas em câmara a 25°C, mantendo-se um controle sob luz branca e escuro contínuos.

9.9. Armazenamento

A cada mês, a germinação dos aquênios foi testada imediatamente após a coleta (recém colhidos), sendo também verificadas as taxas germinativas dos aquênios coletados nos meses anteriores (armazenados). Nesses casos, os tratamentos foram feitos apenas na luz.

10. Fotoperíodo durante a produção dos aquênios

10.1. Cultivo das plantas

O cultivo das plantas deu-se a partir de aquênios colocados para embeber no escuro por 20 dias (item 9.5) em bandejas com vermiculita, sendo posteriormente transferidos para a luz. Após a germinação, as plântulas foram transplantadas em vasos com capacidade de 3 litros, com terra de mata, sendo utilizada uma amostragem de 10 plantas por tratamento. O transplante deu-se em agosto e a coleta dos aquênios produzidos foi efetuada em dezembro de 1991.

Os tratamentos fotoperiódicos foram conduzidos na seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, do Instituto de Botânica de São Paulo. Foram testados os fotoperíodos de 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 horas, 8 horas + Noite Interrompida (NI), sendo as plantas mantidas nestas condições até a senescência. Todos os tratamentos receberam 8 horas de luz natural, sendo as horas complementares de luz provenientes de uma lâmpada fluorescente e uma incandescente, com irradiância de $3,5 \text{ uE.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. O tratamento de noite interrompida foi obtido dando-se uma hora de luz no meio da noite. Foi mantido um controle em condições naturais, na casa de vegetação, onde as plantas recebiam luz natural.

10.2. Germinação

Os aquênios produzidos nas condições descritas acima, foram submetidos a testes de germinação (25°C na luz), 30

dias após a coleta.

11. Análise estatística

Os dados foram transformados em valores angulares da porcentagem de germinação, sendo feita análise de variância simples ou fatorial e determinada, quando necessário, a diferença mínima significativa (DMS) pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade. Para comparação entre 2 tratamentos, foi utilizado o teste t de Student (SNEDECOR, 1962). As letras nas figuras e tabelas indicam o resultado dessas análises, sendo que os valores seguidos por letras iguais não diferem significativamente entre si.

12. Dados meteorológicos

Os dados de temperatura e precipitação foram fornecidos pela Seção de Climatologia, Centro Experimental de Campinas (Instituto Agrônomo de Campinas). A localização geográfica da estação meteorológica é latitude 22°54'S, longitude 47°05'W, altitude 674m.

III. RESULTADOS

1. Embebição

Os aquênios apresentaram teor de umidade de 8,5%, imediatamente após a coleta.

O processo de embebição desses aquênios é relativamente lento, não havendo diferença significativa entre intactos e escarificados (Fig. 2). A curva de embebição mostra um aumento acentuado do peso nos primeiros 30 minutos. Esse aumento pode ser devido à adsorção de água entre os espinhos do aquênio, que não é removida com o procedimento de secagem com papel de filtro. Desta forma, a morfologia do aquênio não permite uma análise precisa do processo de embebição, prejudicando a interpretação dos resultados da curva e deixando dúvidas sobre o momento em que começa a haver embebição propriamente dita. A estabilização da curva parece se iniciar por volta das 24 horas e os aquênios podem ser considerados embebidos às 48 horas.

2. Comportamento germinativo

Os aquênios recém-colhidos de *A. hispidum* apresentaram dormência em todos os meses coletados, com exceção do lote de setembro de 1991 (Fig. 3B). Nesses, a germinação sob luz contínua se iniciou por volta do 2º dia e aumentou rapidamente, atingindo uma porcentagem de germinação próxima da máxima no 10º dia (Fig. 4). Sob escuro contínuo, a germinação foi inexpressiva (3%) até o 30º dia.

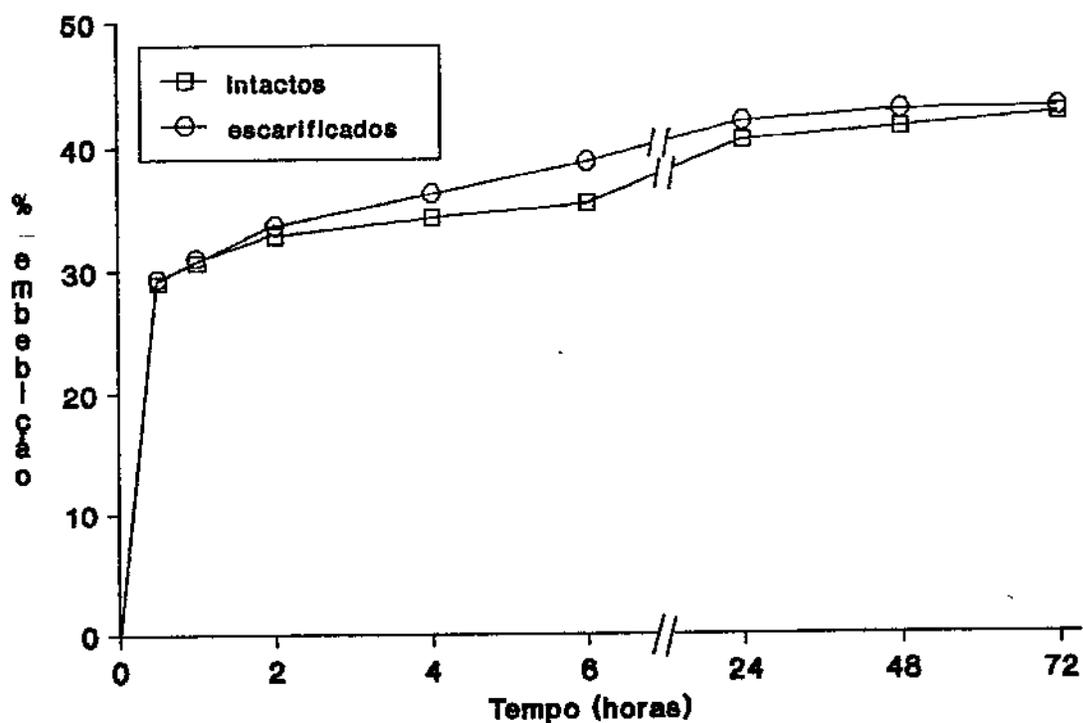


Figura 2 - Curva de embebição de aquênios de *A. hispidum*. Diferenças entre intactos e escarificados não significativas a nível de 5%.

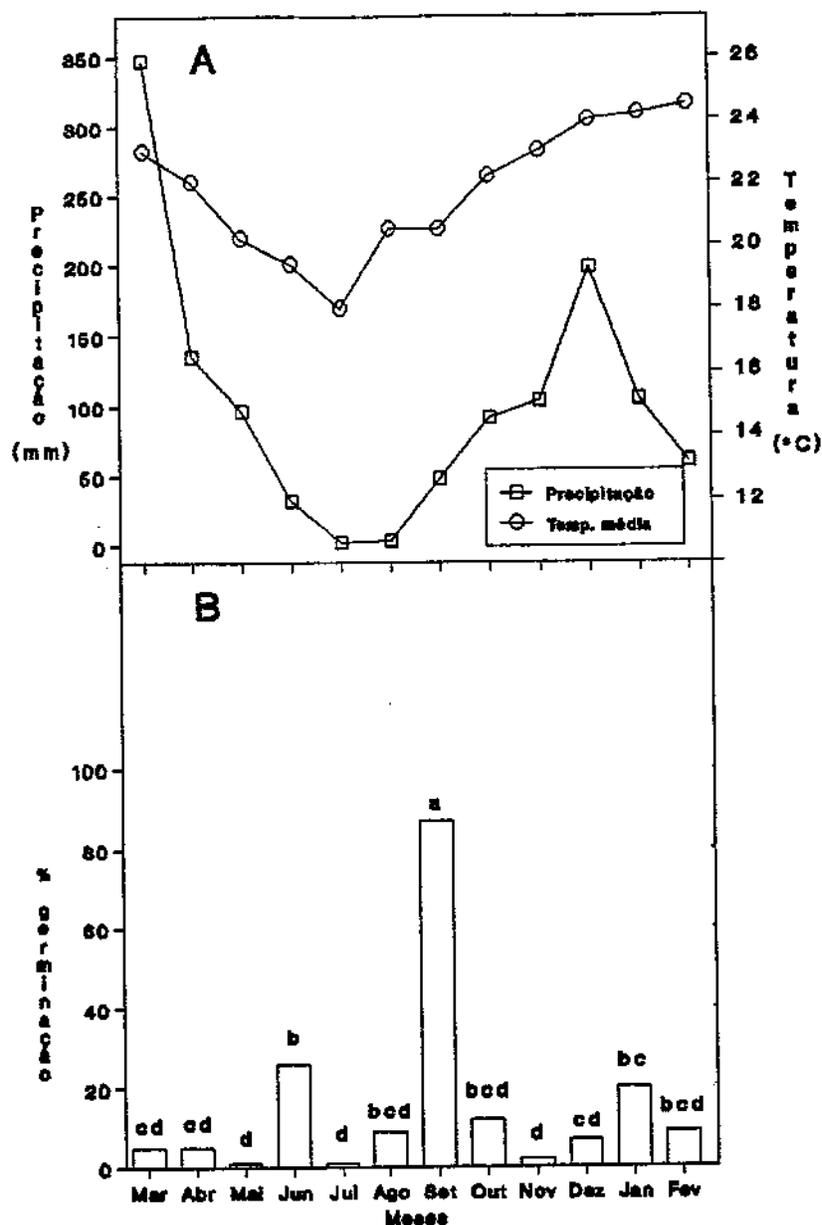


Figura 3 - A. Temperatura média do ar e precipitação no período de março de 1991 a fevereiro de 1992. B. Comportamento germinativo de aquênios recém-colhidos de *A. hispidum*, a 25°C sob luz contínua, coletados durante o mesmo período.

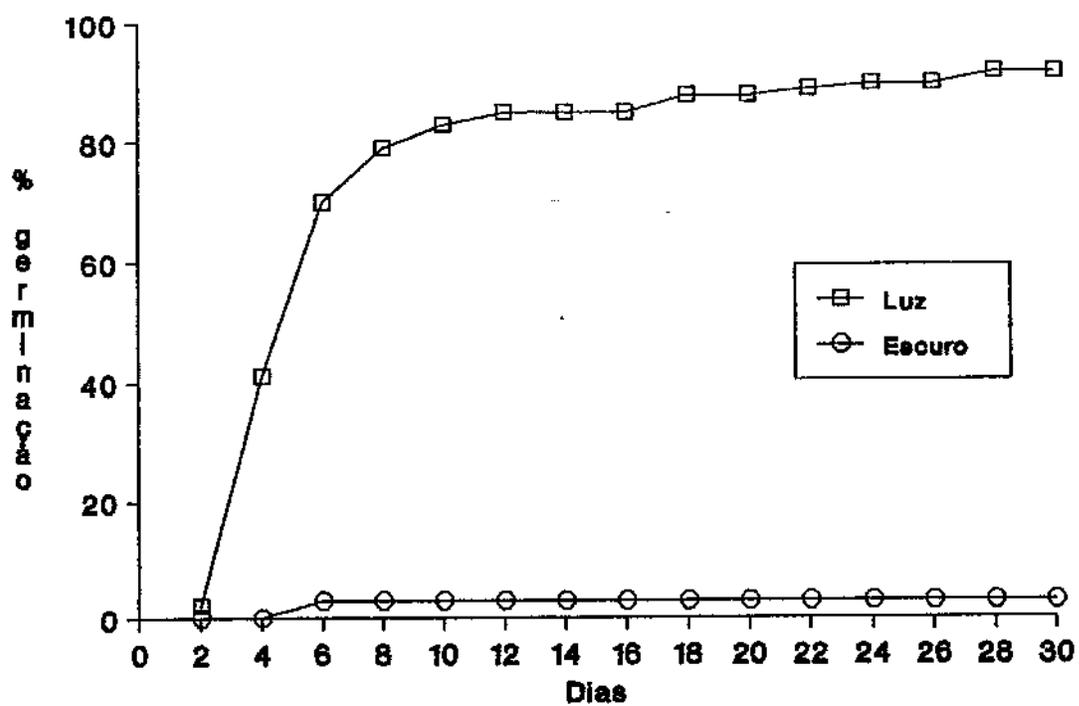


Figura 4 - Germinação de aquênios recém-colhidos de *A. hispidum* (lote de setembro), a 25°C.

2.1. Luz

Diferentes lotes de aquênios mostraram-se fotoblásticos positivos e essa resposta positiva à luz não foi perdida durante o período de armazenamento analisado (Tab. I). O armazenamento elevou a porcentagem de germinação dos lotes de abril e junho, sob luz contínua, tendo o lote de junho atingido uma germinação semelhante ao de setembro. Foi verificado um aumento significativo da porcentagem de germinação sob escuro contínuo, apenas no lote de setembro após 6 meses de estocagem.

Tabela I - Resposta fotoblástica de aquênios recém-colhidos e armazenados de *A. hispidum*, a 25°C. Coletas de abril, junho e setembro com 11, 9 e 6 meses de armazenamento, respectivamente. Letras maiúsculas mostram comparação dentro das colunas e letras minúsculas comparam luz e escuro dentro de cada tratamento.

Mês da coleta	Germinação (%)			
	Recém-colhidos		Armazenados	
	luz	escuro	luz	escuro
Abril	5 Ba	0 Ab	62 Ba	2 Bb
Junho	26 Ba	0 Ab	95 Aa	2 Bb
Setembro	87 Aa	3 Ab	85 Aa	25 Ab

O tempo de embebição antes do período de irradiação interferiu na resposta germinativa de aquênios coletados em setembro, armazenados por 4 meses (Fig. 5). Aquênios embebidos por 2 horas apresentaram germinação inexpressiva quando expostos a períodos de 30 minutos e 2 horas de vermelho. Houve um aumento gradativo da resposta, com o

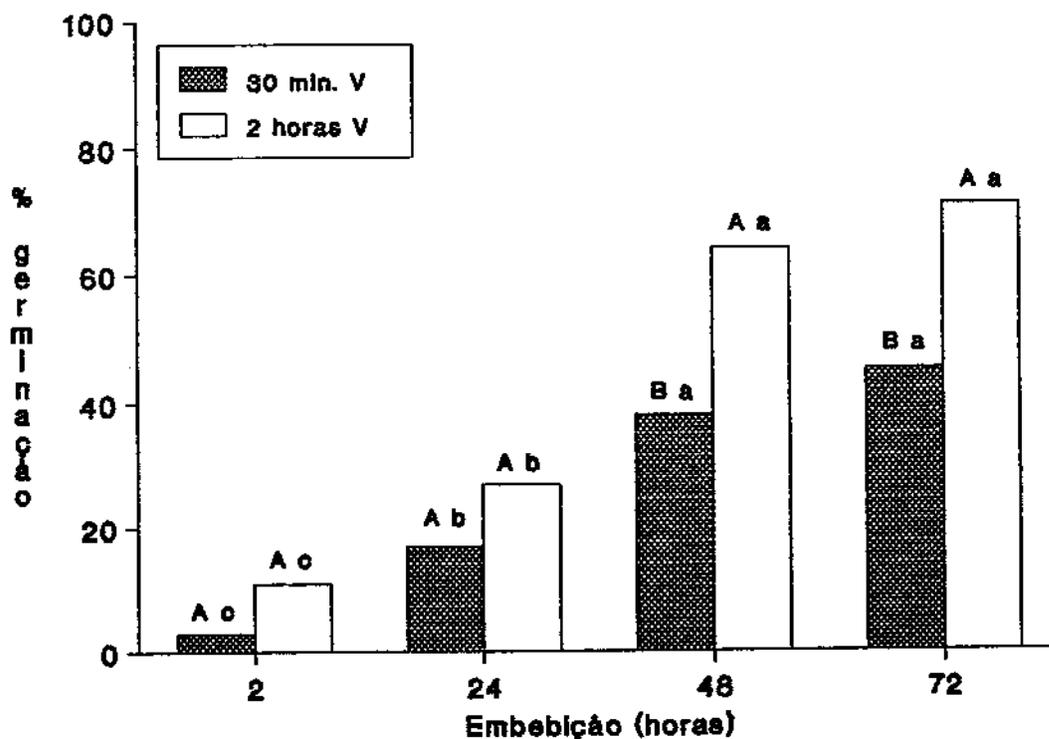


Figura 5 - Efeito do tempo de embebição na resposta germinativa ao vermelho (V), em aquênios de *A. hispidum* (lote de setembro, armazenado por 4 meses). Letras maiúsculas comparam tempo de irradiação e letras minúsculas comparam tempo de embebição. Dados obtidos após 10 dias.

aumento do período de embebição até as 48 horas, não havendo diferença significativa entre o resultado de 48 e 72 horas de embebição. A duração do período de exposição ao vermelho influenciou a resposta final ao tratamento, com irradiações de 30 minutos sendo menos efetivas que 2 horas, nos tratamentos de 48 e 72 horas de embebição.

Aquênios embebidos por apenas 2 horas no escuro requerem um tempo de 24 horas de exposição ao vermelho para apresentarem uma resposta germinativa similar aos embebidos por 48 e 72 horas, expostos a 30 minutos de vermelho (dados não apresentados).

Os experimentos com vermelho-extremo (lote de junho com 9 meses de armazenamento) mostraram que o mesmo não inibe a germinação, não havendo diferença significativa entre a porcentagem de germinação de aquênios expostos a vermelho e vermelho-extremo por períodos de 30 minutos e 2 horas (Tab. II). Não foi observado reversibilidade da resposta germinativa, não havendo também adição de efeito.

Tabela II - Efeito de vermelho (V) e vermelho-extremo (VE), na germinação de aquênios de *A. hispidum*, a 25°C, 10 dias após a irradiação (lote de junho com 9 meses de armazenamento).

Luz	Germinação (%)	
	30 min	2h
V	55	58
VE	41	46
V-VE	51	49

Diferenças não significativas a nível de 5%.

A intensidade de radiação não é limitante para a germinação de *A. hispidum*. A resposta germinativa foi similar (entre 86 e 91%) no gradiente de 9 a 72 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ em aquênios coletados em setembro, armazenados por 9 meses (Fig. 6).

2.2. Temperatura

Aquênios recém-colhidos (lote de setembro) apresentaram porcentagens de germinação altas e semelhantes entre si nas temperaturas de 20 e 25°C na luz (Fig. 7). Afastando-se desse ótimo, ocorre uma aparente diminuição da velocidade do processo, bem como da porcentagem final de germinação, sendo esta mais acentuada a 35°C, cujo percentual foi estatisticamente inferior ao das demais temperaturas testadas. Nas temperaturas de 15 e 30°C a resposta final de germinação foi similar e significativamente inferior à obtida a 20 e 25°C.

Na ausência de luz, a germinação foi bastante baixa ou nula nas temperaturas testadas, ocorrendo um aumento estatisticamente significativo a 15°C.

2.3. Temperaturas de armazenamento

Aquênios coletados em abril não mostraram diferença significativa entre as condições de armazenamento testadas, não havendo interação entre o período e as condições de estocagem. (Fig. 8).

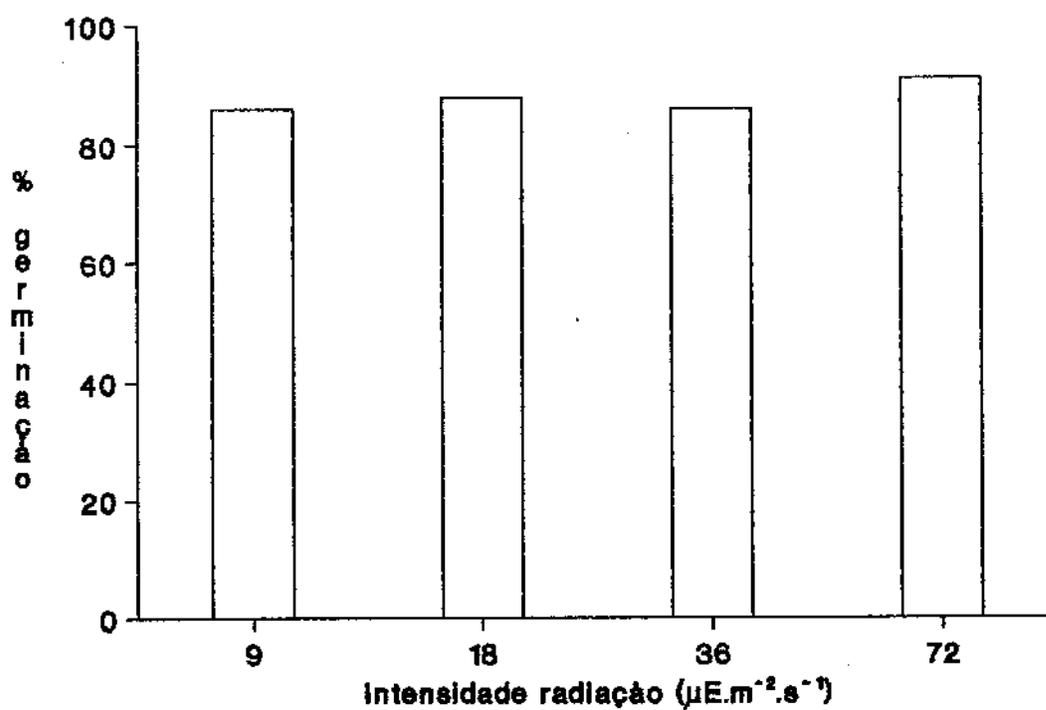


Figura 6 - Efeito da intensidade de radiação na germinação de aquênios de *A. hispidum* (lote de setembro, com 9 meses de armazenamento). Diferenças não significativas a nível de 5%.

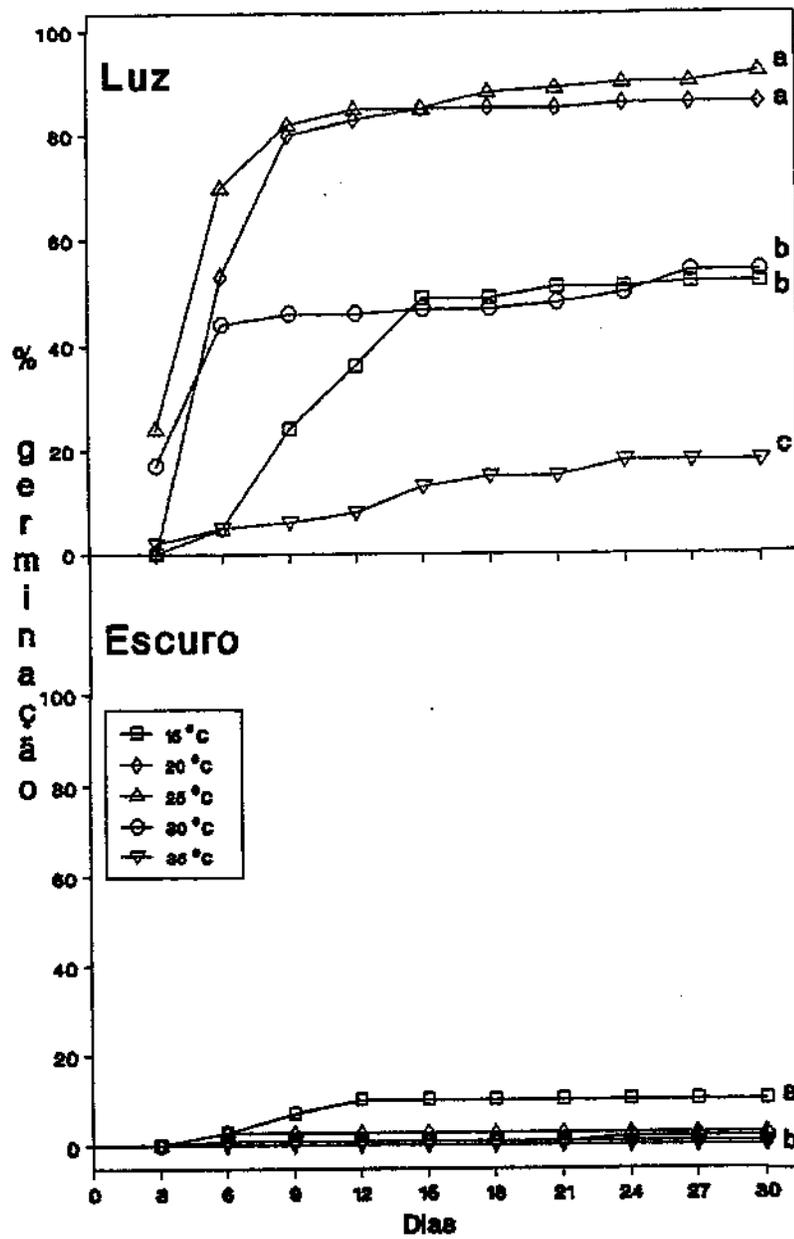


Figura 7 - Efeito de temperatura na resposta germinativa de aquênios recém-colhidos de *A. hispidum* (lote de setembro).

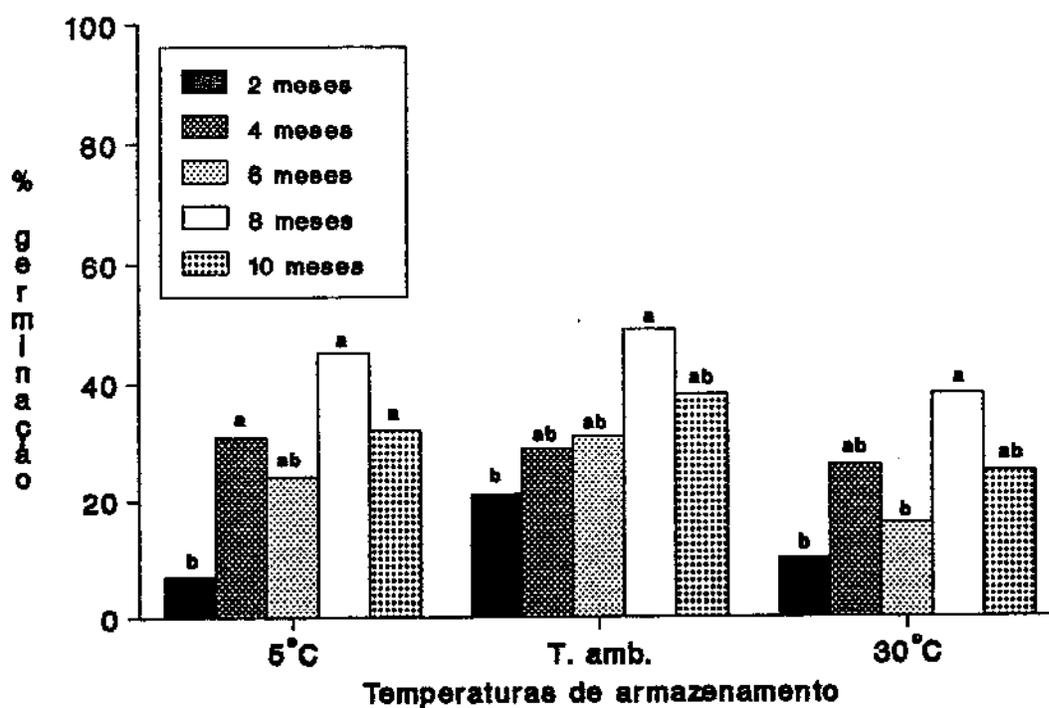


Figura 8 - Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na germinação de aquênios de *A. hispidum* (lote de abril). As letras comparam os períodos de armazenamento dentro de cada temperatura. Não houve diferença entre as temperaturas de armazenamento.

2.4. Viabilidade e cor dos aquênios

Considerando-se viáveis os aquênios que apresentaram embrião de coloração rósea e inviáveis os não corados, observou-se uma variação na viabilidade de 75 a 95% entre os lotes coletados de março de 1991 a fevereiro de 1992 (Tab. III). Pode-se observar que tanto a viabilidade como a dormência são independentes da cor externa dos aquênios, uma vez que os de setembro são escuros e germinaram prontamente (quiescentes), enquanto os de junho, julho, agosto, outubro e fevereiro, apesar de serem escuros, apresentaram dormência (Fig. 3). Foi verificado uma certa porcentagem de aquênios vazios (5% em média) em alguns lotes.

Tabela III - Porcentagem de viabilidade e cor dos aquênios de *A. hispidum* coletados de março de 1991 a fevereiro de 1992.

Mês da coleta	Viabilidade (%)	Cor
Março	85	Claros e Escuros
Abril	90	Claros e Escuros
Maio	95	Claros
Junho	90	Escuros
Julho	85	Escuros
Agosto	85	Escuros
Setembro	95	Escuros
Outubro	90	Escuros
Novembro	95	Claros
Dezembro	75	Claros
Janeiro	95	Claros
Fevereiro	95	Escuros

3. Quebra de dormência

3.1. Escarificação

Escarificação mecânica (aquênios de março com 2 meses de armazenamento) levou a uma porcentagem de germinação inferior a 20%, mas estatisticamente superior à do controle (Fig. 9).

3.2. Lixiviação

A lixiviação dos aquênios (lote de março armazenado por 30 dias) não foi efetiva em promover a germinação, não havendo diferença entre controle e lixiviados (dados não apresentados).

3.3. Temperatura

Aquênios recém-colhidos de março e julho apresentaram germinação muito baixa sob luz contínua (Tab. IV).

Tabela IV - Efeito de temperatura na germinação de aquênios recém-colhidos, sob luz contínua (T1) e na luz a 25°C após 30 dias no escuro (T2). Resultados após 30 dias (T1) e 10 dias (T2). As letras comparam os tratamentos dentro das colunas.

Temperatura/ mês da coleta	Germinação (%)	
	T1	T2
10°C (março)	0 a	6 b
20°C (julho)	3 a	-
25°C (março)	5 a	62 a
25°C (julho)	1 a	-
30°C (julho)	3 a	-
35°C (julho)	5 a	-
40°C (março)	0 a	0 b

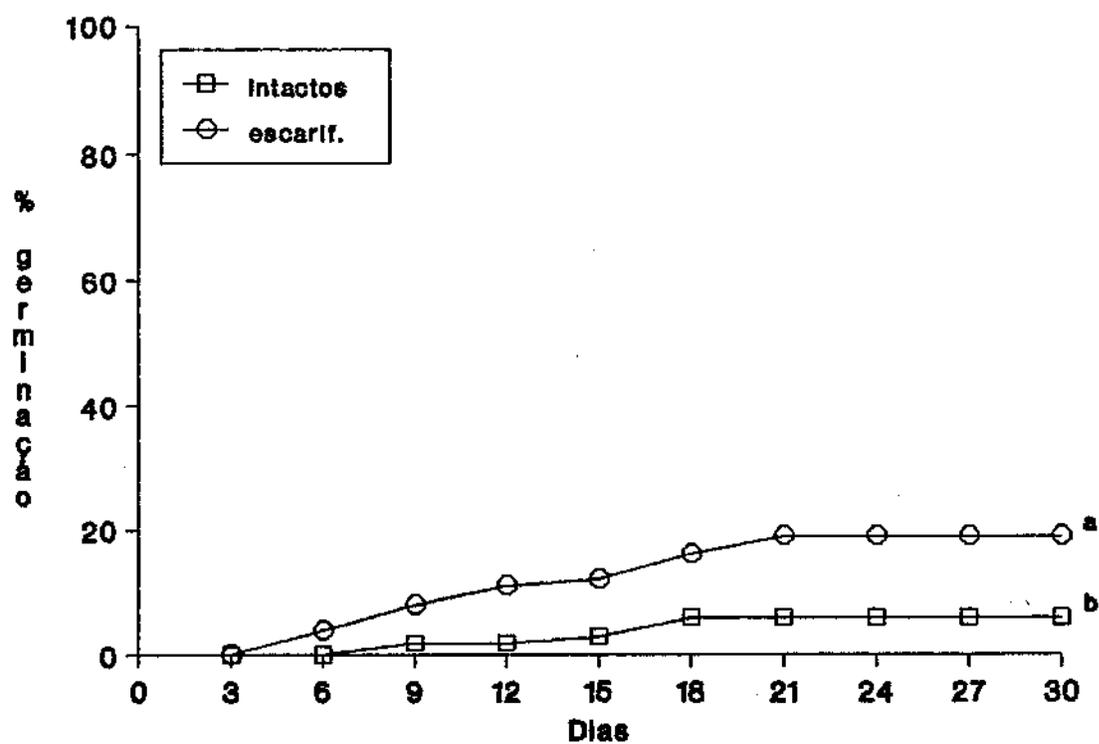


Figura 9 - Efeito de escarificação mecânica na germinação de aquênios de *A. hispidum* (lote de março com 2 meses de armazenamento), sob luz branca contínua.

Não houve diferença na germinação (baixa), sob luz contínua nas temperaturas de 10, 20, 25, 30, 35 e 40°C. No escuro não ocorreu germinação (dados não apresentados). Porém, quando os aquênios de março, que ficaram por 30 dias no escuro a 10 e 25°C foram transferidos para luz a 25°C, foi alcançado um percentual final de germinação de 6 e 62% respectivamente, mostrando uma promoção significativa nos aquênios incubados a 25°C no escuro. O período de incubação em temperaturas extremas (10 e 40°C) interferiu negativamente no processo germinativo, pois os aquênios pouco ou nada germinaram, mesmo quando foram transferidos para condições favoráveis (luz a 25°C).

A alternância de 25/15°C, sob luz contínua, atrasou o início do processo germinativo de aquênios coletados em novembro (4 meses de armazenamento), em relação ao controle a 25°C constante (Fig. 10). Porém, no 9º dia a porcentagem de germinação alcançou níveis similares nas duas temperaturas e a partir daí a temperatura alternada de 25/15°C provocou um aumento na germinação, atingindo índices significativamente maiores, por volta do 24º dia. Não houve diferença na resposta germinativa de aquênios mantidos sob escuro contínuo, nas duas condições de temperatura.

3.4. Incubação no escuro

Aquênios incubados no escuro (lote de março com 3 meses de armazenamento) e posteriormente transferidos para

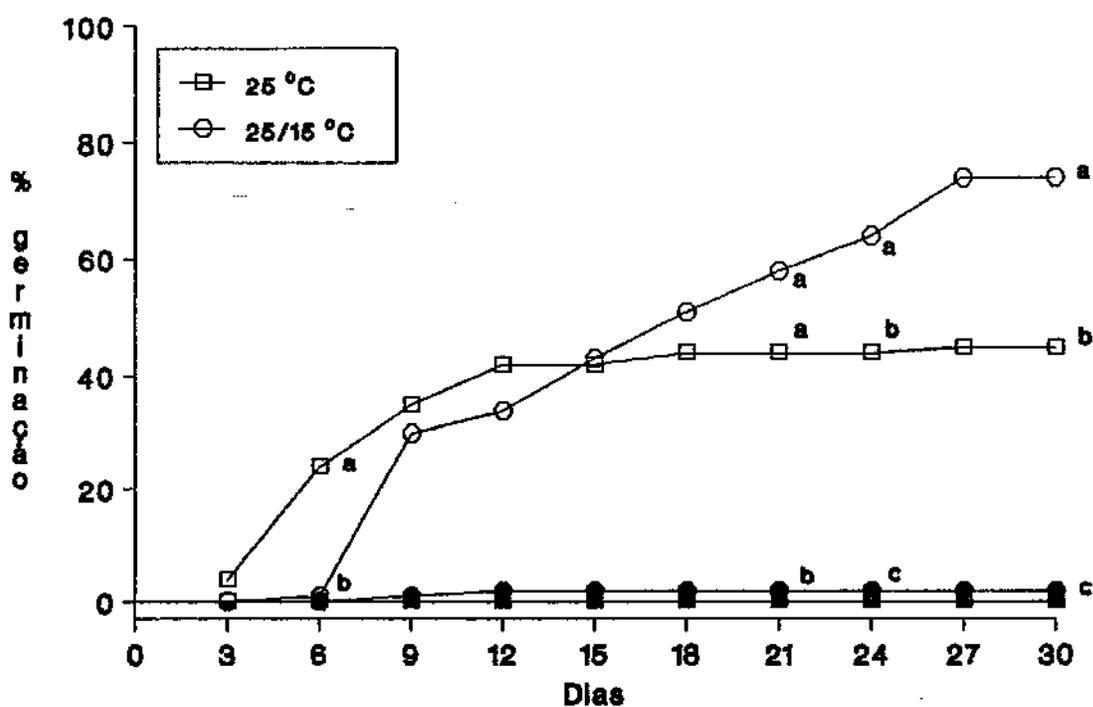


Figura 10 - Efeito da alternância de temperatura na resposta germinativa de aquênios de *A. hispidum* (lote de novembro, com 4 meses de armazenamento). Símbolos vazios para luz e símbolos cheios para escuro.

luz perderam sua dormência inata. A incubação promoveu a germinação em relação ao controle, não havendo diferença significativa entre os períodos de 10, 20 e 30 dias (Fig. 11).

3.5. Estratificação

A porcentagem de germinação de aquênios (lote de abril armazenado por 30 dias) estratificados por 5, 15 e 30 dias não diferiu do controle, cujos aquênios foram embebidos nas mesmas condições, ou seja, 96 horas no escuro a 25°C (Tab. V). Portanto, o período de frio experimentado pelos aquênios não foi eficiente para quebrar a dormência e promover a germinação.

Tabela V - Germinação de aquênios de *A. hispidum*, a 25°C, 30 dias após o período de estratificação (lote de abril de 1991, com 30 dias de armazenamento).

Período de estratificação	Germinação (%)	
	luz	escuro
Controle	18	0
5 dias	20	0
15 dias	22	0
30 dias	28	0

Diferenças não significativas a nível de 5%.

3.6. Reguladores de crescimento

A aplicação de GA₃ e 6-BA nas concentrações de 10⁻³ e 10⁻⁴ M não foi efetiva para quebrar a dormência de aquênios coletados em maio com 1 mês de armazenamento. CEPA

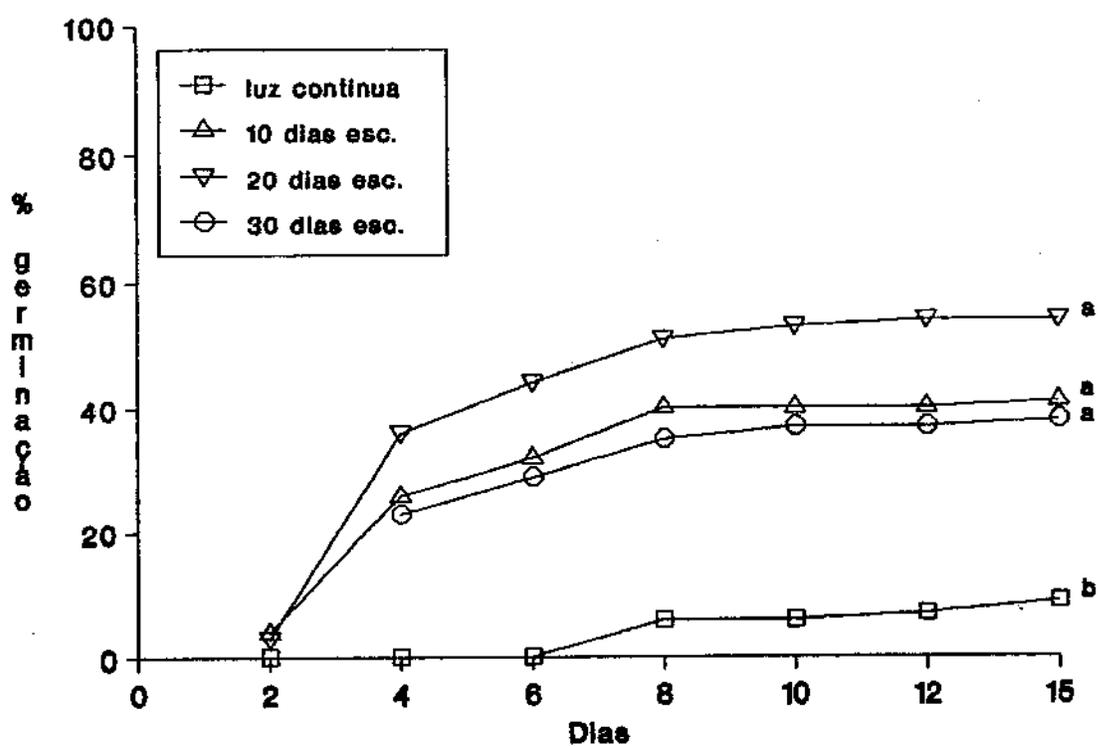


Figura 11 - Efeito de incubação no escuro, na quebra da dormência de aquênios de *A. hispidum* (lote de março armazenado por 3 meses).

mostrou um pequeno aumento na taxa germinativa na concentração de 10^{-3} M, que foi significativamente superior ao controle (Tab. VI).

Tabela VI - Efeito de reguladores de crescimento na quebra da dormência de aquênios de *A. hispidum*, a 25°C (lote de maio com 30 dias de armazenamento).

Tratamentos	Germinação (%)	
	luz	escuro
Controle	4 b	0
GA ₃ 10 ⁻³ M	2 b	0
10 ⁻⁴ M	0 b	0
6-BA 10 ⁻³ M	0 b	0
10 ⁻⁴ M	1 b	0
CEPA 10 ⁻³ M	22 a	0
10 ⁻⁴ M	9 b	0

3.7. Choques de temperatura alta

Temperaturas de 30, 35 e 40°C por 6 horas não foram efetivos em quebrar a dormência e, portanto, promover a germinação de aquênios coletados em março, com 3 meses de armazenamento. A resposta germinativa de todos os tratamentos não diferiu do controle (Tab. VII).

Tabela VII - Efeito de choques de temperaturas altas na germinação de aquênios de *A. hispidum* (lote de março com 3 meses de armazenamento). Trat. A: Choque na luz/luz contínua a 25°C; Trat. B: Choque na luz/escuro contínuo a 25°C.

Temperatura do choque	Germinação (%)	
	Trat. A	Trat. B
30°C	9	0
35°C	5	2
40°C	6	1
Controle (25°C)	2	2

Diferenças não significativas a nível de 5%.

3.8. Fotoperíodo

A resposta germinativa não foi alterada pelo tempo de luz recebida, sendo que a germinação de aquênios coletados em abril e outubro armazenados por 7 meses e 1 mês respectivamente, sob luz contínua e fotoperíodo de 14 horas não diferiu estatisticamente (Fig. 12).

3.9. Armazenamento

A tabela VIII mostra uma tendência de deslocamento da germinação de aquênios de *A. hispidum* para uma época determinada do ano (setembro a fevereiro), destacando-se os aquênios coletados de maio a setembro. O pico de germinação inicia-se em setembro e a partir daí todos os lotes de aquênios coletados nos meses anteriores perdem total ou parcialmente a dormência, com exceção do lote de março que se mantém dormente por todo o período analisado.

Essas observações indicam que os aquênios necessitam de

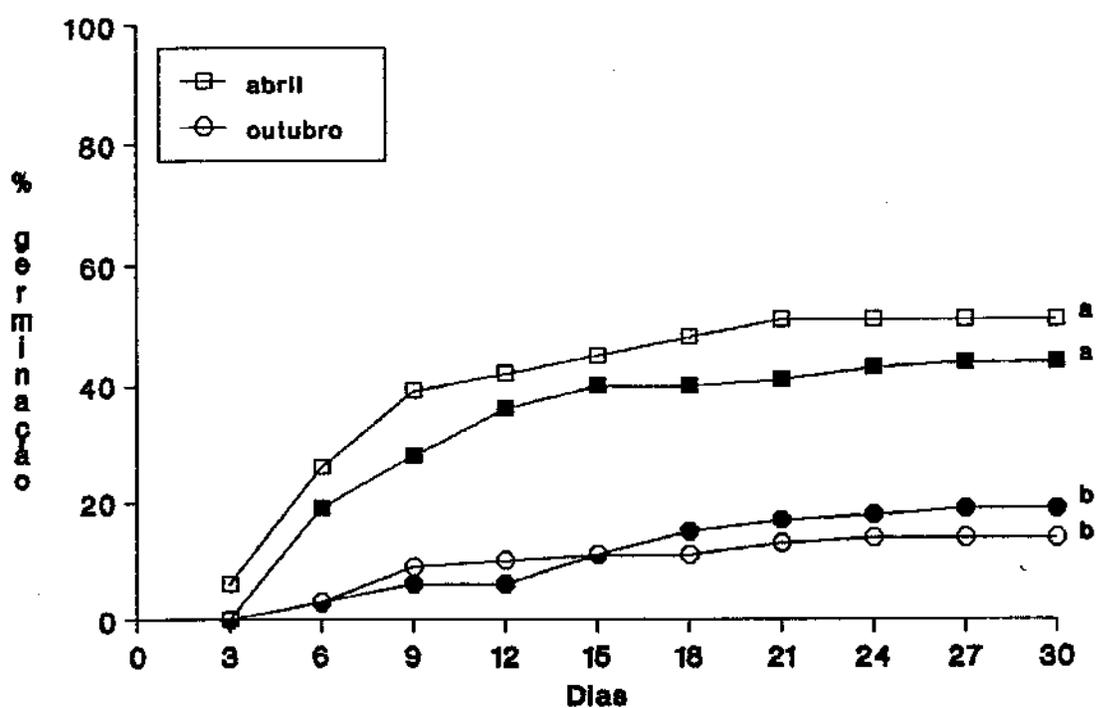


Figura 12 - Efeito do fotoperíodo na germinação de aquênios de *A. hispidum* coletados em abril e outubro, com 7 meses e 1 mês de armazenamento, respectivamente. Símbolos vazios para luz contínua e símbolos cheios para fotoperíodo de 14 horas.

um tempo de armazenamento ou pós-maturação para interrupção da dormência e este tempo parece ser tanto maior quanto mais distante a coleta estiver do mês de setembro.

Tabela VIII - Efeito do mês de coleta e do armazenamento na germinação de aquênios de *A. hispidum*, a 25°C sob luz contínua, 30 dias após o início da embebição.

Mês do teste de germinação	Germinação (%)											
	Mês da coleta											
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
Março	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mai	6	13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junho	10	21	4	26	-	-	-	-	-	-	-	-
Julho	2	17	7	10	1	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	19	29	27	51	10	9	-	-	-	-	-	-
Setembro	8	53	73	73	25	25	87	-	-	-	-	-
Outubro	11	31	23	91	53	76	92	12	-	-	-	-
Novembro	30	51	74	81	80	91	92	14	2	-	-	-
Dezembro	36	49	69	82	50	76	81	28	2	7	-	-
Janeiro	8	35	17	50	36	81	76	27	3	2	20	-
Fevereiro	23	44	55	87	64	95	91	63	3	10	8	9

4. Fotoperíodo durante a produção dos aquênios

As plantas de *A. hispidum* desenvolveram-se, chegaram à maturidade reprodutiva e produção de aquênios em todos os fotoperíodos. A floração foi adiantada no fotoperíodo de 8 horas, ocorrendo 30 dias após a germinação; aos 45 dias as plantas já apresentavam botões florais nos demais fotoperíodos. A senescência ocorreu por volta dos 120 dias em todos os fotoperíodos analisados.

Apenas os aquênios produzidos sob fotoperíodo de 8 e 10 horas e fotoperíodo natural (Fig. 13), no período de agosto a dezembro, apresentaram germinação (Tab. IX). O resultado

final de 8 horas e fotoperíodo natural em casa de vegetação foi estatisticamente superior ao dos demais lotes de aquênios, inclusive dos coletados no campo no mesmo período (Tab. X). O fotoperíodo durante a produção dos aquênios não interferiu na viabilidade dos mesmos.

Tabela X - Porcentagem de germinação e viabilidade de aquênios de *A. hispidum* produzidos em diferentes fotoperíodos, 30 dias após a coleta.

Fotoperíodo	Porcentagem	
	germinação	viabilidade
8 horas	13 a	80
10 horas	1 b	-
12 horas	0 b	-
14 horas	0 b	-
16 horas	0 b	-
18 horas	0 b	75
20 horas	0 b	-
Noite interrompida	0 b	90
Natural (casa veget.)	13 a	90
Natural (campo)	2 b	75

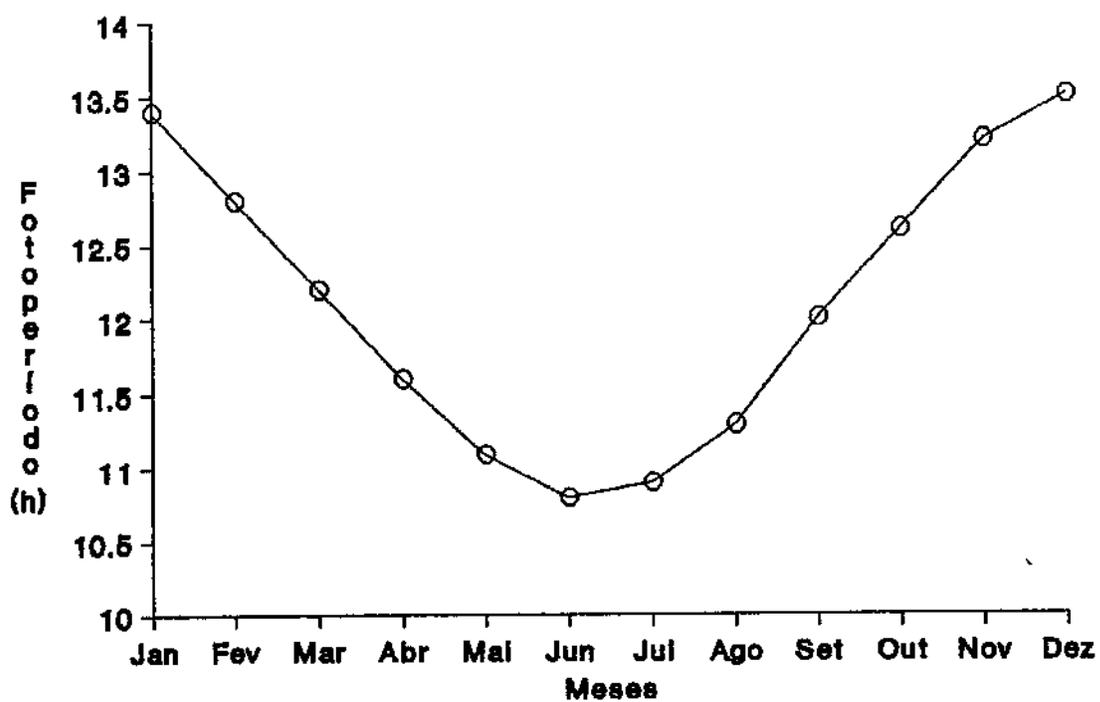


Figura 13 - Duração máxima da insolação diária (fotoperíodo) ao 15º dia de cada mês, na região de Campinas. (Dados interpolados de Smithsonian Meteorological Tables, 6ª ed., 1951, table 171).

IV. DISCUSSÃO

Os aquênios recém-colhidos de *A. hispidum* (março de 1991 a fevereiro de 1992) apresentaram dormência inata, com exceção do lote de setembro. As curvas de temperatura e precipitação (Fig. 3A) mostram que os aquênios coletados em setembro foram produzidos na estação seca e mais fria do período analisado, considerando-se que o ciclo de vida de indivíduos desta espécie é de aproximadamente 120 dias. Em setembro ocorrem as primeiras chuvas e a temperatura começa a subir, sendo este o período em que o solo é preparado para o plantio das culturas. No campo, verificou-se um rápido aparecimento de inúmeras plântulas de *A. hispidum* nos meses de setembro e outubro, confirmando que a quebra da dormência e conseqüentemente a germinação dos aquênios ocorre maciçamente nesta época, como mostram os resultados obtidos em laboratório (Tab. VIII).

A existência de ciclos bem marcantes no comportamento germinativo de *A. hispidum*, com picos de germinação deslocados para uma certa época do ano, independente de quando os aquênios foram produzidos, parece confirmar a existência de estímulo externo, bem como um mecanismo de controle interno, determinando a época de germinação desta espécie (SANTOS, 1983). Sementes de gramíneas nativas das savanas, estudadas por MOTT (1978), apresentaram pico de germinação no início da estação úmida. O fato da germinação ocorrer nesta época, uma vez que parece não existir nenhum

inibidor de germinação nestas sementes, pode ser uma indicação de uma estratégia adaptativa das espécies estudadas. Tais observações parecem se aplicar também a *A. hispidum*.

O ambiente em que as plantas estão expostas durante o desenvolvimento afeta o nível de dormência de suas sementes. Em algumas espécies, a germinabilidade das sementes é dependente de condições específicas de temperatura (SAWHNEY & NAYLOR, 1979; PROBERT *et al.*, 1985; ALLEN & MEYER, 1990; DREW & BROCKLEHURST, 1990) ou de luz, seja em relação à quantidade (fotoperíodo) (POURRAT & JACQUES, 1975; WURZBURGER & KOLLER, 1976; GUTTERMAN, 1978; 1982) ou à qualidade (HAYES & KLEIN, 1974). Em outros casos, é devido à interação de luz e temperatura (HEIDE, *et al.*, 1976; KIGEL, *et al.*, 1977) ou à sazonalidade (GUTTERMAN, 1991).

Dormência inata em sementes recém-colhidas é bastante comum em um grande número de espécies (HAND *et al.*, 1982; BASKIN & BASKIN, 1983; TRIONE & CONY, 1990), sendo esta uma das características que auxiliam a sobrevivência de espécies invasoras em condições desfavoráveis e dificultam a elaboração de métodos para seu controle (POPAY, 1975). Em *Amaranthus hybridus* e *A. viridis* parece que as condições climáticas a que a planta-mãe foi submetida, na época de formação e maturação das sementes, são a causa mais importante da dormência (MALUF & MARTINS, 1991).

Este trabalho mostra que *A. hispidum* é fotoblástica positiva, conforme já descrito por SANTOS (1983) e KLEIN &

FELIPPE (1991). A necessidade de estímulo luminoso para germinar parece ser favorecido por pressão ecológica, especialmente em sementes de invasoras, que são características de solos perturbados. Essas sementes podem estar enterradas e só encontram condições favoráveis para o estabelecimento da plântula quando retornam à superfície (FITTER & HAY, 1983). O fotoblastismo positivo também assegura que sementes pequenas só germinem quando estiverem na superfície do solo ou próximas a ela, evitando que se esgote o material de reserva das mesmas, antes que as plântulas se tornem autotróficas. Esse mecanismo de sobrevivência pode ser fortemente afetado pela maturidade da semente por ocasião da coleta, cor das estruturas que as revestem e condições de luz durante a dessecação e pós-maturação (CRESSWELL & GRIME, 1981).

O tempo de embebição antes do período de luz interfere na resposta germinativa de *A. hispidum*. Aquênios parcialmente embebidos apresentaram baixo percentual de germinação, sendo o máximo obtido com aquênios embebidos por 48 e 72 horas, confirmando os resultados que mostram embebição completa às 48 horas. Muitas sementes que necessitam de luz para germinação não respondem à mesma senão após um período prévio de embebição no escuro (FRANKLAND & TAYLORSON, 1983). Em alface, a fotossensibilidade depende do conteúdo de água das sementes, sendo que a intensidade da resposta é maior com o aumento do conteúdo hídrico (HSIAO & VIDAVER, 1971). Os resultados

desses autores sugerem que o conteúdo de água das sementes é decisivo para a hidratação do fitocromo e sua subsequente ativação e transformação.

Está bem estabelecido que a germinação de sementes fotoblásticas é controlada pelo fitocromo. As regiões do espectro que promovem e inibem a resposta germinativa estão localizadas por volta dos 660nm (vermelho) e 730nm (vermelho-extremo), respectivamente. A irradiação de sementes com luz branca ou vermelha resulta em alto nível de Fve em relação ao fitocromo total, quando a germinação pode ser promovida, enquanto vermelho-extremo resulta em baixo equilíbrio fotoestacionário, por meio do qual a germinação pode ser inibida (ELLIS et al., 1989). A maioria das espécies fotoblásticas positivas apresenta este tipo de resposta ao vermelho e vermelho-extremo, como *Cecropia glaziovii* (VALIDO & JOLY, 1979), *Rumex obtusifolius* (TAKAKI et al., 1981), *Plantago major* (BARTLEY & FRANKLAND, 1984) e *Aster pilosus* (BASKIN & BASKIN, 1985).

Em *A. hispidum*, vermelho e vermelho-extremo promoveram igualmente a germinação, não sendo observada reversibilidade da resposta. Este resultado vem aumentar o número de exceções à resposta clássica mencionada no parágrafo anterior. Resposta semelhante foi também observada em *Bidens pilosa* (VALIDO et al., 1972), *Rumex sanguineus* (FITTER & HAY, 1983) e *Caesulia axillaris* (SINGH & AMRITPHALE, 1992). Germinação não inibida por vermelho-extremo sugere que a mesma não está sob o controle do fitocromo ou que a baixa

razão F_{ve}/F_v estabelecida pelo vermelho-extremo pode permitir que a germinação proceda ou ainda que F_{ve} pode reaparecer de alguma forma intermediária, após a irradiação com vermelho-extremo (FRANKLAND & TAYLORSON, 1983).

Algumas espécies desenvolveram um sistema que as torna capazes de responder a irradiâncias muito baixas ("Very Low Fluence Responses" - VLFR), que estabelece uma baixa razão F_{ve}/F_{total} . Essas sementes são sensíveis a baixa intensidade luminosa, podendo ser induzidas por baixas irradiações com vermelho-extremo. Uma vez que o vermelho-extremo pode induzir a VLFR, pode-se supor que as respostas induzidas por vermelho não serão revertidas pelo vermelho-extremo subsequente (KRONENBERG & KENDRICK, 1986). Os resultados obtidos parecem indicar que os aquênios de *A. hispidum* respondem ao vermelho-extremo pelo sistema VLFR.

Fotoblastismo positivo parece ser uma adaptação de plantas que são intolerantes à cobertura vegetal, uma vez que a luz filtrada pelas folhas é rica em vermelho-extremo (HOLMES & SMITH, 1977; SMITH et al., 1990). Portanto, plantas resistentes ao sombreamento não terão desvantagens se germinarem sob o dossel. Observações em campo mostraram que os espécimes de *A. hispidum* podem estar sujeitos a um certo sombreamento, especialmente entre a cultura de milho, cujos indivíduos têm crescimento extremamente rápido. O fato de aquênios de *A. hispidum* germinarem sob vermelho-extremo e sob intensidade de radiação muito baixa ($9 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) reforça a indicação de que a espécie está adaptada a crescer

sob cobertura vegetal. A taxa germinativa de *A. hispidum* não diferiu estatisticamente sob irradiâncias que variaram de 9 a $72 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, enquanto em sementes de *Scoparia dulcis* foi verificado que a porcentagem de germinação aumentava com o aumento da intensidade de radiação (JAIN & SINGH, 1989).

E comum as sementes modificarem sua resposta fotoblástica em alguma temperatura específica ou durante o armazenamento. Foi verificado que, em sementes de alface (fotoblásticas positivas), quanto maior o período de estocagem, maior sua capacidade para germinar no escuro (CHOI et al., 1989). Em *Dioscorea composita* a sensibilidade à luz é perdida com o armazenamento (VIANA & FELIPPE, 1986). *Zornia reticulata*, cujas sementes mostram-se fotoblásticas negativas, é indiferente à luz sob a temperatura de 35°C (FELIPPE, 1984). Várias sementes fotossensíveis de plantas invasoras apresentam sensibilidade à variação de temperatura (GRIME et al., 1981). Os aquênios de *A. hispidum*, que mostram comportamento fotoblástico positivo, apresentaram percentuais de germinação significativamente maiores no escuro, quando recém-colhidos (lote de setembro) sob a temperatura de 15°C , em relação às demais temperaturas testadas e após 6 meses de armazenamento a 25°C .

Em muitas espécies a cor das sementes é afetada pelas condições ambientais experimentadas pela planta-mãe, estando diretamente relacionada com a viabilidade e o grau de dormência das mesmas. *Ononis sicula*, uma anual de deserto, produz sementes amarelas e com testa impermeável sob dias

longos e sementes esverdeadas ou marrons em dias curtos, sendo as marrons especialmente mais permeáveis que as amarelas (GUTTERMAN & EVENARI, 1972). Algumas espécies típicas do cerrado também produzem sementes com coloração diferenciada. Em *Stylosantes macrocephala* (SILVA & FELIPPE, 1986), as sementes claras apresentam maior germinabilidade que as escuras, enquanto em *Qualea grandiflora* (FELIPPE, 1990) e *Q. cordata* (GODOY & FELIPPE, 1992), as sementes escuras são inviáveis. Em *Amaranthus retroflexus*, o ambiente afeta respostas germinativas específicas, mas não a viabilidade das sementes (KIGEL et al., 1977). No caso de *A. hispidum*, a cor dos aquênios não está relacionada com a dormência e viabilidade dos mesmos.

Assim como em *Tithonia rotundifolia* (UPFOLD & VAN STADEN, 1990), a escarificação mecânica não aumentou a embebição de aquênios de *A. hispidum*, indicando que o envoltório do aquênio não impede a entrada de água. Apesar disto, foi verificado um aumento pequeno, mas significativo na germinação de aquênios desta espécie, quando escarificados.

O caráter sazonal de alterações na dormência, especialmente em regiões temperadas, sugere que a mesma é regulada principalmente pela temperatura (BOUWMEESTER & KARSSSEN, 1992). Quantificação do efeito de temperatura alternada em populações de sementes com diferentes níveis de dormência é essencial para predizer a época de interrupção da mesma no campo (BENECH ARNOLD et al., 1990).

Ciclos de temperatura alternada aumentam a germinação de *Themeda australis* em relação a temperaturas constantes (GROVES et al., 1982) e sementes de *Solanum elaeagnifolium* só germinam sob regime de alternância de temperatura (TRIONE & CONY, 1990). Estudos com *Sorghum halepense* mostraram que essa espécie requer pelo menos um ciclo de flutuação de temperatura para germinar. Isto é suficiente para quebrar a dormência e estimular a germinação, podendo a mesma se completar em temperatura constante (BENECH ARNOLD et al., 1990).

Em *A. hispidum* a alternância de 25/15°C, sob luz contínua, aumentou a porcentagem final de germinação em relação à temperatura constante de 25°C. A alternância de 25/15°C se aproxima da flutuação de temperatura (dia/noite) no campo, no mês de setembro. Apesar da maioria dos aquênios armazenados ter perdido sua dormência inata no laboratório, germinando sob a temperatura constante de 25°C neste período, o resultado da alternância de 25/15°C parece ser uma indicação de que parte dos aquênios podem ter sua dormência interrompida pelas condições de temperatura encontradas no campo nesta época do ano.

Para muitas espécies, a taxa germinativa da semente muda com o comprimento do período de incubação no escuro, antes da luz (DUKE et al., 1977). Aumento da germinação, com o aumento do período de incubação no escuro antes do tratamento com luz, foi observado em *Portulaca oleracea* (POPAY, 1974), *Talinum triangulare* (NWOKE, 1982),

Oldenlandia corymbosa (CORBINEAU & COME, 1985) e *Petunia hybrida* (GIRARD, 1990).

Incubação no escuro, antes do período de luz, foi o tratamento mais eficiente para quebrar a dormência de aquênios de *A. hispidum*. Esta resposta parece ser uma adaptação ecológica da espécie, uma vez que, sendo invasora de culturas, vive em solos periodicamente perturbados e revolvidos, ficando grande parte de seus aquênios enterrados após a colheita. Portanto, quando o solo for revolvido por ocasião do próximo plantio, que normalmente ocorre após o início do período chuvoso, os aquênios vêm à superfície do solo já estando parcial ou totalmente embebidos e quando recebem luz, mesmo que de baixa intensidade, eles germinam prontamente. Essas considerações se aplicam especialmente aos aquênios de março, que não perdem a dormência inata com o armazenamento, mas certamente passarão por esse processo no campo, quando poderão ter seu estado de dormência interrompido.

Choques de temperatura alta promoveram a germinação em *Porophyllum lanceolatum* (FELIPPE et al., 1971) e *Rumex obtusifolius* (TAKAKI et al., 1981) não sendo porém, eficientes para promover a germinação em aquênios de *A. hispidum*.

E comum, em espécies de regiões temperadas, o requerimento de um período de frio para a germinação de suas sementes. Estratificação aumenta a germinação de sementes que estão adaptadas a perderem sua dormência em temperaturas

baixas no inverno, germinando no início da primavera como *Solidago shortii* (BUCHELE et al., 1991). Espécies tropicais também podem apresentar resposta positiva ao frio, como é o caso de *Impatiens wallerana* (SOUZA & PEREIRA, 1992). Apesar do pico de germinação de *A. hispidum* ser no início da primavera, ou seja, logo após o inverno, estratificação não estimulou a germinação de seus aquênios.

Os reguladores de crescimento como giberelinas, citocininas e indutores de liberação de etileno quebram a dormência de sementes que normalmente requerem frio, luz ou pós-maturação para germinar (BEWLEY & BLACK, 1985). Em *Myrica pennsylvanicum*, GA₃ diminui o tempo de estratificação necessário e aumenta o percentual total de germinação, enquanto cinetina não tem efeito (HAMILTON & CARPENTER, 1977). GA₃ promove a germinação de sementes de muitas espécies como *Porophyllum lanceolatum* (FELIPPE & LUCAS, 1971), *Onopordum acanthium* (YOUNG & EVANS, 1972), *O. nervosum* (PEREZ-GARCIA & DURAN, 1990), *Tithonia rotundifolia* (UPFOLD & STADEN, 1990), *Amaranthus retroflexus* (TEITZ et al., 1990) e *Cercis canadensis* (GENEVE, 1991) e não afeta a germinação de *Actinocladum verticillatum* (FELIPPE & FILGUEIRAS, 1986) e de algumas espécies de *Cistus* (CORRAL et al. 1990). Citocinina aumenta a germinação de embriões de maçã isolados de sementes dormentes e parcialmente estratificados (SINSKA, 1989). Em *A. hispidum*, aplicações de GA₃ e 6-BA não estimularam a germinação de seus aquênios.

Etileno tem recebido cada vez mais atenção como

estimulador da germinação de sementes e como um instrumento potencial no controle de invasoras (SCHONBEK & EBLEY, 1980). ADKINS & ROSS (1981), estudando o papel do etileno na quebra da dormência de *Avena fatua*, sugeriram que a aplicação de CEPA no solo, em épocas específicas do ano, pode resultar em aumento na germinação das sementes desta espécie estocadas no solo, sendo proveitoso para o controle da mesma.

Ao estudar a resposta de sementes de invasoras ao etileno, TAYLORSON (1979) verificou que o mesmo promove a germinação de *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Rumex crispus* e *R. obtusifolius* e inibe a germinação de *Potentilla norvegica* e *Solanum carolinense*. Outras espécies também têm a germinação de suas sementes promovida por etileno, como é o caso de alface (DUNLAP & MORGAN, 1977; ABELES, 1986) e *Cercis canadensis* (GENEVE, 1991), além da espécie estudada neste trabalho.

Fotoperíodo de 14 horas não alterou a resposta germinativa dos aquênios de *A. hispidum*, em relação à luz contínua. FELIPPE et al. (1971) verificaram que em *Porophyllum lanceolatum*, fotoperíodos de 8 e 16 horas eram mais efetivos que luz contínua, sugerindo a necessidade de períodos de escuro para melhorar a germinação, apesar da germinação desta espécie ser parcialmente inibida por exposição a escuro contínuo.

De acordo com GUTTERMAN (1985), quase todas as espécies de invasoras são capazes de florescer dentro de um curto

espaço de tempo após a germinação, não sendo influenciadas pelo comprimento do dia ou florescendo em muitos deles. *A. hispidum* floresceu em todos os fotoperíodos analisados, num período de tempo que variou de 30 a 45 dias, produzindo aquênios viáveis em todos eles.

Aquênios produzidos sob fotoperíodo de 8 horas e fotoperíodo natural, em casa de vegetação (agosto a dezembro), apresentaram germinação estatisticamente superior à dos demais aquênios. Parece que o fotoperíodo em que se dá a produção e/ou a maturação dos aquênios interfere no nível de dormência de aquênios recém-colhidos, não sendo porém, o único fator determinante das diferenças encontradas neste trabalho, uma vez todos os lotes produzidos mostraram-se dormentes.

Comportamento germinativo de sementes, estudado sob condições controladas, dão indicações de suas respostas a estímulos específicos, não revelando necessariamente o comportamento das sementes em seu ambiente natural. No solo muitas variáveis interagem simultaneamente e em graus variados, especialmente em sementes de invasoras (TAYLORSON, 1970). Portanto, a germinabilidade dos aquênios de *A. hispidum*, por ocasião da coleta, pode então estar relacionada com a interação de fatores como fotoperíodo, temperatura e as condições hídricas do solo durante a produção dos mesmos.

V. RESUMO

A expressão genética do comportamento germinativo de populações naturais é significativamente influenciada pelo ambiente. Os mecanismos envolvidos na dormência e germinação de sementes são de grande importância adaptativa, assegurando que a emergência da plântula ocorra onde e quando seja mais adequado. Os objetivos deste trabalho foram estudar o comportamento germinativo de aquênios de *A. hispidum* e determinar os fatores que atuam na interrupção da dormência dos mesmos.

A. hispidum produz alta porcentagem de aquênios viáveis, que são dormentes imediatamente após a coleta, com exceção do lote de setembro. O processo de embebição desses aquênios é relativamente lento, não havendo diferença entre intactos e escarificados. A cor dos aquênios não está relacionada com a dormência e a viabilidade dos mesmos.

Os aquênios mostraram-se fotoblásticos positivos e essa resposta não foi alterada com o armazenamento. O tempo de embebição antes do período de luz interfere na resposta germinativa de *A. hispidum*. Aquênios parcialmente embebidos apresentaram menor taxa germinativa que aquênios completamente embebidos. Vermelho e vermelho-extremo promoveram igualmente a germinação, não havendo reversibilidade da resposta. Intensidade de radiação não é limitante para a germinação desta espécie.

Aquênios dormentes foram submetidos a vários

tratamentos. Temperaturas constantes, na faixa de 10 a 40°C, não foram efetivas para interromper o estado de dormência, apenas a alternância de 25/15°C aumentou o percentual final de germinação.

Incubação no escuro, antes do período de luz, foi o tratamento mais eficiente para quebrar a dormência inata dos aquênios de *A. hispidum*. Aplicações de GA₃ e 6-BA não estimularam a germinação, apenas CEPA 10⁻²M promoveu a germinação dos aquênios. Escarificação mecânica aumentou a germinação, em relação ao controle.

Lixiviação, estratificação, choques de temperatura alta e fotoperíodo de 14 horas não estimularam a germinação.

Fotoperíodo durante a produção dos aquênios interferiu no nível de dormência dos mesmos. Aquênios produzidos sob fotoperíodo de 8 horas e natural (agosto a dezembro) em casa de vegetação germinaram melhor que os aquênios produzidos nos demais fotoperíodos.

A germinabilidade dos aquênios de *A. hispidum* parece estar relacionada com a interação de fatores climáticos (fotoperíodo, temperatura e condições hídricas) durante a produção dos mesmos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABELES, F.B. 1986. Role of ethylene in *Lactuca sativa* cv Grand Rapids seed germination. *Plant Physiol.* 81: 780-787.
- ADKINS, S.W. & ROSS, J.D. 1981. Studies in wild oat seed dormancy. I. The role of ethylene in dormancy breakage and germination of wild oat seeds (*Avena fatua* L.). *Plant Physiol.* 67: 358-362.
- ALLEN, P.S. & MEYER, S.E. 1990. Temperature requirements for seed germination of three *Penstemon* species. *HortSci.* 25: 191-193.
- ARANHA, C.; BACCHI, O. & LEITÃO FILHO, H.F. 1975. *Plantas invasoras de culturas no estado de São Paulo*. vol II Hucitec, Ministério da Agricultura, São Paulo. 597pp.
- ARANHA, C.; LEITÃO FILHO, H.F. & YAHN, C.A. 1988. *Sistemática de plantas invasoras*. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, SP. 174pp.
- AULD, B.A.; MENZ, K.M. & TISDELL, C.A. 1987. *Weed control economics*. Academic Press, London. 177pp.
- BARTLEY, M.R. & FRANKLAND, B. 1984. Phytochrome intermediates and action for light perception by dry seeds. *Plant Physiol.* 74: 601-604.
- BASKIN, J. M. & BASKIN, C.C. 1983. Germination ecology of *Veronica arvensis*. *J. Ecol.* 71: 57-68.
- BASKIN, J.M. & BASKIN, C.C. 1985. The light requirement for germination of *Aster pilosus* seeds: temporal aspects and ecological consequences. *J. Ecol.* 73: 765-773.
- BENECH ARNOLD, R.L.; GHERSA, C.M.; SANCHEZ, R.A. & INSAUSTI, P. 1990. Temperature effects on dormancy release and

- germination rate in *Sorghum haelpense* (L.) Pers. seeds: a quantitative analysis. *Weed Res.* 30: 81-89.
- BERLYN, G.P. 1972. Seed germination and morphogenesis. In: T.T.KOZLOZOWSK (ed.), *Seed biology*. vol. I, Academic Press, New York. pp.223-312.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. vol. 2 Springer-Verlag, Berlin. 375pp.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1985. *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press, New York. 367pp.
- BOUWMEESTER, H.J. & KARSSSEN, C.M. 1992. The dual role of temperature in the regulation of the seasonal changes in dormancy and germination of seeds of *Polygonum persicaria* L. *Oecologia* 90: 88-94.
- BUCHELE, D.E.; BASKIN, J.M. & BASKIN, C.C. 1991. Ecology of the endangered species *Solidago shortii*. III. Seed germination ecology. *Bull. Torrey Bot. Club* 118: 288-291.
- CARDOSO, V.J.M. & FELIPPE, G.M. 1988. Relationship between far-red and supra-optimal temperature on the germination of *Cucumis anguria* L. *Rev. Brasil. Biol.* 48: 645-649.
- CHOI, K.; WATANABE, M. & FURUYA, M. 1989. Effects of long-term storage on phytochrome-mediated germination in lettuce seeds. *Bot. Mag.* 102: 181-191.
- CORBINEAU, F. & COME, D. 1985. Effect of temperature, oxygen, and gibberellic acid on the development of photosensitivity in *Dldenlandia corymbosa* L. seeds during their incubation in darkness. *Plant Physiol.* 79: 411-414.
- CORRAL, R. ; PITA, J.M. & PEREZ-GARCIA, F. 1990. Some aspects of seed germination in four species of *Cistus* L.

- Seed Sci. & Technol. 18: 321-325.**
- COURTNEY, A.D. 1968. Seed dormancy and field emergence in *Polygonum aviculare*. **J. Appl. Ecol. 5: 675-684.**
- CRESSWELL, E.G. & GRIME, J.P. 1981. Induction of a light requirement during seed development and its ecological consequences. **Nature 291: 583-585.**
- DELOUCH, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M. & LIENHARD, M. 1962. The tetrazolium test for seed viability. **Miss Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. 51: 1-63**
- DREW, R.L. & BROCKLEHURST, P.A. 1990. Effects of temperature of mother-plant environment on yield and germination of seeds of lettuce (*Lactuca sativa*). **Ann. Bot. 66: 63-71.**
- DUKE, S.O.; EGGLEY, G.H. & REGER, B.J. 1977. Model for variable light sensitivity in imbibed dark-dormant seeds. **Plant Physiol. 59: 244-249.**
- DUNLAP, J.R. & MORGAN, P.W. 1977. Characterization of ethylene/gibberellic acid control of germination in *Lactuca sativa* L. **Plant Cell Physiol. 18: 561-568.**
- EGGLEY, G.H. & DUKE, S.O. 1985. Physiology of weed seed dormancy and germination. in: S.O.DUKE (ed.). **Weed physiology. vol. I CRC Press, Florida. pp.27-64.**
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D. & ROBERTS, E.H. 1989. Response of seed germination in three genera of Compositae to white light of varying photon flux density and photoperiod. **J. Exp. Bot. 40: 13-22.**
- FELIPPE, G.M. 1984. Germinação de *Zornia reticulata*, uma espécie dos cerrados. **Anais IV Congr. SBSP: 7-13.**
- FELIPPE, G.M. 1990. *Qualea grandiflora*: the seed and its germination. **Revta brasil. Bot. 13: 33-37.**

- FELIPPE, G.M. & FILGUEIRAS, T.S. 1986. Germination of *Actinocladum verticillatum* (Ness) McClure ex Soderstrom, a bamboo from the Brazilian "cerrado" vegetation: short communication. *Hoehnea* 13: 95-100.
- FELIPPE, G.M. & LUCAS, N.M.C. 1971. Estudos de germinação em *Porophyllum lanceolatum* DC. II - efeito de luz vermelha, GA₃ e CCC. *Hoehnea* 1: 11-19.
- FELIPPE, G.M.; GIULIETTI, A.M. & LUCAS, N.M.C. 1971. Estudos de germinação em *Porophyllum lanceolatum* DC. I - Efeito de luz, temperatura e fotoperíodo. *Hoehnea* 1: 1-9.
- FITTER, A.H. & HAY, R.K.M. 1983. *Environmental physiology of plants*. Academic Press. London. 355pp.
- FRANKLAND, B. & TAYLORSON, R. 1983. Light control of seed germination. in: W. SHROPSHIRE Jr & H. MOHR (eds.) *Enciclopedia of plant physiology*, New series vol. 16A. Springer-Verlag, Berlin. pp.428-456.
- GENEVE, R.L. 1991. Seed dormancy in Earsten redbud (*Cercis canadensis*). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 85-88.
- GIRARD, J. 1990. Study of the inheritance of seed primary dormancy and the ability to enter secondary dormancy in *Petunia*: influence of temperature, light and gibberellic acid on dormancy. *Plant Cell Environ.* 13: 827-832.
- GODOY, S.M.A. & FELIPPE, G.M. 1992. *Qualea cordata*: a semente e sua germinação. *Revta brasil. Bot.* 15: 17-21.
- GRAY, D. & THOMAS, T.H. 1982. Seed germination and seedling emergence as influenced by the position of development of the seed on, and chemical applications to, the parent plant. In: A.A.KHAN (ed.) *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam. pp. 81-109.

- GRIME, J.P.; MASON, G.; CURTIS, A.V.; RODMAN, J.; BAND, S.R.; MOWFORTH, M.A.G.; NEAL, A.M. & SHAW, S. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. *J. Ecol.* **69**: 1017-1059.
- GROVES, R.L.; HAGON, M.W. & RAMAKRISHNAN, P.S. 1982. Dormancy and germination of seed of eight populations of *Themeda australis*. *Aust. J. Bot.* **30**: 373-386.
- GUTTERMAN, Y. 1978. Germinability of seeds as a function of maternal environment. *Acta Hortic.* **83**: 49-55.
- GUTTERMAN, Y. 1980/81. Influences on seed germinability: phenotypic maternal effects during seed maturation. *Isr. J. Bot.* **29**: 105-117.
- GUTTERMAN, Y. 1982. Phenotypic maternal effect of photoperiod on seed germination. In: A.A. KHAN (ed.), *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam. pp.67-79.
- GUTTERMAN, Y. 1985. Flowering, seed development, and the influences during seed maturation of seed germination of annual weeds. In: S.O. DUKE (ed.), *Weed physiology*. CRC Press, Florida. pp.1-25.
- GUTTERMAN, Y. 1991. Comparative germination of seeds, matured during winter or summer, of some bi-seasonal flowering perennial desert Aizoaceae. *J. Arid Environm.* **21**: 283-291.
- GUTTERMAN, Y. & EVENARI, M. 1972. The influence of daylength on seed coat colour, an index of water permeability, of the desert annual *Ononis sicula* Guss. *J. Ecol.* **60**: 713-719.
- HAMILTON, D.F. & CARPENTER, P.L. 1977. Seed germination of

- Myrica pennsylvanicum* L. HortSci. 12: 565-566.
- HAND, D.J.; CRAIG, G.; TAKAKI, M. & KENDRICK, R.E. 1982. Interaction of light and temperature on seed germination of *Rumex obtusifolius* L. Planta 156: 457-460.
- HAYES, R.G. & KLEIN, W.H. 1974. Spectral quality influence of light during development of *Arabidopsis thaliana* plants in regulating seed germination. Plant Cell Physiol. 15: 643-653.
- HEIDE, O.M.; JUNTILLA, D. & SAMUELSEN, R.T. 1976. Seeds germination and bolting in red beet as affected by parent plant environment. Physiol. Plant. 36: 343-349.
- HOLMES, M.G. & SMITH, H. 1977. The function of phytochrome in the natural environment. II. The influence of vegetation canopies on the spectral energy distribution of natural daylight. Photochem. Photobiol. 25: 539-545.
- HSIAO, A.I. & VIDAVER, W. 1971. Seed water content in relation to phytochrome-mediated germination of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L. var. Grand Rapids). Can. J. Bot. 49: 111-115.
- JAIN, R. & SINGH, M. 1989. Factors affecting goatweed (*Scoparia dulcis*) seed germination. Weed Sci. 37: 766-770.
- KIGEL, J.; OFIR, M. & KOLLER, D. 1977. Control of the germination responses of *Amaranthus retroflexus* L. seeds by their parental photothermal environment. J. Exp. Bot. 28: 1125-1136.
- KLEIN, A. & FELIPPE, G.M. 1991. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. Pesq. agropec. bras. 26: 955-966.
- KRONENBERG, G.H.M. & KENDRICK, R.E. 1986. Phytochrome: The

- physiology of action. In: R.E. KENDRICK & G.H.M. KRONENBERG (eds.) *Photomorphogenesis in plants*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. pp.99-134.
- KUIPER, P.J.C. 1990. Review analysis of phenotypic responses of plants to changes in the environment in terms of stress and adaptation. *Acta Bot. Neerl.* 39: 217-227.
- MALUF, A.M. & MARTINS, P.S. 1991. Germinação de sementes de *Amaranthus hybridus* L. e *A. viridis* L. *Rev. Brasil. Biol.* 51: 417-425.
- MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. 1982. *The germination of seeds*. Pergamon Press, New York. 211pp.
- MOTT, J.J. 1978. Dormancy and germination in five native grass species from savannah woodland communities of the Northern Territory. *Aust. J. Bot.* 26: 621-631.
- NAVAS, M.L. 1991. Using plant population biology in weed research: a strategy to improve weed management. *Weed Res.* 31: 171-179.
- NWOKE, F.I.O. 1982. Effects of photoperiod on germination of seeds of *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd.. *Ann. Bot.* 49: 23-29.
- PEREZ-GARCIA, F. & DURAN, J.M. 1990. The effect of gibberellic acid on germination of *Onopordum nervosum* Boiss. seeds. *Seed Sci. & Technol.* 18: 83-88.
- POPAY, A.I. 1974. Investigations into the behaviour of the seeds of some tropical weeds. I. Laboratory germination tests. *E. A. agric. For. J.* 40: 31-43.
- POPAY, A.I. 1975. Investigations into the behaviour of the seeds of some tropical weeds. II. Dry soil storage and seasonal germinations. *E. A. agric. For. J.* 40: 408-415.

- POURRAT, V. & JACQUES, R. 1975. The influence of photoperiodic conditions received by the mother plant on morphological and physiological characteristics of *Chenopodium polyspermum* L. seeds. *Plant. Sci. Lett.* 4: 273-279.
- PROBERT, R.J.; SMITH, R.D. & BIRCH, P. 1985. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of *Dactylis glomerata* L. II. The genetic and environmental components of germination. *New Phytol.* 99: 317-322.
- RADOSEVICH, S. & HOLT, J.S. 1984. *Weed ecology*. John Wiley & Sons, New York. 265pp.
- ROBERTS, E.H. & TOTTERDELL, S. 1981. Seed dormancy in *Rumex* species in response to environmental factors. *Plant Cell Environm.* 4: 97-106.
- ROBERTS, H.A. 1979. Periodicity of seedling emergence and seed survival in some Umbelliferae. *J. Appl. Ecol.* 16: 195-201.
- ROBERTS, H.A. & CHANCELLOR, R.J. 1979. Periodicity of seedling emergence and achene survival in some species of *Carduus*, *Cirsium* and *Onopordium*. *J. Appl. Ecol.* 16: 641-647.
- SANTOS, F.A.M. 1983. Aspectos da dinâmica de populações de *Acanthospermum hispidum* DC. (Compositae), uma planta invasora. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 193pp.
- SAWHNEY, R. & NAYLOR, J.M. 1979. Dormancy studies in seed of *Avena fatua*. 9. Demonstration of genetic variability affecting the response to temperature during seed development. *Can. J. Bot.* 57: 59-63.

- SCHONBEK, M.W. & EGLEY, G.H. 1980. Effects of temperature, water potential, and light on germination responses of redroot pigweed seed to ethylene. *Plant Physiol.* 65: 1149-1154.
- SILVA, J.C.S. & FELIPPE, G.M. 1986. Germination of *Stylosantes macrocephala*. *Revta brasil. Bot.* 9: 263-268.
- SINGH, B. & AMRITPHALE, D. 1992. Effect of light and its interation with nitrate and ammonium ions in seed germination of *Caesulia axillaris*. *Physiol. Plant.* 85: 43-48.
- SINSKA, I. 1989. Interation of ethephon with cytokinin and gibberellin during the removal of apple seed dormancy and germination of embryos. *Plant Sci.* 64: 39-44.
- SMITH, H.; CASAL, J.J. & JACKSON, G.M. 1990. Reflection signals and the perception by phytochrome of the proximity of neighbouring vegetation. *Plant Cell Environ.* 13: 73-78.
- SNEDECOR, G.M. 1962. **Statistical methods.** Iowa, The Iowa State University Press. 534pp.
- SOUZA, R.P. & FERREIRA, M.F.D.A. 1992. Interação de luz, GAs e estratificação na germinação de sementes de *Impatiens wallerana*. *Rev. brasil. Fisiologia Vegetal* 4: 21-25.
- TAKAKI, M.; KENDRICK, R.E. & DIETRICH, S.M.C. 1981. Interaction of light and temperature on the germination of *Rumex obtusifolius* L.. *Planta* 152: 209-214.
- TAYLORSON, R.B. 1970. Changes in dormancy and viability of weed seeds in soils. *Weed Sci.* 18: 265-269.
- TAYLORSON, R.B. 1979. Response of weed seeds to ethylene and related hydrocarbons. *Weed Sci.* 27: 7-10.

- TEITZ, A.Y.; GORSKI, S.F. & McDONALD, M.B. 1990. The dormancy of livid amaranth (*Amaranthus lividus* L.) seeds. *Seed Sci. & Technol.* 18: 781-789.
- TRIONE, S.O. & CONY, M.A. 1990. Thermoperiodism and other physiological traits of *Solanum elaeagnifolium* seeds in relation to germination. *Seed Sci. & Technol.* 18: 525-539.
- UPFOLD, S.J. & STADEN, J.VAN 1990. The germination characteristics of *Tithonia rotundifolia*. *Ann. Bot.* 66: 57-62.
- VÁLIO, I.F.M. & JOLY, C.A. 1979. Light sensitivity of the seeds on the distribution of *Cecropia glaziovii* Snethlage (Moraceae). *Z. Pflanzenphysiol.* 91: 371-376.
- VÁLIO, I.F.M.; KIRSZENZAFT, S.L. & ROCHA, R.F. 1972. Germination of achenes of *Bidens pilosa* L. effect of light of different wavelenghts. *New Phytol.* 71: 677-682.
- VIANA, A.M. & FELIPPE, G.M. 1986. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Dioscorea composita*. *Revta brasil. Bot.* 9: 109-115.
- VILLIERS, T.A. 1975. **Dormancy and the survival of plants.** Edward Arnold (Publishers) Limited, London. 67pp.
- WAREING, P.F.; STADEN, J.VAN & WEBB, D.P. 1973. Endogenous hormones in the control of seed dormancy. In: W. HEYDECKER (ed.) *Seed ecology.* Butterworths, London. pp. 145-155.
- WURZBURGER, J. & KOLLER, D. 1976. Differential effects of the parental photothermal environment on development of dormancy in caryopses of *Aegilops kotschyi*. *J. Exp. Bot.* 27: 43-48.
- YOUNG, J.A. & EVANS, R.A. 1972. Germination and persistence of achenes of Scotch thistle. *Weed Sci.* 20: 98-101.