

Este exemplar corresponde ao material a ser usado.
Este documento pertence ao acervo da Biblioteca
do Instituto de Biologia e é propriedade da
Comissão Julgadora. 20/2/91
Tupã, 20 de fevereiro de 1991



SEMENTES DE Euphorbia heterophylla L. (AMENDOIM-
BRAVO): OCORRÊNCIA DE POLIMORFISMO E CONTROLE DA
GERMINAÇÃO

CECILIA NAHOMI KAWAGOE SUDA

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do tí-
tulo de Mestre em Ciências Bioló-
gicas na área de Biologia Vegetal.

BC/1905-12

C A M P I N A S
1 9 9 1

Su21s
13488/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Ao

RICARDO e ALEXIS,

força e coragem de minha vida

Ao

Dr. JARBAS F. GIORGINI,

que iniciou-me no caminho da

Ciência

Agradecimentos

À Dra. Maria de Fátima D. A. Pereira, pela orientação e amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da Bolsa de Mestrado.

Aos Drs. Gerson Mucillo e Creusa Maria Roveri Dal-Bó, do Departamento de Geologia, Física e Matemática, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; e ao Dr. Aquiles Piedra-Buena, do Departamento de Genética, do Instituto de Biologia, da Universidade Estadual de Campinas, pelo auxílio na execução de análises estatísticas

Ao Sr. Joaquim Tomé Leite Elias e às Sras. Ana Maria Pinotti e Clélia Camargo Cardoso, da Seção de Computação da Prefeitura do Campus Administrativo de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, pela assessoria na confecção de gráficos e digitação desta tese.

Aos colegas Kuniko I. Haga, Felício R. Arasaki, Rogéria P. Souza, Cláudia R. B. Haddad, Toshico Oniki, Julieta A. Almeida e a todos os demais colegas do Departamento de Fisiologia Vegetal, pela amizade e colaboração tanto nas atividades acadêmicas quanto na vida pessoal.

A todos os docentes e funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal, do Instituto de Biologia, da Universidade Estadual de Campinas, que direta ou indiretamente colaboraram para que o presente trabalho fosse realizado.

7.2. Efeito do Perclorato de Mercúrio.....	27
8. Análise Estatística.....	28
9. Cálculo do Tempo Médio de Germinação.....	28
Resultados.....	30
1. Polimorfismo de Sementes de <u>E. heterophylla</u>	30
1.1. Sementes Provenientes de Frutos Maduros.....	30
1.1.1. Germinação.....	30
1.1.2. Estudo Morfológico de Cada um dos Tipos de Sementes.....	30
1.1.3. Frequência de Cada um dos Tipos de Sementes em Diferentes Épocas do Ano.....	35
1.1.4. Efeito da Condição de Desenvolvimento da Planta Parental sobre o Polimorfismo.....	35
1.1.4.1. Efeito do Sombreamento.....	35
1.1.4.2. Efeito do Fotoperíodo.....	38
1.1.5. Efeito Alelopático das Sementes Brancas.....	42
1.2. Sementes Provenientes de Frutos Verdes.....	45
1.2.1. Frequência de Cada Tipo de Semente.....	45
1.2.2. Germinação.....	48
2. Efeito da Temperatura e da Luz sobre a Germinação de Sementes Escuras Provenientes de Frutos Maduros.....	48
2.1. Efeito de Temperaturas Constantes e de Luz.....	54
2.2. Efeito de Temperaturas Alternadas e de Luz.....	54
3. Efeito do Tempo de Estocagem.....	55
4. Efeito da Presença do Tegumento.....	57

5. Influência de Fatores Ambientais sobre o Desenvolvimento e Germinação de Sementes de <i>E. heterophylla</i>	57
5.1. Efeito do Sombreamento.....	57
5.1.1. Desenvolvimento da Planta Parental.....	57
5.1.2. Germinação.....	60
5.2. Efeito de Diferentes Fotoperíodos.....	60
5.2.1. Desenvolvimento da Planta Parental.....	60
5.2.2. Germinação.....	66
6. Efeito da Condição de Dessecação do Fruto sobre o Fotoblastismo de Cada um dos Tipos de Sementes.....	69
7. Efeito do Etileno sobre a Germinação de Sementes Escuras.....	71
7.1. Dosagem do Etileno Endógeno.....	71
7.2. Efeito do Nitrato de Prata na Germinação.....	73
7.3. Efeito do Perclorato de Mercúrio na Germinação.....	73
Discussão.....	76
Conclusões.....	119
Resumo.....	120
Referências Bibliográficas.....	122
Lista de Abreviações Utilizadas.....	140

INTRODUÇÃO.

Euphorbia heterophylla L. (amendoim-bravo) é uma espécie nativa da América tropical e subtropical. Ocorre em outras regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo considerada em 6 países destas regiões como a principal planta invasora dos campos agrícolas, e em 22 países como planta invasora de grande importância (Wilson, 1981). Entretanto, na Nigéria é considerada também planta medicinal utilizada como purgativo pelos herboristas e de ação comprovada por estudos farmacológicos (Akubue et al., 1983). No Brasil ocorre nas regiões sul, sudeste, centro-oeste e nordeste (Lorenzi, 1982). Há referências de infestação de culturas de café (Blanco, 1983), cana-de-açúcar (Instituto Agrônômico do Paraná, 1977), milho (Gelmini, 1982), algodão (Gelmini & Cruz, 1983) e de soja (Guedes & Wiles, 1976; Cerdeira et al., 1981).

E. heterophylla é uma espécie de difícil controle, pois segundo Cerdeira et al. (1981) é resistente a todos os herbicidas utilizados na cultura de soja exceto "acifluorfen" (5-2[(cloro-4-trifluorometil)fenoxi]-2-nitrobenzoato de sódio).

Santos & Corso (1986) verificaram a ação do "diuron" (3-[3,4-diclorofenil]-1,1-dimetil-uréia) sobre a germinação, pré-emergência e pós-emergência da espécie, tendo observado que este composto estimulou a germinação na fase inicial e inibiu, a partir do 2º dia, quando aplicado na concentração de $6,7 \times 10^{-4}M$. A

aplicação do "diuron" na pré-emergência e na pós-emergência induziu o desenvolvimento anormal da planta.

E. heterophylla reproduz-se exclusivamente por sementes e seu ciclo é de aproximadamente 100 dias (Bacchi et al., 1984). As sementes desta espécie são dispersas por um mecanismo explosivo do fruto capsular. A deiscência do fruto ocorre geralmente entre 11 e 16 horas (no período mais quente do dia) (Egunjobi & Kupoluyi, 1973). A semente é ovóide, com uma das extremidades aguda e a outra truncada e geralmente um pouco côncava, de secção transversal quadrangular-arredondada, com 2,5-2,9 mm de comprimento por 2,1-2,5 mm em sua maior largura, tegumento áspero e de coloração um tanto variável, sendo o fundo de marrom-claro a negro; superficialmente verificam-se pequenas protuberâncias verruciformes dispostas irregularmente e de coloração mais clara ou esbranquiçada que o fundo (Bacchi et al., 1984). Segundo Egunjobi & Kupoluyi (1973) a semente apresenta carúncula conspícua, entretanto, as sementes coletadas na região de Campinas (S.P.) apresentam uma carúncula rudimentar e quase imperceptível a olho nu.

As sementes de E. heterophylla apresentam variações na coloração da testa (Bacchi et al., 1984). Gusman et al. (1986) agruparam as sementes em escuras (pretas), intermediárias (marrom-escuras), claras (marrom-claras) e abortivas (brancas) com base na tonalidade da coloração da testa.

O polimorfismo de sementes (também conhecido como heteromorfia, heteroblastia ou heterogeneidade fisiológica) ocorre

quando há produção de sementes de diferentes tamanhos, formas, estruturas internas ou níveis de dormência (Harper et al., 1970; Bewley & Black, 1982).

O polimorfismo de sementes é comum em certas famílias de plantas tais como Chenopodiaceae, Compositae (particularmente Liguliflorae), Graminae e Cruciferae (Harper et al., 1970). Os casos mais conhecidos de polimorfismo de sementes são de Salsola volkensis que pode apresentar embriões clorofilados ou aclorofilados e Saueda que pode ou não apresentar endosperma (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1982).

O polimorfismo de sementes é classificado em genético ou somático. A primeira forma é dependente da segregação cromossômica enquanto que a segunda forma é independente disso. O polimorfismo somático é determinado por fatores externos e internos aos quais está submetida a planta parental (Harper et al., 1970).

Um caso de polimorfismo genético é o de Spergula arvensis que apresenta 2 tipos de sementes: com testa lisa ou com papilas, sendo que este caráter é determinado por um único gene. A germinação a 21°C não foi notadamente diferente em ambos os tipos de sementes quanto à porcentagem final de germinação, mas a 13°C as sementes sem papilas apresentaram germinação ligeiramente maior do que as sementes com papilas (New, 1958, 1959).

Em Ononis sicula o polimorfismo das sementes está relacionado à duração do dia durante a maturação das sementes. Em dias curtos (8 horas de luz) são produzidas sementes marrons e verdes, que não apresentam dormência. Em dias longos (20 horas de

luz) são produzidas sementes amarelas, dormentes com testa impermeável à água (Gutterman & Evenari, 1972).

O polimorfismo pode também estar relacionado à posição da semente no interior da unidade de dispersão como no caso de Xanthium pennsylvanicum. Nesta espécie as sementes são denominadas superiores ou inferiores e ambos os tipos de sementes apresentam dormência primária (do embrião) que pode ser removida por estocagem a seco. Após este tratamento as sementes superiores apresentam dormência imposta pela testa mas as inferiores germinam se colocadas em condições favoráveis (cf. ref. In: Esashi et al., 1983). Em Avena fatua, as sementes apresentaram sensibilidade diferente ao KNO_3 , de acordo com a posição da semente na espiguetta. As sementes anteriores (posição mais proximal na espiguetta) foram afetadas no mesmo nível por diferentes concentrações de KNO_3 , enquanto que as sementes posteriores (posição adjacente às sementes anteriores na espiguetta) apresentaram a porcentagem final de germinação diretamente proporcional às 3 diferentes concentrações de KNO_3 (Hilton, 1985).

A existência do polimorfismo das sementes frequentemente confere à espécie em questão vantagens óbvias, como no caso em que são produzidas sementes com diferentes níveis de dormência, o que ocorre em Ononis sicula (Gutterman & Evenari, 1972) e em Xanthium pennsylvanicum (Esashi et al., 1983). A dormência diferenciada não permite a germinação de toda a população de sementes simultaneamente. Isto evita competições intra-específicas e também a erradicação da espécie do local por alterações violentas do

meio ambiente, não previsíveis.

O polimorfismo quanto à velocidade de germinação diferenciada também apresenta vantagens como ocorre em Atriplex hortensis (Nob & Hagar, 1974 In: Labouriau, 1983). Nesta espécie são produzidas no início da safra anual, sementes grandes e castanhas mas no final do período anual de desenvolvimento são produzidas sementes pequenas e pretas. As sementes grandes e castanhas germinam muito mais rapidamente que as sementes pequenas e pretas; disto resulta que a germinação das sementes desta espécie se estende, no norte da Califórnia, desde o outono (quando as sementes castanhas germinam) e durante o inverno até o início da primavera (quando as sementes pretas germinam) e assim, a existência de dois tipos de sementes dilata o período de germinação aumentando a probabilidade de sobrevivência das plântulas.

Quanto às origens do polimorfismo somático, Silvertown (1984) discute o processo de heterocronia somática. Por este processo o polimorfismo quanto à dormência apresentado pelo conjunto de sementes de uma mesma planta em um determinado período, pode ser decorrente de pelo menos três situações no caso de leguminosas: 1- as sementes iniciaram o desenvolvimento em tempos diferentes mas foram colhidas ou dispersas juntamente; 2- as sementes desenvolveram-se em diferentes velocidades atingindo níveis de maturação diferentes no momento da dispersão; 3- as sementes foram dispersas em tempos diferentes apresentando comportamento germinativo pouco uniforme. Deste modo as sementes

com diferentes níveis de dormência podem ocorrer dentro do mesmo fruto e em frutos produzidos em diferentes épocas do ano.

As causas e os efeitos do polimorfismo de sementes de *E. heterophylla* não foram ainda completamente elucidados, entretanto, Gusman *et al.* (1986) verificaram que as sementes de *E. heterophylla* se agrupadas de acordo com a tonalidade da coloração da testa, apresentam diferenças significativas na velocidade de germinação. Estes autores associaram diferentes velocidades de germinação a diferentes teores de mucilagem nas sementes. Observaram que as sementes claras apresentam um maior conteúdo de mucilagem quando comparadas com as sementes intermediárias e escuras. Verificaram que existe uma relação inversa entre o conteúdo de mucilagem e a velocidade de germinação das sementes, ou seja, quanto maior o conteúdo de mucilagem menor a velocidade de germinação. Assim, sugeriram que nesta espécie o polimorfismo da semente se apresenta não somente no aspecto da morfologia externa do tegumento mas também no aspecto da fisiologia da germinação.

Para ocorrer a germinação, a semente deve ser colocada em condições ambientais favoráveis à ocorrência deste fenômeno. Entre as condições necessárias estão o suprimento adequado de água, temperatura e composição de gases da atmosfera convenientes, como também luz para certas sementes. Estas condições adequadas variam de acordo com a espécie e variedade e podem ser influenciadas pelas condições que prevaleceram durante a formação da semente e pelos fatores hereditários. Nota-se muito frequente-

mente que existe uma correlação entre as condições ambientais necessárias e as condições ecológicas do hábitat de uma determinada espécie (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1982).

Diferentes sementes têm diferentes faixas de temperatura em que germinam. A germinação da maioria das sementes é inibida em temperaturas extremamente altas ou baixas. Na faixa de temperatura em que uma semente germina, há geralmente uma temperatura ótima na qual verifica-se a maior porcentagem de germinação em menor tempo, sendo que em temperaturas acima ou abaixo desta ótima a germinação é retardada. As temperaturas máxima e mínima para ocorrência da germinação de uma dada espécie são respectivamente, as temperaturas mais alta e baixa em que ainda ocorre a germinação (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1982).

Segundo Murdoch et al. (1989), no estudo da temperatura há vários fatores a serem considerados. Para temperaturas constantes há somente dois fatores que são a própria temperatura a que são submetidas as sementes e a duração deste tratamento. O estudo dos efeitos da temperatura alternada tornam-se mais complexos uma vez que são 13 fatores a serem considerados, sendo que primeiramente os fatores podem ser classificados em primários (número de ciclos, tempo por ciclo abaixo da temperatura média, tempo por ciclo acima da temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, taxa de aquecimento e taxa de resfriamento), secundários (duração do tratamento, período: tempo necessário para que seja atingida a mesma temperatura no ciclo seguinte, temperatura média, amplitude e taxa total de mudança de

temperatura) e terciários (soma térmica que está relacionada à temperatura média e à duração do tratamento). Os fatores secundários são derivados dos fatores primários e os terciários por sua vez são derivados dos secundários.

Garcia-Huidobro et al. (1982) ressaltam que em alguns estudos as respostas à temperatura alternada foram atribuídas ao intervalo de variação de temperatura sem no entanto considerar as diferenças nas temperaturas médias entre os vários tratamentos. Salientam ainda que os efeitos da temperatura alternada mais frequentemente registrados são sobre a porcentagem de germinação, sendo que muitas vezes ocorre o aumento da porcentagem máxima de germinação de uma população, e sobre a taxa de germinação. Os efeitos de temperaturas constantes e alternadas sobre a taxa de germinação podem ser avaliados através do cálculo do "tempo termal", cuja diminuição do valor indica aumento da taxa de germinação e a não alteração do valor indica ausência de efeito da temperatura sobre a taxa de germinação (Garcia-Huidobro et al., 1982; Washitani & Saeki, 1986).

Muitas sementes apresentam um alargamento ou um estreitamento da faixa de temperatura em que germinam após determinado período de pós-maturação (Labouriau, 1983). Em Portulaca oleracea a germinação a 15/6°C e a 20/10°C na luz foi desprezível quando as sementes eram recém-colhidas, mas após 5 meses de estocagem passaram a germinar 50 e 80% respectivamente (Baskin & Baskin, 1988). Em duas diferentes populações de Solanum dulcamara, foi verificada uma diminuição da temperatura mínima para germinação

após estratificação a 5°C durante 55 dias (Petgel, 1985). O alargamento da faixa de temperatura para germinação após estratificação foi também verificado em Plantago major (Pons, 1986). Segundo Vegis (1964) foi Atterberg em 1907 quem primeiro enfatizou o gradual alargamento da faixa de temperatura para germinação como uma característica da pós-maturação de cariópses em geral. Vegis (1964) salienta também que esta alteração na faixa de temperatura em que ocorre a germinação deve estar sincronizada com as condições climáticas do local onde a espécie se desenvolve, de modo a manter as sementes dormentes em períodos desfavoráveis ao desenvolvimento da plântula. Isto se daria através da diminuição da temperatura máxima de germinação para evitar estações quentes e secas ou através do aumento da temperatura mínima para evitar estações frias.

O estudo da influência da temperatura sobre a germinação das sementes é importante não só para melhor compreensão da distribuição geográfica de uma determinada espécie (Thompson, 1973; Dau & Labouriau, 1974), mas também para a agricultura onde a temperatura influe no estabelecimento eficiente da cultura, na sua estabilidade, longevidade, na produtividade e também permite a compreensão da dinâmica de infestação de plantas invasoras (Thornley, 1986).

Em muitas espécies a presença de luz promove a germinação das sementes (fotoblásticas positivas) enquanto que em outras inibe (fotoblásticas negativas). Estes fenômenos são tão comuns, que se avalia que apenas 5% das espécies estudadas são indiferen-

tes à luz (Côme, 1970 In: Labouriau, 1983). Entretanto, a resposta à luz pode ser alterada por diversos fatores. Em algumas sementes que geralmente não apresentam nenhuma sensibilidade fotoblástica passam a apresentá-la quando são submetidas a condições fisiológicas desfavoráveis à germinação, como a presença de inibidores ou a aplicação de potenciais osmóticos (Koller, 1972). Ou então, como no caso de Xanthium pennsylvanicum cujas sementes que são fotoblásticas positivas, passam a germinar no escuro quando submetidas a anoxia, resfriamento, tratamento com KCN e NaN₃. Foi verificado, nesta espécie, que estes inibidores respiratórios regulam o funcionamento da via alternativa de transporte de elétrons e foi sugerido que o Fve tem envolvimento na operação dos dois sistemas respiratórios (via citocromo-oxidase e via alternativa) (Esashi et al., 1986). O estado fisiológico das sementes pode também influenciar na resposta à luz, como no caso de sementes de alface (Lactuca sativa cv. Grand Rapids) que quando recém-colhidas são fotoblásticas positivas e tornam-se indiferentes à luz após 6 meses de estocagem a seco, quando germinadas a 20°C (Suzuki et al., 1980). Caso semelhante foi verificado em Portulaca oleracea cujas sementes não germinam no escuro quando recém-colhidas, mas após 5,5 meses de estocagem, germinam cerca de 60% no escuro (Baskin & Baskin, 1988). É também conhecida a interação da luz com ácido giberélico (GA₃). O GA₃ promove a germinação de sementes fotoblásticas positivas no escuro, substituindo o efeito de luz (Bewley & Black, 1982). Um exemplo deste caso é o de Pawlowinia tomentosa em que ficou evidenciado o con-

trole da luz sobre a biossíntese de giberelinas (GA). Existem também evidências indiretas de que a biossíntese de GA é especificamente necessária para sementes que necessitam de luz para germinar, pois os inibidores da biossíntese de GA como o ancimidol e o teticiclacis inibem a germinação de sementes fotoblásticas positivas mas não afetam a germinação de sementes indiferentes à luz, tais como Triticum aestivum, Zea mays, Medicago sativa e outros (Grubisic et al., 1988). A interação entre luz e nitrato também tem sido investigada e foi verificado que KNO_3 pode promover a germinação de sementes de Avena fatua (Hilton, 1985) e de Chenopodium album (Bouwmeester & Karssen, 1989) na presença de luz. Em Sisymbrium officinale, as sementes dependem da presença de luz e de nitrato para germinar mas há uma interação com GA, pois teticiclacis pode reverter os efeitos da luz e do nitrato (Hilhorst & Karssen, 1988). Para a explicação deste fenômeno, tem sido levantadas hipóteses de que a luz promove a síntese de GA e este efeito seria regulado pela disponibilidade de nitrato (Hilhorst & Karssen, 1988). Hilhorst & Karssen (1989) investigaram ainda o envolvimento da nitrato-redutase na interação entre luz e nitrato na germinação de Sisymbrium officinale mas concluíram que tal envolvimento não é evidente e, sugeriram que a ação do nitrato seria o de induzir mudanças no potencial de membrana o que também afetaria os efeitos do Fve em diversos processos relacionados à membrana.

Muitas vezes, a luz e a temperatura interagem na promoção ou inibição da germinação das sementes. Diversas formas de

interação tem sido verificadas quanto à alteração do fotoblastismo em determinadas faixas de temperatura constante. Em Salvia hispanica, as sementes são fotoblásticas positivas a 15°C, indiferentes à luz na faixa de 20 a 31°C e fotoblásticas negativas a 35°C (Labouriau & Agudo, 1987). Em Ricinus communis, as sementes são indiferentes à luz a 20°C e fotoblásticas negativas na faixa de 25 a 40°C (Lagôa & Pereira, 1987). Uma forma inversa a R. communis foi verificada em Lactuca sativa cv. Grand Rapids), em que as sementes são indiferentes à luz na faixa de 10 a 20°C e fotoblásticas positivas a 25°C (Bewley & Black, 1982). Em Amaranthus caudatus as sementes são fotoblásticas negativas a baixas temperaturas mas a luz promove a germinação em altas temperaturas (Kendrick & Frankland, 1976). Bannon *et al.* (1978) verificaram que as sementes de E. heterophylla apresentam a germinação promovida pela luz a 25°C e a 35°C.

A interação entre luz e temperatura alternada sobre a germinação tem sido verificada em inúmeras espécies (Thompson & Grime, 1983; Bewley & Black, 1982). As formas de interação são também várias e incluem a diminuição pela luz da amplitude necessária para promover 50% de germinação como em Ranunculus repens, ou então como em Juncus effusus, há necessidade de luz e temperatura alternada para germinar. Em outras espécies, a necessidade de alternância de temperatura pode ser abolida pela luz (Thompson & Grime, 1983). No caso de E. heterophylla, a alternância de temperatura de 25/35°C remove a necessidade de luz para germinação presente em temperaturas constantes de 25 e 35°C. Além disso, a

temperatura alternada de 10/35°C torna as sementes fotoblásticas negativas (Bannon et al. 1978). Em Cucumis anguria cujas sementes são fotoblásticas negativas, a germinação é promovida por temperaturas alternadas quando expostas à luz contínua (Felippe, 1980). Probert & Smith (1986) verificaram que sementes de Dactylis glomerata necessitam de luz e temperatura alternada para ocorrência da máxima germinação. Observaram também que a resposta à temperatura alternada nesta espécie é dependente da presença de altos níveis de Fve nas sementes, e sugeriram que a alternância de temperatura poderia estar afetando a disponibilidade ou o estado de algum fator que interage com Fve.

As investigações sobre o mecanismo de interação entre temperatura e luz em Rumex obtusifolius realizadas por Takaki et al. (1981) e Hand et al. (1982) indicaram que nesta espécie, cuja germinação é baixa a 25°C no escuro mas promovida por exposição curta a 35°C (no escuro) ou à luz vermelha, o efeito do tratamento a 35°C seria o de causar alterações na membrana de modo que as sementes apresentariam um aumento de sensibilidade a baixos níveis de Fve pré-existentes. Entretanto, Corbineau & Côme (1985) sugeriram que em sementes de Oldenlandia corymbosa a interação entre luz e temperatura está relacionada à desativação ou degradação do Fve ou do componente X hipotético essencial para a cadeia de respostas, em altas temperaturas, mais do que propriamente a alteração nas propriedades das membranas. Mas Mayer (1986) sustenta que há poucas dúvidas de que a membrana é o primeiro sítio onde uma dada temperatura ou uma mudança desta é detectada,

sendo que a temperatura altera tanto as propriedades físicas da membrana como a fluidez e conseqüentemente a permeabilidade e o potencial, como também altera a composição e metabolismo dos lipídeos da membrana. Como existem evidências de que a porção protéica do fitocromo está ligada à membrana perifericamente (Kendrick, 1983), a hipótese de interação entre luz e temperatura ao nível da membrana é bastante atraente.

As estruturas que recobrem as sementes estão frequentemente relacionadas à sensibilidade à luz. Em Amaranthus deflexus, a escarificação tornou as sementes que eram fotoblásticas positivas indiferentes à luz (Felippe & Polo, 1982). Em Ricinus communis, a retirada parcial ou total do tegumento tornou as sementes, que eram fotoblásticas negativas indiferentes à luz (Lagôa & Pereira, 1987). Em Dactylis glomerata, a retirada da pálea e da lema que cobrem a cariópse aumentou a velocidade e a porcentagem final de germinação na presença de luz e em temperatura constante; em temperatura alternada e na presença de luz foi verificado um aumento da taxa de germinação. Nesta espécie foi sugerido que as estruturas que recobrem a cariópse podem estar envolvidas numa redução do oxigênio disponível ao embrião, pois as cariópses intactas passam a ter a germinação promovida se aumentado o teor de oxigênio no meio em que foram incubadas (Probert et al., 1985c). Em Hordeum vulgare, segundo Lenoir et al. (1986) foi verificada a competição por oxigênio entre a glumela e o grão, sendo que nas glumelas estão presentes as polifenol-oxidases que oxidam os compostos

fenólicos aí presentes em grandes quantidades, e os tratamentos químicos que reduzem esta reação facilitam a ocorrência da germinação.

Com relação à interação entre a presença do tegumento e luz, têm sido sugeridos alguns mecanismos. Segundo Evenari (1965), no caso de sementes fotoblásticas positivas que passam a germinar no escuro após remoção do tegumento, foi pressuposta a existência de um inibidor no tegumento cuja ação seria sobrepujada pela luz, sendo que a retirada do tegumento resultaria na remoção também do inibidor. Em alguns casos este inibidor poderia restringir o suprimento de oxigênio para o embrião e a ação deste inibidor seria inefetiva na presença de luz. Numa outra abordagem, Widell & Vogelmann (1985) e Válio (1986) sugeriram que o tegumento das sementes poderia atuar como um filtro modificando a qualidade e a quantidade de luz que chega ao embrião.

Existem várias referências de que a germinação pode ser afetada pelas condições ambientais a que foram submetidas as plantas parentais durante o período de desenvolvimento e maturação das sementes (Gutterman, 1980/81; Mayer & Poljakoff-Mayber, 1982; Frankland & Taylorson, 1983). Segundo Gutterman (1980/81) os principais fatores que influenciam a planta-parental e a germinabilidade de suas sementes são a duração do dia (ex: Ononis sicula, Irigonella arabica, Lactuca scariola) e a temperatura nas quais ocorre a maturação das sementes, assim como o nível de Fve estabelecido durante a maturação da semente (ex: Arabidopsis thaliana, Cucumis sativus, Cucumis prophetarum, Chenopodium

album). A posição da semente na planta parental (ex: Mesembryanthemum nodiflorum, Aegilops ovata, Pteranthus dichotomus) e ainda a idade da planta parental (ex: Oldenlandia corymbosa, Amaranthus retroflexus) podem afetar a germinação de suas sementes. Foi também verificado que o suprimento de nitrogênio à planta parental pode afetar a germinabilidade das sementes produzidas em Nicotiana tabacum cv. Coker 319 (Thomas & Raper Jr., 1979). Nesta espécie o aumento do nível de fertilização com N nas plantas parentais, aumentou a porcentagem de germinação de suas sementes e uniformizou a germinação diminuindo o tempo para ocorrência de 50% de germinação e também o intervalo de germinação (tempo entre a germinação da primeira e da última semente).

Foi verificado que as sementes de E. heterophylla são inibidas por diferentes concentrações de CEPA (ácido 2-cloroetilfosfônico) (Suda et al., 1989). Sabe-se que o etileno pode promover, inibir ou não afetar a germinação de espécies invasoras (Taylorson, 1979; Bewley & Black, 1982; Egley, 1982), sendo que a inibição é o efeito menos comum (Taylorson, 1979). O etileno e a luz interagem muitas vezes na quebra de dormência de sementes (Olatoye & Hall, 1973). Esashi et al. (1987, 1988) investigaram a participação do etileno na regulação das vias respiratórias (via citocromo-oxidase e via alternativa) em Xanthium pennsylvanicum. Estes autores verificaram que ocorre uma razão via citocromo-oxidase e via alternativa de fluxo de elétrons que pode promover a germinação em determinadas temperaturas, sendo que o etileno aumenta o fluxo para a via alternativa enquanto que o CO₂ regula o

fluxo para via citocromo-oxidase, em X. pennsylvanicum.

O mecanismo de ação do etileno endógeno ou exógeno na germinação é pouco conhecido mas a aplicação prática do efeito do etileno sobre a germinação tem sido desenvolvida. O uso do etileno, através da injeção direta no solo, como agente erradicante de espécies parasitas como Striga asiatica (Eplee, 1975) e Striga hermonthica (Bebawi & Eplee, 1986) tem apresentado bons resultados. Neste sistema, o etileno promove a germinação das sementes das espécies parasitas sem a presença das plantas hospedeiras (planta cultivada), o que não permite o desenvolvimento da planta parasita (germinação "suicida").

Os estudos realizados sobre E. heterophylla consistem principalmente de trabalhos que visam controlar a ocorrência desta espécie (Egunjobi & Kupoluyi, 1973; Cerdeira et al., 1981; Santos & Corso, 1986). Poucos estudos estão centrados na fisiologia da germinação das sementes desta espécie, sendo que o principal trabalho sobre este aspecto refere-se aos estudos realizados por Bannon et al. (1978).

Um dos objetivos deste trabalho foi verificar a possível ocorrência de polimorfismo em sementes de E. heterophylla, considerando aspectos morfológicos e fisiológicos. O efeito sobre a germinação de fatores ambientais tais como temperatura, luz, e interação de ambos com outros fatores das sementes desta espécie foram também verificados. Foi ainda estudada a influência das condições sob as quais ocorre o desenvolvimento da planta parental, sobre a fotossensibilidade e polimorfismo das sementes

produzidas. O envolvimento do etileno endógeno na germinação das sementes desta espécie foi também estudado.

MATERIAL E MÉTODOS.

1. Material Biológico.

1.1. Obtenção de sementes.

As sementes de Euphorbia heterophylla, utilizadas neste trabalho, foram coletadas no "campus" da Universidade Estadual de Campinas ou nos terrenos baldios localizados nas proximidades. Ou então, as sementes foram obtidas de plantas de E. heterophylla, cultivadas em casa de vegetação.

1.1.1. Métodos de coleta de sementes.

a) Os frutos foram coletados no período da manhã, antes de ocorrer a deiscência e colocados no interior de caixas de acrílico transparente, do tipo gerbox. As caixas com frutos foram mantidas em câmaras (Biotronete Mark III, Lab-line Instruments) a 25oC e sob luz branca contínua ou em condições naturais de temperatura e luz, até ocorrer a deiscência dos frutos e as sementes serem liberadas.

b) Um outro método de coleta de sementes foi também adotado quando as plantas de E. heterophylla foram cultivadas em casa de vegetação. Neste caso as inflorescências das plantas foram envolvidas com tecido de tule e as sementes aí liberadas retira-

das semanalmente.

1.2. Armazenamento de sementes.

As sementes foram armazenadas em sacos de papel em condições naturais de luminosidade e temperatura e utilizadas com 2 meses de estocagem, no máximo.

Para verificar o efeito do tempo de estocagem na germinação, as sementes de E. heterophylla foram armazenadas em recipientes de vidro mantidos a 5°C.

1.3. Cultivo de plantas.

Plantas de E. heterophylla, obtidas a partir da germinação de sementes a 25°C na luz, foram cultivadas em casa de vegetação em condições naturais de temperatura da região de Campinas (S.P.).

1.3.1. Efeito do sombreamento.

Para verificar o efeito do sombreamento das plantas parentais sobre a germinação de suas sementes, as plantas foram cultivadas no período entre junho a outubro de 1988, sendo que o sombreamento foi produzido por tela redutora de 50% de luminosidade ("Sombrite" - 50%). Neste experimento foram cultivadas 30 plantas (2 plantas por vaso) com ou sem a cobertura de "Sombrite".

1.3.2. Efeito do fotoperíodo.

Para estudar o efeito da exposição das plantas parentais a diferentes fotoperíodos, sobre a germinação de suas sementes, as plantas foram cultivadas em 2 períodos. O primeiro período de cultivo foi iniciado em junho de 1988 e o 2º período de cultivo foi iniciado em março de 1989. As plantas de E. heterophylla foram cultivadas em um fotoperíodo de 8 horas (dias curtos-DC) ou 20 horas (dias longos-DL) de luz em um ciclo de 24 horas. O fotoperíodo DC foi produzido através da exposição das plantas à luz natural a partir das 9:00h até às 17:00h, diariamente. O fotoperíodo DL foi produzido por luz natural complementada com lâmpada incandescente de baixa intensidade a partir das 17:00h até às 3:00h. Após 51 dias a partir da semeadura (no caso de plantas cultivadas no 1º período) ou após 38 dias (no caso de plantas cultivadas no 2º período), parte das plantas que estavam em DC foram transferidas para DL e vice-versa, sendo os tratamentos denominados DC-DL e DL-DC respectivamente. O momento da transferência foi determinado pela presença evidente de botões florais em plantas desenvolvidas em DC.

O método de coleta de frutos adotado foi conforme a descrição no item 1.1.1., sub-ítem a), com exceção das sementes produzidas por plantas desenvolvidas no 2º período de cultivo. Neste caso as inflorescências das plantas foram envolvidas com tecido de tule e as sementes aí liberadas retiradas semanalmente.

Nestes experimentos foram cultivadas 13 a 16 plantas em cada fotoperíodo, sendo que foram plantadas 2 plantas por va-

so.

As plantas cultivadas no 1º período foram pulverizadas com os acaricidas "Kelthane EC" (Rohm & Haas do Brasil) ou "Acrigid" (Hoechst) nas concentrações de 1,5 ml/l ou 1 ml/l respectivamente, quando houve necessidade.

As plantas cultivadas no 2º período foram pulverizadas com sulfato de cobre ("Calda Bordaleza", Pinus Produtos Químicos e Farmacêuticos), um fungicida, utilizado conforme as instruções do fabricante e quando houve necessidade.

2. Método Geral de Germinação.

Foram utilizadas placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo 2 camadas de papel de filtro umedecido com água destilada.

Os experimentos foram realizados em câmaras de crescimento com temperatura e luz controladas (Fanem mod. 347F ou Forma Scientific mod. 24).

As sementes deixadas para germinar no escuro foram colocadas em 3 sacos de polietileno negro e a germinação foi avaliada sob luz verde de segurança.

Foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes, para cada tratamento.

3. Estudo do Polimorfismo de Sementes de E. heterophylla.

3.1. Sementes provenientes de frutos maduros.

Os frutos foram considerados maduros quando o pedúnculo do fruto tornava-se ereto e quando estavam presentes fendas que ocasionavam a ruptura do fruto capsular, além da coloração variando de verde pálido a amarelo.

3.1.1. Germinação.

As sementes foram agrupadas em escuras, marrom-claras e brancas sendo que preliminarmente as sementes escuras foram subdivididas em pretas e marrom-escuras.

O número de sementes utilizadas foi 20 para cada repetição, num total de 4 repetições, ou 25 sementes para cada repetição num total de 3 repetições.

O tempo de estocagem das sementes utilizadas neste experimento foi de 2 meses no máximo, com exceção das sementes brancas e marrom-claras que haviam sido estocadas durante 8 meses no máximo.

3.1.2. Morfologia interna das sementes escuras, marrom-claras e brancas.

Foram embebidas 30 sementes escuras, marrom-claras e brancas por 24 horas que em seguida foram seccionadas longitudi-

nalmente. As observações foram feitas sob microscópio estereoscópico (Wild M3, Wild Leitz).

3.2. Sementes provenientes de frutos verdes.

Os frutos verdes ou imaturos foram assim considerados quando atingiam um tamanho semelhante ao do fruto maduro, com o pedúnculo ainda curvado. A coloração do fruto era verde.

3.2.1. Secagem de frutos verdes.

Os frutos verdes foram desidratados no interior de bandejas que continham sílica-gel e que foram cobertas com sacos de polietileno transparente ou negro. As bandejas foram colocadas em câmara (Biotronete Mark III, Lab-line Instruments) à temperatura de 25°C, durante 10 dias. As bandejas cobertas com sacos transparentes foram expostas à luz proveniente de lâmpada fluorescente ou incandescente, no interior da câmara.

3.2.2. Germinação.

As sementes foram classificadas em escuras, marrom-claras e brancas e foram utilizadas cerca de 12 dias após a deiscência do fruto. As sementes foram deixadas para germinar a 25°C.

4. Influência Alelopática das Sementes Brancas.

Neste experimento foram utilizadas sementes brancas e escuras de E. heterophylla e também de alface (Lactuca sativa cv. Grand Rapids). O tempo de estocagem de sementes escuras de E. heterophylla foi de 7 meses, e das brancas de 7 meses no máximo.

As sementes brancas foram deixadas durante 6 horas em placa de Petri contendo papel de filtro umedecido com água destilada, no escuro ou sob luz branca contínua. Em seguida, nas placas contendo sementes brancas e mantidas no escuro, foram colocadas as sementes de alface intercaladas às fileiras de sementes brancas, sendo que estas placas foram deixadas sob escuro contínuo. Nas placas contendo sementes brancas e mantidas na luz foram colocadas sementes de alface intercaladas às fileiras de sementes brancas de E. heterophylla e estas placas foram deixadas sob luz contínua.

O experimento foi conduzido a 25°C.

5. Efeito da Temperatura e da Luz.

As sementes escuras de E. heterophylla foram colocadas para germinar sob luz branca contínua ou sob escuro contínuo nas temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C. Foram também realizados experimentos com temperatura alternada sendo as temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C alternadas com 25°C a cada 12 horas.

6. Dosagem de Etileno Endógeno Durante a Germinação.

As sementes escuras de E. heterophylla foram deixadas para germinar no interior de tubos de vidro (2,0 cm de diâmetro X 8,5 cm de comprimento). Os tubos continham pedras brancas, normalmente utilizadas em aquários. Estas pedras foram introduzidas com a finalidade de ajustar o volume de ar, e também para produzir um suporte sobre o qual foi colocada uma camada de papel de filtro com as sementes.

Aos tubos foram adicionados 5 ml de água destilada e o volume de ar foi ajustado para 19 ml. Os tubos foram hermeticamente fechados com 3 camadas de filme de P.V.C. ("Magipack") (Massei, 1982) e nas bordas do tubo a tampa de P.V.C. foi reforçada com fita adesiva (fita-crepe). Para cada tratamento houve 5 repetições sendo 20 sementes para cada repetição.

Para dosagem do etileno liberado, a tampa de P.V.C. foi perfurada com uma agulha ajustada a seringa hipodérmica com a qual foi retirado 1 ml de ar do interior do tubo. O ar retirado foi injetado em um cromatógrafo a gás (Varian, mod. 2240-D) equipado com coluna de Poropak-T (0,2 mm de diâmetro interno X 1m de extensão) e com detetor de ionização de chama.

7. Efeito de Inibidores de Ação do Etileno.

7.1. Nitrato de Prata (AgNO_3).

As sementes foram colocadas para germinar em placas de Petri contendo 4 ml de solução de AgNO_3 nas concentrações de 1, 10, 50, 100, 200, 500 e 1000 ppm. As placas foram umedecidas com água destilada quando foi necessário.

7.2. Perclorato de Mercúrio ($\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$).

O método utilizado por Esashi *et al.* (1988) foi utilizado com modificações.

As sementes foram colocadas sobre uma camada de papel de filtro que foi introduzida num recipiente de vidro transparente. O recipiente continha 20 ml de água destilada e pedras brancas, normalmente utilizadas em aquários, colocadas com o objetivo de ajustar o volume de ar para 125 ml. No interior do recipiente foi colocado um pequeno tubo de vidro contendo 0,2 ml de $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$, na concentração de 0,25M. O recipiente foi hermeticamente fechado com 3 camadas de filme de P.V.C. ("Magipack") e a tampa reforçada nas bordas com fita adesiva (fita-crepe).

Para cada tratamento foram realizadas 4 repetições, sendo que foram utilizadas 25 sementes para cada repetição.

8. Análise Estatística.

Foram realizados o teste F associado ao teste de Tukey, e o teste t, ambos ao nível de significância de 5%.

Foram também utilizados os testes não paramétricos de Mann-Whitney e Exato de Fisher ambos ao nível de significância de 5%.

Para verificar a homogeneidade de variâncias dentro de um experimento, foi utilizado o teste de Bartlett (Snedecor & Cochran, 1967), ao nível de significância de 5%.

9. Cálculo do Tempo Médio de Germinação.

O cálculo foi realizado utilizando-se a expressão abaixo, elaborada por Labouriau (Labouriau, 1967 In: Melhem, 1975).

$$t = \frac{\sum_{i=0}^{i=g} P_i t_i}{G}$$

$$st = \frac{\frac{\sum_{i=0}^{i=g} P_i (t_i - t)^2}{G - \frac{100}{N}}}{\frac{G \times N}{100}}$$

\bar{t} = tempo médio de germinação.

P_i = % de germinação no tempo t_i .

t_i = tempo de germinação.

t_g = tempo máximo de germinação.

t_o = tempo mínimo de germinação.

G = % máxima de germinação, acumulada.

\bar{st} = erro padrão do tempo médio.

N = nº de sementes por repetição.

$$\text{INTERVALO DE CONFIANÇA} = \bar{st} \times t_{0,95}$$

RESULTADOS.

1. Polimorfismo de sementes de E. heterophylla.

1.1. Sementes provenientes de frutos maduros.

1.1.1. Germinação de sementes pretas, marrom-escuras, marrom-claras e brancas.

Nota-se na Fig. 1 que as sementes pretas e marrom-escuras germinam em tempos iguais e atingem acima de 90% de germinação, após 4 dias a partir do início da embebição. As sementes brancas praticamente não germinam.

A seguir, as sementes pretas e marrom-escuras foram reunidas em um único grupo: o das sementes escuras, pois como foi verificado na Fig. 1, aparentemente não existe diferença fisiológica considerável entre estas 2 populações de sementes. Pode ser notado na Fig. 2 que as sementes escuras germinaram acima de 90% após 2 dias a partir do início da embebição, e as sementes marrom-claras germinaram menos de 10% após 4 dias a partir do início da embebição.

1.1.2. Estudo morfológico das sementes escuras, marrom-claras e brancas.

As sementes escuras seccionadas apresentaram tecido de reserva e o embrião com aspecto aparentemente normal quanto à

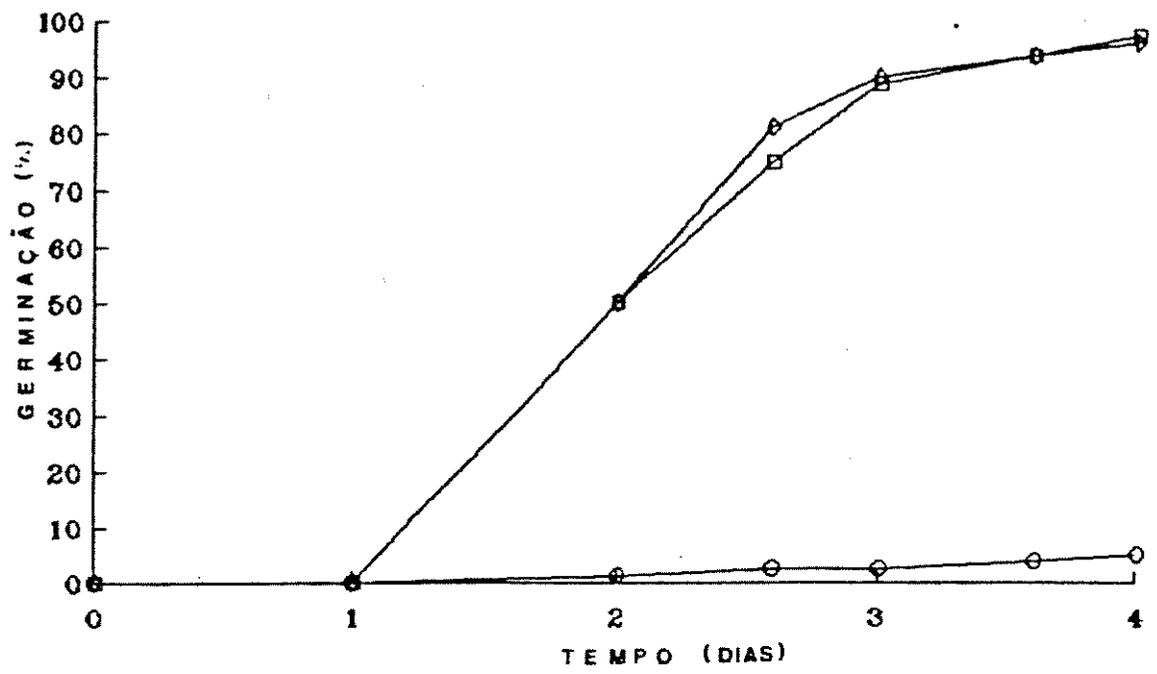


Fig. 1. Germinação de sementes pretas (—□—), marrom-escuras (—◇—) e brancas (—○—) de *E. heterophylla* provenientes de frutos maduros, a 25°C sob luz branca contínua.

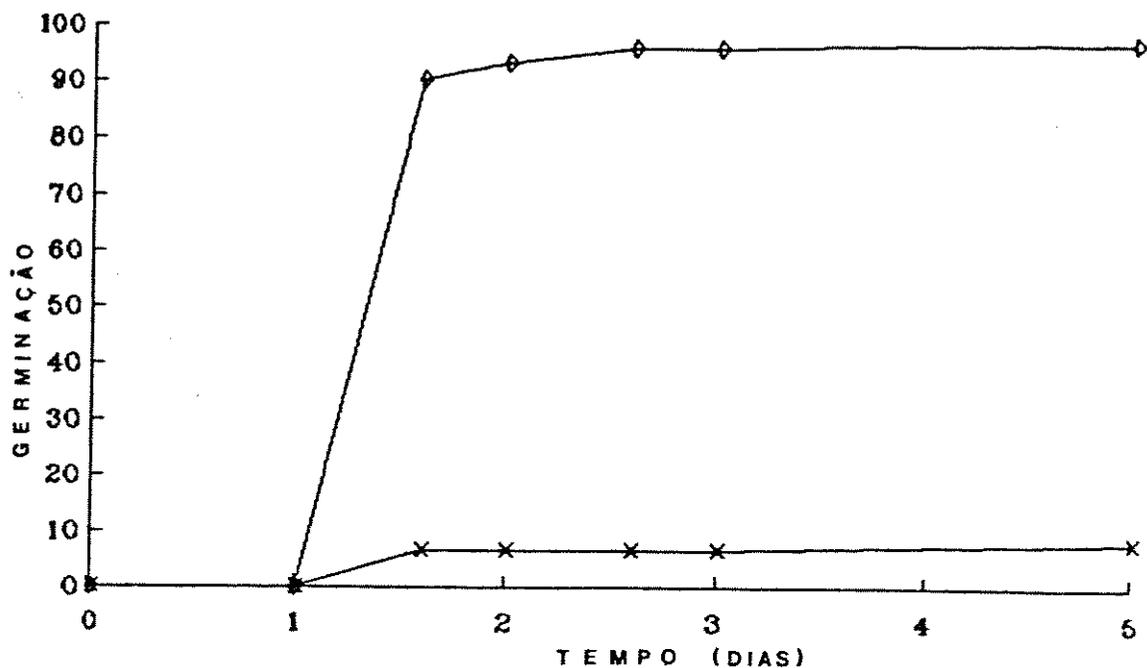


Fig. 2 - Germinação de sementes escuras (pretas e marrom-escuras) (—◆—) e marrom-claras (—×—) de E. heterophylla, provenientes de frutos maduros, a 25°C sob luz branca contínua.

coloração e à forma. O tecido de reserva apresentou coloração branca, aparência firme e que preenche completamente a parte interna da semente. O embrião que se encontra encerrado no interior do tecido de reserva, na região mediana da semente, apresentou coloração branca, tamanho pequeno (aproximadamente 2 mm de comprimento), um hipocótilo e dois cotilédones cordiformes e justapostos.

Nas sementes marrom-claras e brancas foram observadas anomalias que foram classificadas conforme consta na Tab. 1. O embrião classificado como mal-formado apresentou a forma do cotilédone e ou do eixo embrionário diferente do embrião das sementes escuras. O tecido de reserva rudimentar foi assim denominado pela presença de pequena quantidade (não preenchia totalmente o interior da semente) e por não se apresentar firme e duro. Na Tab. 1 pode ser observado que no grupo das sementes marrom-claras existe um grupo de sementes que foi considerado perfeito morfológicamente (13%), o que não foi verificado no grupo das sementes brancas. Nota-se ainda que as sementes brancas apresentam maior proporção de sementes com embriões mal-formados (86%). Verifica-se ainda que em 13% das sementes marrom-claras e em 7% das sementes brancas não havia embriões, ou seja eram sementes abortivas.

É interessante notar que não ocorrem sementes com tecido de reserva normal e com embriões deficientes.

Tabela 1. Frequência relativa (%) de diversas características morfológicas internas de diferentes tipos de sementes de *E. heterophylla* provenientes de frutos maduros.

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE SEMENTES		
	ESCURAS (%)	MARROM-CLARAS (%)	BRANCAS (%)
Embrião e Tecido de Reserva Normais	100	13	0
Embrião Normal e Tecido de Reserva Rudimentar	0	70	7
Embrião Mal-formado e Tecido de Reserva Rudimentar	0	3	83
Embrião Mal-formado e Tecido de Reserva Ausente	0	0	3
Embrião Ausente e Tecido de Reserva Rudimentar	0	13	0
Embrião e Tecido de Reserva Ausentes	0	0	7

1.1.3. Frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes em diferentes épocas do ano.

A Tab. 2 apresenta a frequência relativa média de cada um dos tipos de sementes de E. heterophylla em 3 épocas do ano de 1987 (maio, agosto e outubro). Nota-se ainda que as sementes produzidas em maior proporção são as escuras (pretas e marrom-escuras), sendo que correspondem a mais de 90% das sementes produzidas. As sementes brancas ocorreram em proporções aparentemente maiores em agosto, e as marrom-claras foi de ocorrência extremamente rara.

1.1.4. Efeito da condição de desenvolvimento da planta parental sobre o frequência de cada um dos tipos de sementes..

1.1.4.1. Sombreamento.

Neste experimento procurou-se verificar o efeito do sombreamento da planta parental sobre a frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes. As sementes foram coletadas em diferentes idades da planta parental. Pode ser verificado na Tab. 3 que o sombreamento aparentemente não afetou a frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes de E. heterophylla, coletados entre 14 e 17 semanas de idade da planta parental. No entanto, entre 20 - 23 semanas de idade da planta parental, o sombreamento pode ter aumentado a proporção de sementes brancas; mas co-

Tabela 2. Frequência relativa média (%) de cada tipo de semente de *E. heterophylla* provenientes de frutos maduros, em 3 épocas do ano de 1987.

ÉPOCA DE COLETA	TIPO DE SEMENTES			Nº TOTAL DE SEMENTES COLETADAS	Nº DE COLETAS REALIZADAS

	ESC ¹ (%)	M. CLAR ² (%)	BR ³ (%)		
MAIO	97,0	0,5	2,6	298	2
AGOSTO	93,0	0,9	6,3	725	2
OUTUBRO	97,0	0,2	2,8	1474	3

¹Sementes escuras; ²sementes marrom-claras; ³sementes brancas.

Tabela 3. Frequência relativa média (%) de cada tipo de semente de E. heterophylla. As sementes provenientes de frutos maduros foram colhidas em diferentes idades da planta parental que foram submetidas ou não ao sombreamento.

IDADE DA PLANTA PARENTAL (SEMANAS)	SOMBREAMENTO	TIPOS DE SEMENTES		
		ESCURAS (%)	MARROM-CLARAS (%)	BRANCAS (%)
14 - 15	-	96,7	0,3	3,1
	+	98,7	0,2	1,1
16 - 17	-	98,0	0,06	2,0
	+	97,9	0	2,1
18 - 19	-	96,5	0,1	3,4
	+	98,3	0	1,6
20 - 23	-	94,5	0,9	4,5
	+	88,7	1,5	9,7

(-) Sem sombreamento, (+) com sombreamento.

mo não foi possível a realização de testes estatísticos, este aumento pode não ser significativo.

1.1.4.2. Fotoperíodo.

Na Tab. 4 pode ser observada a frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes produzidas por plantas desenvolvidas em DC. As sementes foram coletadas em diferentes idades da planta parental. Nota-se que a frequência de sementes escuras foi acima de 84%, comparando-se as sementes escuras coletadas em diferentes idades da planta parental. É interessante observar que quando as sementes foram colhidas na 13ª e 14ª semanas de idade da planta parental, aumentou a proporção de sementes marrom-claras e brancas. Na 21ª semana de idade da planta parental, ocorreu um aparente aumento na proporção de sementes brancas.

Na Tab. 5, está demonstrada a frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes de E. heterophylla proveniente de plantas cultivadas em DL. Nota-se que as sementes escuras foram produzidas em grande maioria, as brancas apresentaram frequência extremamente baixa e as marrom-claras praticamente não estiveram presentes.

Na Tab. 6 pode ser observada a proporção de cada um dos tipos de sementes produzidas por plantas cultivadas sob DC-DL. A frequência das sementes escuras foi a maior. Mas a proporção de sementes brancas foi relativamente elevada na 13ª semana. As sementes marrom-claras só foram verificadas em uma ocasião,

Tabela 4. Frequência relativa de cada tipo de semente de *E. heterophylla*. As sementes provenientes de frutos maduros foram colhidas em diferentes idades da planta parental que foram cultivadas em DC.

IDADE DA PLANTA PARENTAL (SEMANAS)	TIPOS DE SEMENTES			Nº SEMENTES COLETADAS	Nº COLETAS REALIZADAS
	ESCURAS (%)	M. CLARAS (%)	BRANCAS (%)		
12	99,76	0	0,24	406	3
13	86,81	2,20	10,99	182	2
14	84,54	2,40	13,06	291	4
15	92,00	0	8,00	25	1
16	94,98	0	4,01	299	4
17	94,51	0	5,49	182	1
18	96,94	0	3,06	98	2
19	97,98	0	2,02	99	3
20	95,00	0	5,00	20	2
21	89,66	0	10,34	29	1

Tabela 5. Frequência relativa de cada tipo de semente de E. heterophylla. As sementes provenientes de frutos maduros foram colhidas em diferentes idades da planta parental que foram cultivadas em DL.

IDADE DA PLANTA PARENTAL (SEMANAS)	TIPOS DE SEMENTES			Nº SEMENTES COLETADAS	Nº COLETAS REALIZADAS
	ESCURAS (%)	M. CLARAS (%)	BRANCAS (%)		
16	98,97	0	1,03	97	2
17	98,49	0,38	1,13	266	2
18	100	0	0	553	3
19	99,73	0	0,27	745	2
20	99,37	0	0,63	955	2
21	99,41	0	0,59	1023	3
22	98,17	0,11	1,72	874	3
28	97,19	0	2,81	320	3
29	100	0	0	60	1

Tabela 6. Frequência relativa de cada tipo de semente de *E. heterophylla*. As sementes provenientes de frutos maduros foram colhidas em diferentes idades da planta parental que foram cultivadas em DC-DL.

IDADE DA PLANTA PARENTAL (SEMANAS)	TIPOS DE SEMENTES			Nº SEMENTES COLETADAS	Nº COLETAS REALIZADAS
	ESCURAS (%)	M. CLARAS (%)	BRANCAS (%)		
12	98,63	0	1,37	365	4
13	91,88	0	8,12	234	2
14	96,58	0	3,42	351	4
15	95,92	0	4,08	49	1
16	97,98	0	2,02	247	4
17	96,95	0	3,05	164	1
18	97,11	0	2,89	277	2
19	99,00	0	1,00	200	3
20	99,50	0	0,50	200	2
21	98,58	0	1,42	281	2
22	98,60	0	1,40	358	3
23	98,95	0	1,05	380	3
29	98,05	0,65	1,30	308	3
30	97,59	0	2,41	83	1

ou seja em sementes coletadas na 29ª semana de idade da planta parental.

A Tab. 7 apresenta proporção de cada tipo de semente proveniente de plantas cultivadas sob DL-DC, sendo as sementes coletadas em diferentes idades da planta parental. Novamente a maioria absoluta das sementes produzidas foi de sementes escuras. A proporção de sementes brancas foi relativamente elevada na 14ª e 17ª semanas de idade da planta parental. As sementes marrom-claras só estiveram presentes na 21ª semana de idade da planta parental.

Testes estatísticos não foram realizados mas estes resultados sugerem que pode ocorrer uma pequena variação na proporção de cada um dos tipos de sementes, de acordo com a idade da planta parental na qual as sementes foram colhidas.

O efeito geral do fotoperíodo, sobre a frequência com que ocorre cada tipo de semente está demonstrado na Tab. 8. Pode ser notado que, independentemente do fotoperíodo, as sementes escuras constituíram a maioria, entretanto as sementes brancas e marrom-claras apresentaram uma frequência aparentemente maior quando as plantas foram desenvolvidas em DC, no entanto a significância estatística não foi possível de ser verificada.

1.1.5. Estudo do efeito alelopático das sementes brancas.

Procurou-se verificar a existência de algum inibidor de germinação nas sementes brancas de E. heterophylla. Entretanto, a germinação de sementes de alface (Lactuca sativa cv. Grand

Tabela 7. Frequência relativa de cada tipo de semente de *E. heterophylla*. As sementes provenientes de frutos maduros foram colhidas em diferentes idades da planta parental que foram cultivadas em DL-DC.

IDADE DA PLANTA PARENTAL (SEMANAS)	TIPOS DE SEMENTES			Nº SEMENTES COLETADAS	Nº COLETAS REALIZADAS
	ESCURAS (%)	M. CLARAS (%)	BRANCAS (%)		
14	96,92	0	3,08	389	4
15	100	0	0	19	1
16	98,88	0	1,12	536	4
17	96,55	0	3,45	377	1
18	99,05	0	0,95	844	2
19	99,19	0	0,81	741	3
20	98,95	0	1,05	478	2
21	99,00	0,13	0,87	804	2
22	97,66	0	2,34	342	3
23	99,09	0	0,91	439	3

Tabela B. Frequência relativa média de cada tipo de semente proveniente de frutos maduros, de plantas de E. heterophylla cultivadas em diferentes fotoperíodos.

FOTOPERÍODO	TIPOS DE SEMENTES		
	ESCURAS (%)	MARROM-CLARAS (%)	BRANCAS (%)
D C	93,22	0,56	6,22
D L	99,04	0,05	0,91
DC-DL	97,52	0,05	2,43
DL-DC	98,53	0,01	1,46

Rapids) 24h após o início da embebição , na presença de sementes brancas de E. heterophylla foi de 92% e na ausência das sementes brancas foi de 98%. Estes resultados indicam que não há possivelmente inibidores de germinação nas sementes brancas de E. heterophylla, ou os inibidores não foram exudados para o papel de filtro.

A Fig. 3 apresenta a germinação das sementes escuras de E. heterophylla quando colocadas para germinar juntamente com as sementes brancas da mesma espécie. Os resultados indicam que as sementes brancas não apresentam inibidores de germinação das sementes escuras da mesma espécie, confirmando assim os resultados obtidos com a germinação de sementes de alface. Ou então o inibidor não foi exudado e a ação não foi verificada, como pode também ter ocorrido no experimento com sementes de alface.

1.2. Sementes provenientes de frutos verdes.

1.2.1. Frequência com que ocorrem as sementes escuras, marrom-claras e brancas.

A frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes quando os frutos foram colhidos ainda verdes encontra-se na Tab. 9. Pode ser verificado que nas 2 condições de secagem do fruto, as sementes escuras ocorreram em proporções ligeiramente maiores que as marrom-claras e as brancas. Estes dois últimos tipos de sementes, por sua vez, ocorreram em proporções praticamente iguais. Aparentemente, a condição de luminosidade em que os frutos foram dessecados não alterou a frequência com que ocorre

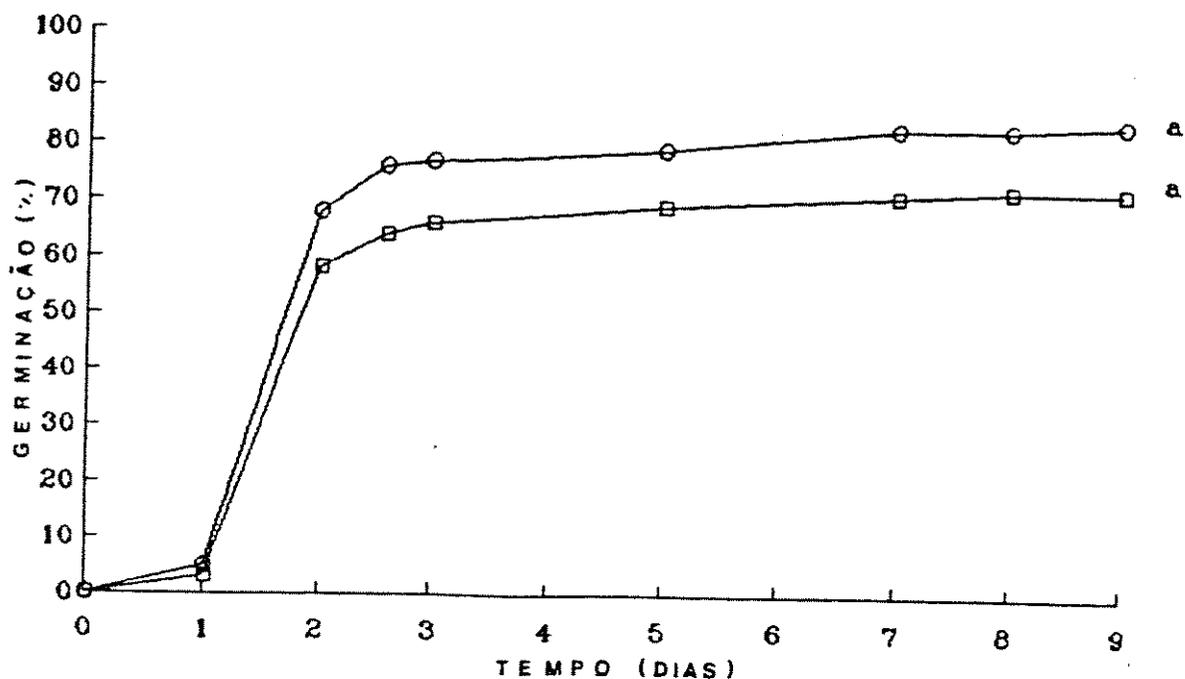


Fig. 3 - Germinação, a 25°C sob escuro contínuo, de sementes escuras de *E. heterophylla* (—○—) e de sementes escuras colocadas para germinar na presença de sementes brancas da mesma espécie (—□—). As sementes foram provenientes de frutos maduros. Letras iguais ao lado dos pontos indicam que não há diferença significativa entre os 2 tratamentos no 9º dia, ao nível de 5% (teste de Mann-Whitney).

Tabela 9. Frequência relativa com que ocorre cada tipo de semente de *E. heterophylla*. As sementes foram provenientes de frutos imaturos desidratados sob luz branca contínua ou sob escuro contínuo.

CONDIÇÃO DE LUZ DURANTE A DESI- DRATAÇÃO DO FRUTO	TIPOS DE SEMENTES		
	ESCURAS (%)	MARROM-CLARAS (%)	BRANCAS (%)
LUZ BRANCA CONTÍNUA	41,72%	27,91%	30,37%
ESCURO CONTÍNUO	39,64%	29,54%	30,82%

cada tipo de semente.

1.2.2. Germinação de sementes escuras, marrom-claras e brancas.

Na Fig. 4 as sementes de diferentes tipos, provenientes de frutos verdes e desidratados sob lâmpada fluorescente, apresentaram níveis de germinação significativamente diferentes entre si. As sementes escuras germinaram cerca de 90%, as sementes marrom-claras cerca de 50% e as brancas praticamente não germinaram.

2. Efeito da temperatura e da luz sobre a germinação das sementes escuras, provenientes de frutos maduros, de E. heterophylla.

O efeito de diferentes temperaturas na presença ou na ausência de luz foi verificado em 4 diferentes lotes de sementes. Os três primeiros lotes foram de sementes coletadas em locais iluminados por luz solar direta durante a maior parte do dia, sendo que no caso do primeiro lote as sementes foram utilizadas logo após a colheita (Fig. 5); o segundo lote foi estocado durante 14 meses na geladeira (Fig. 6) e o terceiro lote foi estocado durante 3 meses em temperatura ambiente (Fig. 7). O quarto lote foi de sementes coletadas num local com densa cobertura foliar, havendo pouca incidência de luz solar direta sobre as plantas de E. heterophylla. O quarto lote foi utilizado logo após a colheita (Fig. 8).

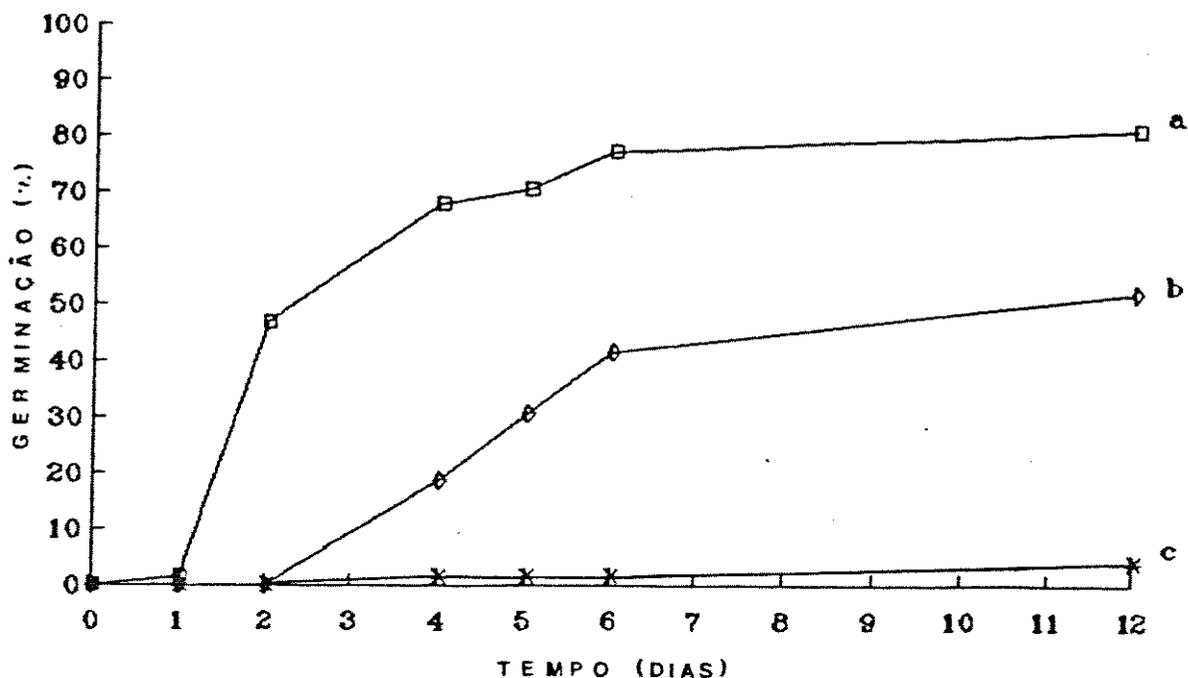


Fig. 4 - Germinação de sementes escuras (—□—), marrom-claras (—◇—) e brancas (—×—) de *E. heterophylla* a 25°C sob luz contínua. As sementes foram obtidas de frutos verdes dessecados sob lâmpada fluorescente. Letras diferentes ao lado dos pontos indicam diferenças significativas entre estes pontos, ao nível de 5% (Análise de Variância).

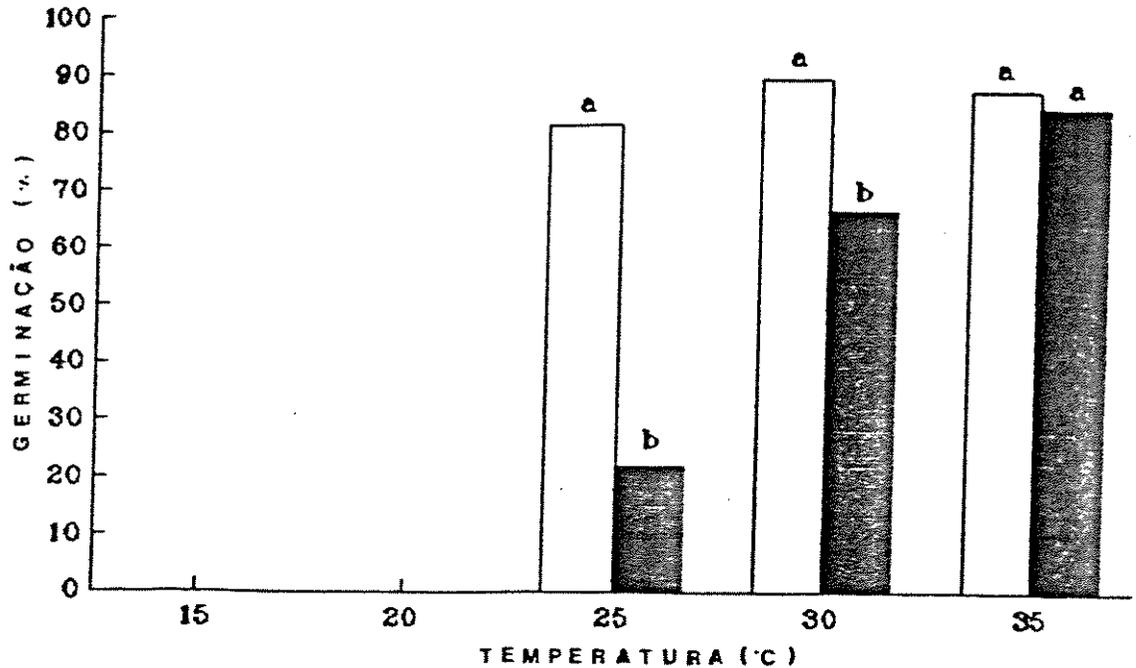


Fig. 5 - Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla* recém-colhidas e provenientes de frutos maduros, em diferentes temperaturas constantes e na luz () ou no escuro () contínuos. A germinação foi avaliada no quarto dia a partir do início da embebição. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre as colunas, ao nível de 5% (teste t), dentro de uma mesma temperatura.

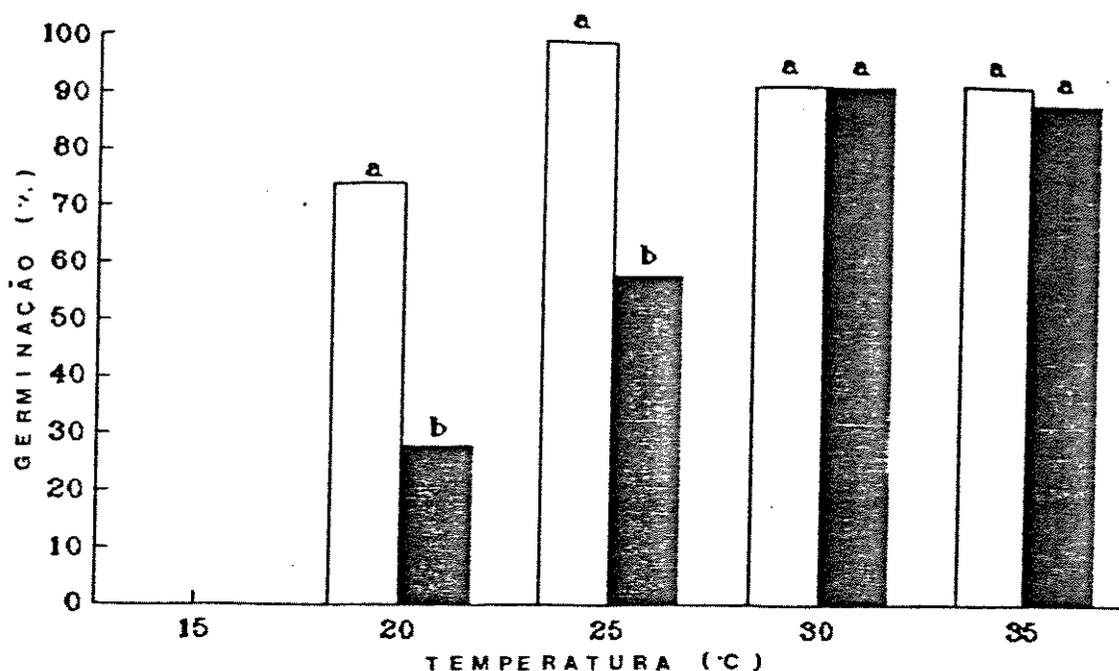


Fig. 6 - Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla* provenientes de frutos maduros e estocadas durante 14 meses a 5°C. As sementes foram colocadas para germinar em diferentes temperaturas constantes e sob luz () ou escuro () contínuos. A germinação foi avaliada no quarto dia a partir do início da embebição. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre as colunas, ao nível de 5% (teste t), dentro de uma mesma temperatura.

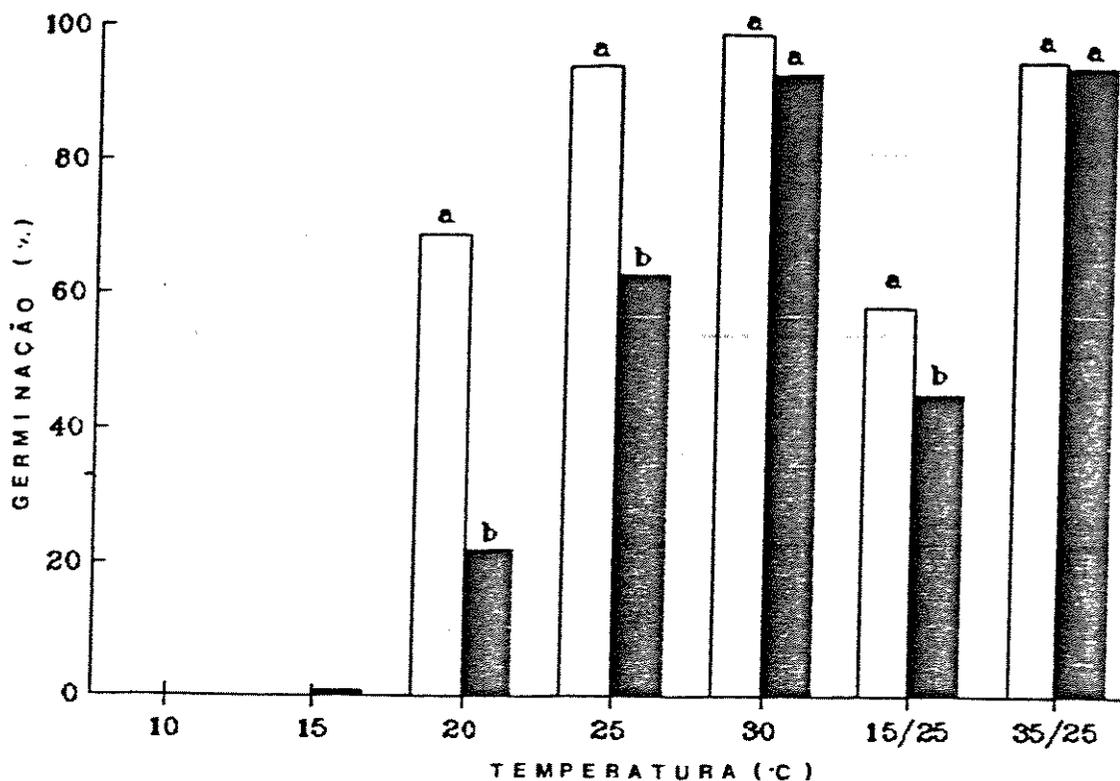


Fig. 7 - Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla* provenientes de frutos maduros e estocadas durante 3 meses em temperatura ambiente. As sementes foram colocadas para germinar em diferentes temperaturas constantes ou alternadas e sob luz (□) ou escuro (■) contínuos. A germinação foi avaliada no quarto dia a partir do início da embebição. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre as colunas, ao nível de 5% (teste t), dentro de uma mesma temperatura.

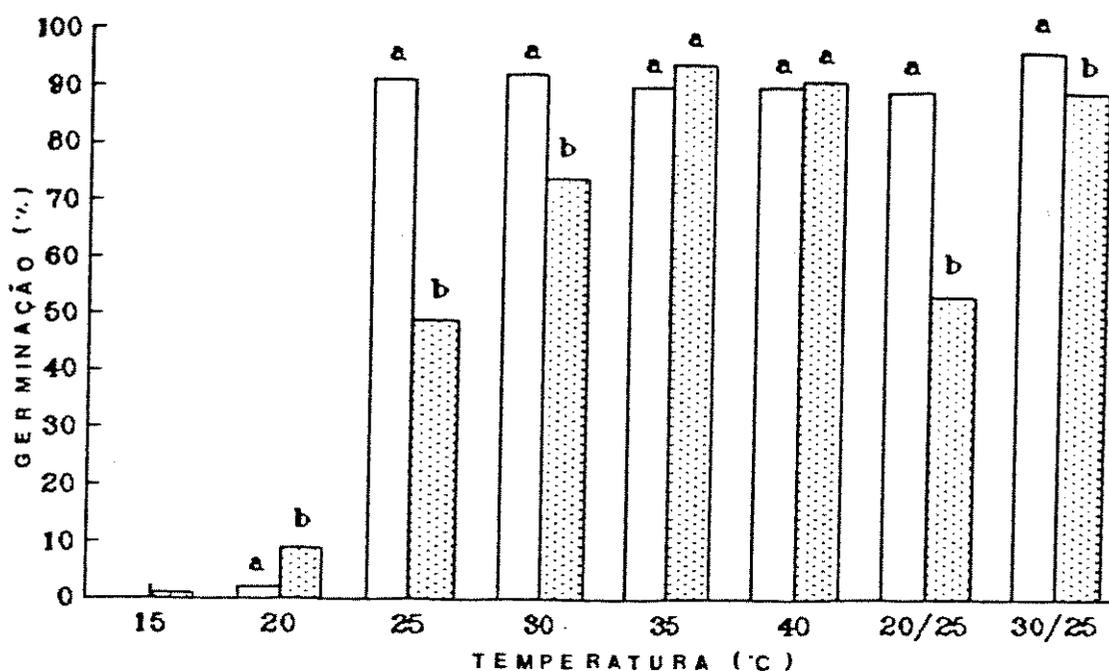


Fig. 8 - Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla* recém-colhidas, provenientes de frutos maduros coletados de plantas desenvolvidas sob cobertura foliar. Germinação, em diferentes temperaturas constantes ou alternadas e sob luz () ou no escuro () contínuos. A germinação foi avaliada no quarto dia a partir do início da embebição. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre as colunas, ao nível de 5% (teste t), dentro de uma mesma temperatura.

2.1. Efeito de temperaturas constantes e de luz.

Na Fig. 5 pode ser observado que as sementes recém-colhidas não germinam nem na luz e nem no escuro quando colocadas a 15 e a 20°C. Entretanto, a 20°C ocorre a germinação após um determinado período de estocagem como pode ser observado nas Figs. 6 e 7, quando as sementes apresentaram-se fotoblásticas positivas nesta temperatura. A 30°C foi verificada uma mudança de fotoblastismo devido ao período de estocagem, sendo que as sementes apresentaram fotoblastismo positivo quando recém-colhidas (Fig. 5) e após 3 meses de estocagem à temperatura ambiente (Fig. 7) ou após 14 meses de estocagem a 5°C (Fig. 6) foram indiferentes à luz.

Em sementes recém-colhidas e provenientes de locais sombreados (Fig. 8) foi observado um padrão semelhante, quanto à germinação, ao das sementes recém-colhidas e provenientes de locais bem iluminados (Fig. 5). Entretanto a 20°C ocorreu a germinação de sementes de plantas que foram sombreadas, embora em baixos níveis, e a germinação foi maior no escuro do que na luz.

2.1. Efeito de temperaturas alternadas e de luz.

Na Fig. 7 o regime de 15/25°C cuja temperatura média foi de 20°C, as sementes apresentaram fotoblastismo positivo como ocorreu a 20°C constante. Ainda na Fig. 7, o regime de 35/25°C cuja temperatura média foi de 30°C, as sementes foram indiferen-

tes à luz assim como no tratamento a 30°C constante.

Na Fig. 8, as temperaturas alternadas de 20/25°C e 30/25°C cujas temperaturas médias foram respectivamente 22,5 e 27,5°C, apresentaram resposta à luz de modo semelhante às temperaturas constantes de 25 e 30°C respectivamente, considerando os níveis de germinação.

Assim sendo, quanto aos efeitos de temperaturas alternadas, aparentemente o fotoblastismo não foi afetado pela amplitude de temperatura (Figs. 7 e 8) mas possivelmente a temperatura média determinou a resposta à luz.

3. Efeito do tempo de estocagem sobre a germinação de sementes escuras, provenientes de frutos maduros, de E. heterophylla.

Nota-se na Fig. 9, que as sementes escuras de E. heterophylla, provenientes de frutos maduros, apresentaram fotoblastismo positivo durante 14 meses de estocagem, exceto no 7º mês de estocagem quando não houve diferença significativa entre germinação na luz e no escuro. Entretanto, ocorreu uma tendência de aumento de germinação no escuro após 3 meses de estocagem a 5°C.

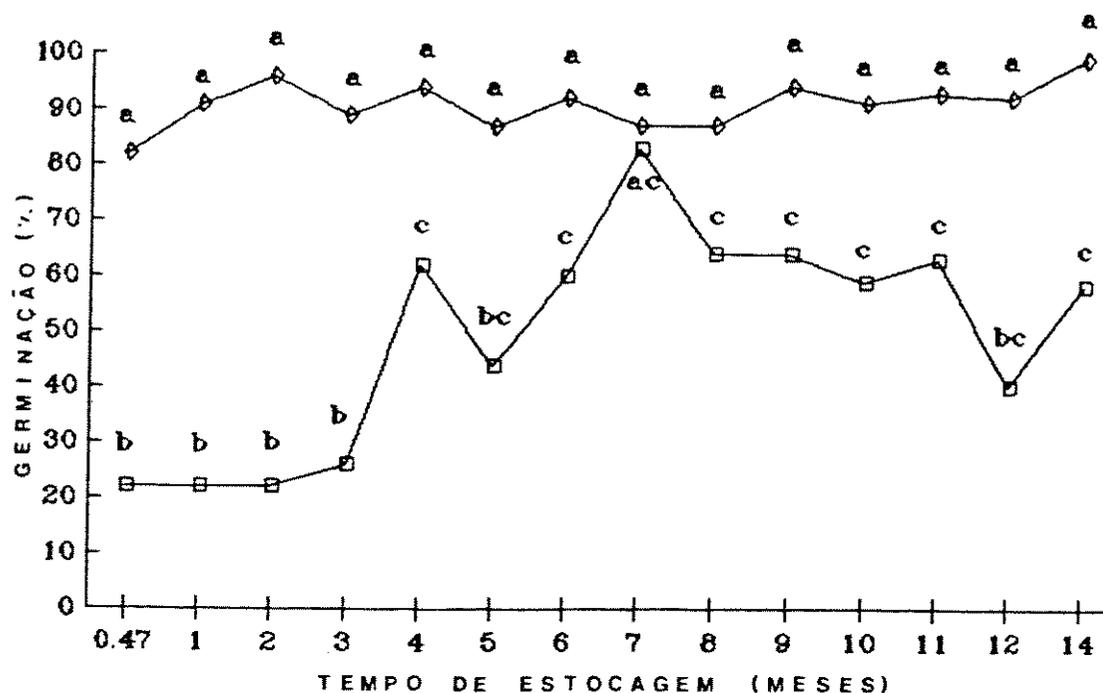


Fig. 9 - Efeito do tempo de estocagem sobre a germinação de sementes escuras, provenientes de frutos maduros, de *E. heterophylla* a 25°C, sob luz branca contínua (—◇—) ou sob escuro contínuo (—□—). O número de sementes germinadas foi avaliado no 4º dia a partir do início da embebição. Letras diferentes junto aos pontos indicam diferenças significativas entre os pontos, ao nível de 5% (Análise Fatorial). Foram estabelecidas comparações entre germinação na luz e no escuro em cada período de estocagem, e germinação na luz entre diferentes tempos de estocagem, e germinação no escuro entre diferentes tempos de estocagem.

4. Efeito da presença do tegumento sobre a germinação de sementes escuras, provenientes de frutos maduros, de E. heterophylla.

O efeito da presença de tegumento sobre a fotorresposta durante a germinação das sementes escuras de E. heterophylla pode ser observado na Fig. 10, onde pode ser notado que a remoção do tegumento das sementes desta espécie tornaram-nas indiferentes à luz.

Comparando-se os tempos médios de germinação entre sementes intactas e com tegumento removido, pode ser verificado que as sementes sem tegumento germinam mais rapidamente que as sementes intactas, tanto na luz quanto no escuro.

Assim sendo, a presença do tegumento retarda a germinação e está envolvido na fotorresposta das sementes desta espécie durante a germinação.

5. Influência de fatores ambientais sobre o desenvolvimento e germinação de E. heterophylla.

5.1. Sombreamento.

5.1.1. Desenvolvimento da planta parental.

Com relação ao aspecto geral externo, as plantas de E. heterophylla cultivadas sob "Sombrite-50%" não diferiram grandemente das plantas sem a cobertura desta tela. Embora não tenham sido realizadas medidas, somente a altura das plantas cobertas aparentou ser ligeiramente maior.

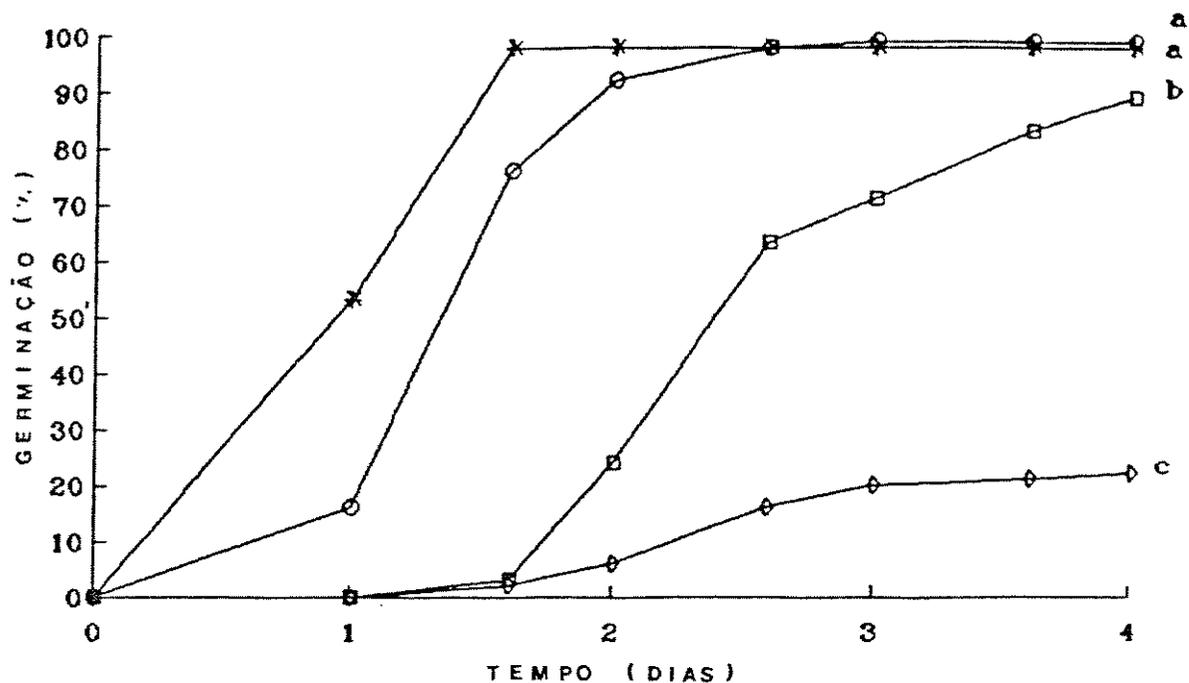


Fig. 10 - Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla* provenientes de frutos maduros, com o tegumento intacto ou removido, na luz branca ou no escuro contínuos a 25°C. (—○—) Tegumento removido, germinação na luz; (—×—) tegumento removido, germinação no escuro; (—□—) tegumento intacto, germinação na luz; (—△—) tegumento intacto, germinação no escuro. Letras diferentes junto aos pontos indicam diferenças significativas entre estes pontos, ao nível de 5% (Análise de Variância).

Tabela 10. Efeito da presença ou ausência do tegumento sobre o tempo médio de germinação (dias), de sementes escuras de E. heterophylla provenientes de frutos maduros. As sementes foram deixadas para germinar a 25°C sob luz branca ou escuro contínuos.

SEMENTES	GERMINAÇÃO	
	LUZ	ESCURO
INTACTAS	2,68 ± 0,43	2,58 ± 0,07
SEM TEGUMENTO	1,64 ± 0,08	1,27 ± 0,06

Os valores correspondem ao tempo médio de germinação ± intervalo de confiança ao nível de 95%.

5.1.2. Germinação das sementes produzidas por plantas submetidas ou não ao sombreamento.

Pode ser observado na Fig. 11 que o sombreamento da planta parental não teve influência na germinação das sementes escuras de E. heterophylla, sendo que as sementes coletadas em diferentes idades da planta parental apresentaram fotoblastismo positivo independente da idade e da condição de sombreamento da planta parental. Entretanto, a germinação no escuro das sementes produzidas na 16ª e 17ª semanas de idade da planta parental apresentaram o nível de germinação mais baixo quando comparado com o nível de germinação das sementes produzidas por plantas de idade menor ou maior.

É interessante ressaltar que neste período, entre 16 e 17 semanas de idade da planta parental, ocorreu aparentemente uma maior produção de sementes do que nas fases anteriores ou posteriores, se estimada a produção através do número de sementes coletadas nos diferentes períodos (Tab. 11). É possível que haja alguma relação entre fotossensibilidade e as fases de produção de sementes.

5.2. Fotoperíodo.

5.2.1. Desenvolvimento da planta parental.

As plantas desenvolvidas em diferentes fotoperíodos e em 2 épocas diferentes apresentaram características demonstradas

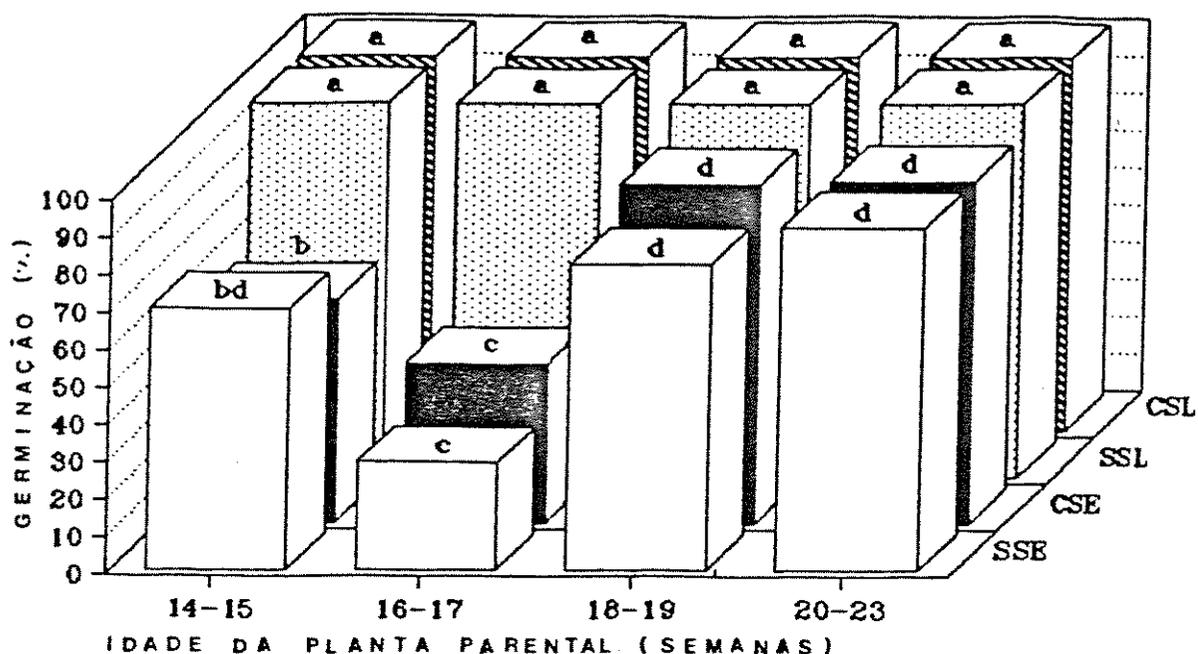


Fig. 11 - Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla*, a 25°C, na luz ou no escuro. As sementes que foram produzidas por plantas submetidas ou não ao sombreamento foram colhidas em diferentes idades da planta parental. CSL: plantas sombreadas e germinação na luz; CSE: plantas sombreadas e germinação no escuro; SSL: plantas sem sombreamento e germinação na luz; SSE: plantas sem sombreamento e germinação no escuro. O número de sementes germinadas foi avaliado no 4º dia a partir do início da embebição. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre as colunas, ao nível de 5% (Análise Fatorial). As comparações foram estabelecidas entre CSL e CSE, SSL e SSE, CSL e SSL, CSE e SSE em uma mesma idade da planta parental ou, entre diferentes idades da planta parental em uma das condições de sombreamento e de germinação.

Tabela 11. Estimativa do número de sementes de E. heterophylla produzidas por plantas submetidas ou não ao sombreamento. As sementes foram colhidas em diferentes idades da planta parental. O número total de coletas foi 31.

IDADE DA PLANTA PARENTAL (SEMANAS)	SEM SOMBREAMENTO	COM SOMBREAMENTO
14 - 15	821	751
16 - 17	1294	821
18 - 19	903	642
20 - 23	518	456

na Tab. 12. Nota-se que com relação ao tempo de vida das plantas cultivadas em diferentes fotoperíodos e em 2 épocas, o tempo de sobrevivência foi menor em DC (cerca de 5 meses). Em DL, as plantas tiveram o tempo de vida prolongado em cerca de 2 meses em relação a plantas em DC. Em DL-DC, as plantas sobreviveram tanto quanto as plantas em DL, quando o cultivo foi iniciado em junho/1988. Ou então, sobreviveram por um tempo intermediário entre plantas em DC e em DL, quando o cultivo foi iniciado em março/1989. Quanto ao tempo decorrido para ocorrência da floração, também o tratamento de DC acelerou a floração independente da época de cultivo. No tratamento DC-DL, a data em que ocorreu a floração foi igual a DC pois parte das plantas que estavam em DC é que foram transferidas para DL.

Quanto ao aspecto geral das plantas cujo cultivo foi iniciado em junho/1988, foi observado que em DC as plantas apresentaram um porte menor (cerca de 40 cm) do que as plantas em DL que atingiram um tamanho de aproximadamente 150 cm de altura, porte este raramente observado no campo. As plantas do tratamento DC-DL atingiram cerca de 60 cm e do DL-DC aproximadamente 100 cm de altura. Medidas para determinação da área foliar das plantas não foram realizadas, mas plantas desenvolvidas em DL apresentaram área foliar que pareceu maior do que a das plantas desenvolvidas em DC.

Com relação ao padrão de ramificação que está esquematizado na Fig. 12, pode ser notado que DL induziu a formação de

Tabela 12. Efeito do fotoperíodo e da época de cultivo sobre o tempo de vida e sobre o tempo decorrido para ocorrência da floração (dias após a sementeira), em plantas de E. heterophylla.

PERÍODO DE CULTIVO	FOTOPERÍODO	FLORAÇÃO (DIAS)	TEMPO DE VIDA (MESES)*
INICIADO EM JUNHO/1988	DC	44	5
	DL	81	7
	DC-DL	44**	6
	DL-DC	66	7
INICIADO EM MARÇO/1989	DC	28	5
	DL	57	7
	DC-DL	28**	6
	DL-DC	53	6

*Tempo de vida aproximado. **As plantas em DC-DL foram transferidas de DC para DL no momento em que a presença de botões florais ficou evidente, ou seja as primeiras flores foram formadas em DC.

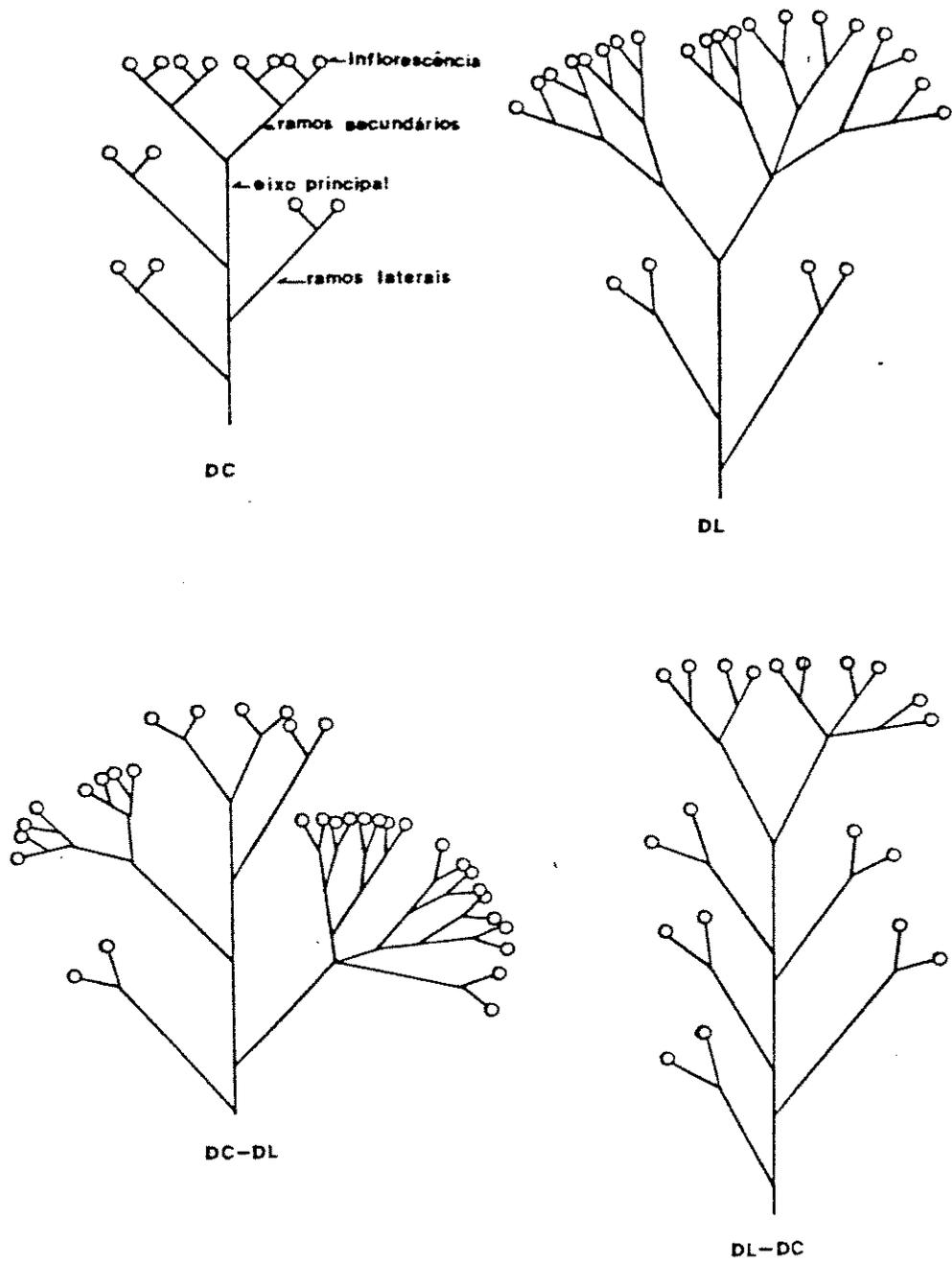


Fig. 12 - Padrão de ramificação das plantas de E. heterophylla desenvolvidas em diferentes fotoperíodos e cujo cultivo foi iniciado no inverno (junho/1988).

ramificações simpodiais em ramos secundários enquanto que em DC ocorreu uma maior liberação de gemas laterais do eixo principal. Convém salientar que quando ocorreu a transferência de um fotoperíodo a outro, as plantas não apresentavam ramos laterais no eixo principal e nenhuma ramificação secundária perceptível.

5.2.2. Germinação das sementes produzidas por plantas submetidas a diferentes fotoperíodos.

Na Tab. 13, pode ser observado que a resposta à luz das sementes produzidas por plantas submetidas a diferentes fotoperíodos e cujo cultivo foi iniciado em junho/1988, foi dependente da idade destas plantas, com exceção do tratamento de DL em que as sementes foram fotoblásticas positivas independente da idade da planta parental. Em DC, as sementes apresentaram fotoblastismo positivo quando as plantas iniciaram a liberação das sementes, entretanto, a germinação no escuro foi bastante elevada nesta fase (12 semanas de idade da planta parental). Nos tratamentos DC-DL e DL-DC ocorreu uma inversão, ou seja, no período de início de liberação de sementes estas foram indiferentes à luz mas depois o fotoblastismo positivo foi estabelecido.

Na Tab. 14 pode ser notado que as plantas cultivadas no 2º período, produziram sementes fotoblásticas positivas

Tabela 13. Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla*, a 25°C sob luz branca ou sob escuro contínuos, após 4 dias a partir do início da embebição. As sementes foram produzidas por plantas cujo cultivo foi iniciado em junho de 1988, em diferentes fotoperíodos, e colhidas em diferentes idades da planta parental.

FOTOPERÍODO	IDADE DE PLANTA	GERMINAÇÃO	GERMINAÇÃO
	PARENTAL (SEMANAS)	NA LUZ (%)	NO ESCURO (%)
DC	12	100 ^a	93 ^b
	14	100 ^a	96 ^a
	16	100 ^a	96 ^a
	17-21	100 ^a	97 ^a
DC-DL	12	100 ^a	100 ^a
	13	100 ^a	97 ^a
	14	98 ^a	94 ^a
	16	100 ^a	83 ^b
	18	99 ^a	62 ^b
	19	99 ^a	47 ^b
	20	98 ^a	46 ^b
	21	98 ^a	61 ^b
22-23	100 ^a	66 ^b	
29	97 ^a	3 ^b	
DL	17	100 ^a	87 ^b
	18	100 ^a	83 ^b
	19	100 ^a	86 ^b
	20	99 ^a	91 ^b
	21	99 ^a	60 ^b
	22	100 ^a	43 ^b
	28	99 ^a	5 ^b
DL-DC	14	100 ^a	100 ^a
	16	100 ^a	97 ^a
	17	100 ^a	50 ^b
	18	100 ^a	33 ^b
	19	100 ^a	14 ^b
	20	100 ^a	78 ^b
	21	100 ^a	59 ^b
	23	100 ^a	30 ^b

Letras diferentes indicam diferenças significativas, ao nível de 5% (Teste Exato de Fisher) entre germinação na luz e no escuro.

Tabela 14. Germinação de sementes escuras de *E. heterophylla*, a 25°C sob luz branca ou sob escuro contínuos, após 4 dias a partir do início da embebição. As sementes foram produzidas por plantas cujo cultivo foi iniciado em março de 1989, em diferentes fotoperíodos, e colhidas em diferentes idades da planta parental.

FOTOPERÍODO	IDADE DE PLANTA PARENTAL (SEMANAS)	GERMINAÇÃO NA LUZ (%)	GERMINAÇÃO NO ESCURO (%)
DC	11-12	99 ^a	31 ^b
	15-16	99 ^a	12 ^b
	17-18	98 ^a	4 ^b
DC-DL	12-13	97 ^a	27 ^b
	14-15	98 ^a	5 ^b
	16-17	97 ^a	7 ^b
	18-19	86 ^a	2 ^b
	20-21	97 ^a	16 ^b
DL	15-16	96 ^a	5 ^b
	17-18	98 ^a	11 ^b
	19-20	100 ^a	6 ^b
	21-22	98 ^a	1 ^b
	23-24	97 ^a	17 ^b
	25-26	90 ^a	3 ^b
DL-DC	11-12	100 ^a	7 ^b
	15-16	98 ^a	15 ^b
	17-18	99 ^a	0 ^b
	21-23	95 ^a	2 ^b

Letras diferentes indicam diferenças significativas, ao nível de 5% (teste Exato de Fisher) entre germinação na luz e no escuro.

independente da idade da planta parental na qual estas sementes foram colhidas. A resposta fotoblástica foi também independente do fotoperíodo a que foram submetidas as plantas parentais.

6. Efeito da condição de luz durante a dessecação do fruto, sobre o fotoblastismo de sementes escuras, marrom-claras e brancas

Na Fig. 13, pode ser verificado que a germinação na luz de cada um dos tipos de sementes foi significativamente diferente entre si (comparar letras minúsculas na Fig. 13). A germinação no escuro de sementes escuras e marrom-claras não diferiu significativamente entre si, em sementes secadas sob lâmpada incandescente ou fluorescente; sendo que na secagem sob escuro contínuo os três tipos de sementes germinaram em níveis distintos.

Comparando-se o efeito do tipo de secagem sobre a germinação na luz ou no escuro (comparar letras maiúsculas na Fig. 13) pode ser verificado que em sementes escuras a secagem sob escuro contínuo causou uma germinação maior na luz ou no escuro do que a secagem sob lâmpada incandescente. Em sementes marrom-claras e brancas o tipo de secagem não afetou a germinação na luz ou no escuro.

Quanto ao comportamento fotoblástico (comparar números na Fig. 13), e as sementes escuras foram fotoblásticas positivas independente do tipo de secagem, as sementes marrom-claras foram indiferentes á luz quando secadas sob lâmpada incandescente ou fluorescente, mas apresentaram fotoblastismo positivo quando

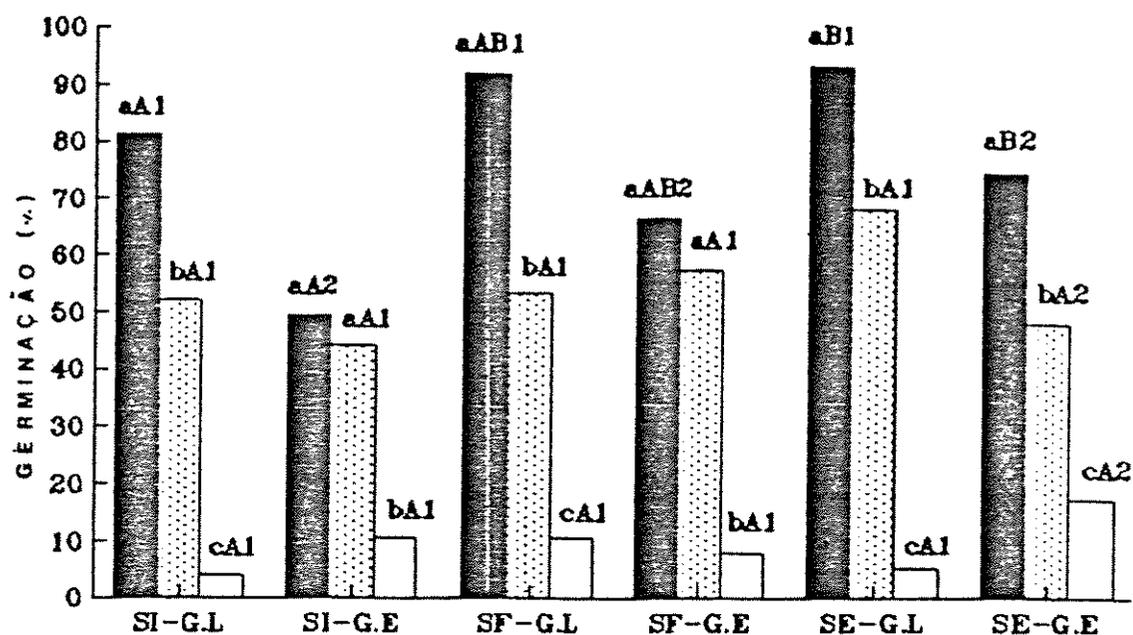


Fig. 13 - Germinação de sementes escuras (■), marrom-claras (▨) e brancas (□) de *E. heterophylla* provenientes de frutos dessecados sob lâmpada incandescente (SI), fluorescente (SF) ou sob escuro contínuo (SE). As sementes foram deixadas para germinar sob luz branca contínua (GL) ou sob escuro contínuo (GE), a 25°C. O número de sementes germinadas foi avaliado no 12º dia a partir do início da embebição. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas ao nível de 5% (Análise Fatorial). As letras minúsculas são para comparar diferentes tipos de sementes dentro de cada tipo de secagem, em cada condição de luz durante a germinação. As letras maiúsculas são para comparar cada tipo de semente dentro de diferentes condições de secagem, na mesma condição de luz durante a germinação. Os números são para comparar a germinação na luz e no escuro de cada tipo de semente, dentro de um mesmo tipo de secagem.

secadas sob escuro contínuo. As sementes brancas foram indiferentes à luz quando secadas sob lâmpada incandescente ou fluorescente mas germinam mais no escuro quando secadas sob escuro contínuo.

De um modo geral, a germinação na luz ou no escuro de diferentes tipos de sementes, não diferiu entre sementes secadas sob lâmpada fluorescente ou incandescente.

7. Efeito do etileno sobre a germinação de sementes escuras de E. heterophylla.

7.1. Dosagem do etileno endógeno.

Na Tab. 15 pode ser verificado que quando as sementes foram mantidas a 25°C, somente após 72 horas de incubação foi detectada a produção de etileno, na luz e no escuro. A 35°C, a produção de etileno foi verificada após 24 horas, entretanto neste período já havia ocorrido 74% de germinação na luz e 34% no escuro. Comparando-se a produção de etileno na luz ou no escuro, não houve diferença significativa entre estas duas condições na incubação a 25°C, entretanto na incubação a 35°C a produção de etileno foi maior na luz do que no escuro. Com relação aos níveis de etileno nos diferentes períodos de incubação a 35°C, foi verificado que na luz ocorreu um aumento (a 24 horas) e depois ocorreu uma diminuição (a 30 horas). No escuro foi verificado um aumento a 24 horas, e a 30 horas foi mantido um nível que não diferiu significativamente de 24 horas de incubação.

Tabela 15. Níveis de etileno endógeno (ppm) estimados de sementes escuras de *E. heterophylla*, após diferentes tempos de incubação (h) na luz ou no escuro, a 25°C ou a 35°C.

TEMPERATURA	TEMPO DE INCUBAÇÃO (HORAS)	LUZ		ESCURO	
		ETILENO	% GERM.	ETILENO	% GERM.
25°C	9	0	0	0	0
	24	0	1	0	1
	30	0	6	0	3
	72	0,512 ^a	17	0,568 ^a	2
35°C	9	0	0	0	0
	24	1,080 ^{aA}	74	0,441 ^{bA}	34
	30	0,463 ^{aB}	84	0,353 ^{bA}	80

Letras diferentes indicam diferenças significativas ao nível de 5% (Análise Fatorial), sendo que as letras minúsculas são para comparações na direção horizontal e as maiúsculas na direção vertical, dentro da mesma temperatura.

7.2. Germinação de sementes escuras, provenientes de frutos maduros, de E. heterophylla na presença de nitrato de prata (AgNO_3).

Pode ser verificado na Tab. 16 que o AgNO_3 promoveu a germinação na luz de sementes escuras de E. heterophylla nas concentrações de 10 e 50 ppm, e não afetou a germinação nas concentrações de 1, 100, 200 e 500 ppm no 2º dia a partir do início da embebição. Após 4 dias, a germinação na luz das sementes controle atingiu níveis que não diferiram das sementes germinadas na presença de AgNO_3 , com exceção do tratamento a 1000 ppm. O tratamento a 1000ppm foi aparentemente tóxico, pois inibiu a germinação na luz tanto no 2º quanto no 4º dia a partir do início da embebição. A germinação no escuro não foi afetada por nenhuma concentração de AgNO_3 no 2º dia, mas no 4º dia a partir do início da embebição o tratamento a 1000 ppm inibiu a germinação, em relação ao controle. O AgNO_3 , em concentrações não tóxicas, não afetou o fotoblastismo positivo apresentado por esta espécie a 25°C.

7.3. Germinação de sementes escuras, provenientes de frutos maduros, de E. heterophylla na presença de perclorato de mercúrio ($\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$).

A Tab. 17 demonstra que a 25°C, a germinação das sementes escuras de E. heterophylla na luz foi promovida pelo perclorato de mercúrio. Mas o fotoblastismo positivo apresentado por esta espécie nesta temperatura não foi alterado pela presença do perclorato de mercúrio.

A 35°C (Tab. 17), a germinação na luz na presença do perclorato de mercúrio foi menor do que na ausência deste captador de etileno. A resposta à luz não foi afetada por esta substância, pois a germinação na luz ou no escuro não diferiu significativamente entre si na presença ou na ausência de $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$.

Tabela 16. Germinação (%) de sementes escuras de *E. heterophylla* após 2 e 4 dias a partir do início da embebição, na presença de diferentes concentrações de nitrato de prata (AgNO_3).

CONCENTRAÇÃO DE AgNO_3 (ppm)	GERMINAÇÃO NA LUZ		GERMINAÇÃO NO ESCURO	
	2º DIA	4º DIA	2º DIA	4º DIA
	0	55 ^a A	91 ^a A	7 ^b B
1	79 ^a AB	95 ^a A	4 ^b B	9 ^b AB
10	89 ^a B	94 ^a A	4 ^b B	9 ^b AB
50	89 ^a B	93 ^a A	6 ^b B	11 ^b A
100	80 ^a AB	96 ^a A	12 ^b B	22 ^b A
200	82 ^a AB	92 ^a A	5 ^b B	16 ^b A
500	70 ^a AB	84 ^a A	1 ^b B	14 ^b A
1000	3 ^a C	28 ^a B	0 ^a B	0 ^b B

Letras diferentes indicam diferenças significativas ao nível de 5% (Análise Fatorial), sendo que as letras minúsculas são para comparações na direção horizontal (entre germinação na luz e no escuro em um mesmo dia) e as maiúsculas na direção vertical.

Tabela 17. Germinação (%) de sementes escuras de E. heterophylla na presença ou na ausência de perclorato de mercúrio ($\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$), após 4 dias a partir do início da embebição. As sementes foram colocadas para germinar a 25°C ou a 35°C, na luz ou no escuro.

TEMPERATURA	CONDIÇÃO DE LUZ	CONTROLE	$\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$
25°C	LUZ	68 ^{aA}	95 ^{bA}
	ESCURO	11 ^{aB}	23 ^{aB}
35°C	LUZ	98 ^{aA}	92 ^{bA}
	ESCURO	95 ^{aA}	97 ^{aA}

Letras diferentes indicam diferenças significativas ao nível de 5% (Análise Fatorial), sendo que as letras minúsculas são para comparações na direção horizontal e as maiúsculas na direção vertical, dentro de uma mesma temperatura.

DISCUSSÃO.

As sementes de E. heterophylla provenientes de frutos maduros e classificadas em escuras, marrom-claras e brancas apresentam características distintas entre si com relação ao aspecto morfológico externo (coloração da testa) e interno, e também quanto à germinabilidade.

A baixa germinabilidade das sementes marrom-claras e brancas pode ser devida às características morfológicas internas destas sementes, sendo que predominou nas sementes marrom-claras o grupo que apresentou o embrião normal e o tecido de reserva rudimentar. Nas sementes brancas predominou o grupo que apresentou o tecido de reserva rudimentar e o embrião mal-formado. É possível que a germinação observada em sementes marrom-claras seja devido principalmente aos 13% destas sementes que apresentaram embrião e tecido de reserva normais; e nas sementes brancas seja devido ao grupo com embrião normal e tecido de reserva rudimentar. No caso das sementes brancas o que leva a inferir que foram as sementes com embriões normais e com tecido de reserva rudimentar que germinaram, é a observação de que as plantas originadas destas sementes conseguiram se desenvolver e produzir flores, frutos e sementes (resultados não apresentados), o que seria pouco provável se as sementes que as originaram fossem de embriões mal-formados. Entretanto, se se considerar que sementes brancas com embrião normal e tecido de reserva rudimentar germinam, é intri-

gante que nas marrom-claras a germinação não seja maior do que 10% quando neste grupo ocorreria cerca de 83% de sementes com potencial para germinar (13% de sementes com embrião e tecido de reserva normais mais 70% de sementes com embrião normal e tecido de reserva rudimentar). Assim sendo, pode ser possível que nas sementes marrom-claras ocorra algum inibidor de germinação sendo que esta hipótese foi também levantada por Gusman et al. (1986). No entanto não foi possível comprovar esta hipótese pois a ocorrência das sementes marrom-claras foi extremamente baixa e portanto, não foi possível reunir uma quantidade suficiente de sementes para estes estudos.

Foi determinada a frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes coletadas no campo e em 3 épocas do ano. Foi verificado que nas 3 épocas do ano as sementes escuras constituem a grande maioria, as brancas ocorrem em baixa proporção e as marrom-claras ocorrem em proporções menores que as brancas. Em agosto a proporção de sementes brancas foi aparentemente maior o que pode indicar que a época de coleta pode influenciar a proporção verificada de cada tipo de semente.

A partir desta observação procurou-se averiguar a existência de algum efeito da condição de desenvolvimento da planta parental, sobre a ocorrência de cada um dos tipos de sementes. Para tal foi estudado o efeito do sombreamento e de diferentes fotoperíodos, analisando estes efeitos em diferentes idades da planta parental.

Quanto ao efeito do sombreamento da planta parental durante o desenvolvimento, sobre a ocorrência de cada tipo de semente, foi verificado que o sombreamento não teve efeito. No entanto, cabe ressaltar que a proporção de sementes brancas provenientes de plantas sombreadas parece ligeiramente maior na fase final de liberação de sementes (20-23 semanas de idade da planta parental).

Com relação ao efeito de diferentes idades da planta parental, analisado dentro de cada fotoperíodo, sobre um possível polimorfismo de sementes de E. heterophylla, foi verificado que a presença predominante foi das sementes escuras, em todas as idades da planta parental e em diferentes fotoperíodos nas quais estas plantas foram cultivadas. Uma análise precisa do efeito de diferentes idades da planta parental dentro de cada fotoperíodo estudado, não foi realizada uma vez que não foi possível a aplicação de testes estatísticos adequados ao experimento realizado. No entanto, aparentemente ocorreu um aumento na proporção de sementes brancas produzidas por plantas cultivadas em DC e em DC-DL na fase inicial de liberação das sementes (13ª e 14ª, e 13ª semanas de idade da planta parental respectivamente). Esta relativa coincidência na idade da planta parental em que ocorreu um aumento na proporção de sementes brancas pode ter sido efeito de DC, pois no tratamento em DC-DL o desenvolvimento das primeiras flores ocorreu em DC. Já nos tratamentos de DL e em DL-DC a frequência de cada tipo de semente nas diferentes idades da planta parental apresentou um padrão semelhante em ambos os tratamentos.

No tratamento em DL-DC a floração e o desenvolvimento das sementes ocorreu em DC mas a porcentagem de sementes brancas de plantas em DL-DC (0 a 3% aproximadamente) não atingiu em nenhum momento níveis observados nos tratamentos em DC na 13ª e 14ª semanas de idade da planta parental (cerca de 10%).

Estes resultados sugerem que o tratamento prévio exerceu influência nos experimentos com transferência de um fotoperíodo a outro, quanto à frequência de cada tipo de semente. Isto significa que a condição presente na fase inicial do desenvolvimento de plantas de E. heterophylla pode afetar a frequência de cada tipo de semente desta espécie. Entretanto, mais estudos e também experimentos adequadamente montados para realização de testes estatísticos são necessários para obtenção de uma conclusão definitiva.

O efeito da duração do dia em que ocorre a maturação da semente sobre o polimorfismo de sementes foi verificado em Ononis sicula. Nesta espécie, em DC (8h de luz) são produzidas sementes esverdeadas e em DL (20h de luz) são produzidas sementes amarelas. Os experimentos com transferência de DC para DL (DC-DL), nos quais foram produzidas sementes amarelas, indicaram que a cor da semente é determinada pelo fotoperíodo na fase final de maturação da semente. Mas os experimentos de transferência de DL para DC (DL-DC), nos quais foram produzidas sementes amarelas e esverdeadas, indicaram que o tratamento prévio tem também efeito ao contrário do que ocorreu em DC-DL (Gutterman & Evenari, 1972).

Um outro caso em que o fotoperíodo afeta a produção de sementes de diferentes tipos é o de Halogeton glomeratus, sendo que em DL são produzidas sementes marrons enquanto que quando são transferidas para DC, sementes pretas são desenvolvidas (Williams, 1960).

Em E. heterophylla a conclusão quanto ao efeito de diferentes épocas de coleta, do sombreamento e do fotoperíodo sobre a frequência com que ocorre cada tipo de semente (proveniente de frutos maduros) é que nenhum destes fatores afetou drasticamente a proporção com que ocorre cada um dos tipos de sementes. A maior frequência foi sempre à das sementes escuras, sendo que em proporções muito menores ocorreram as sementes brancas e as marrom-claras ocorreram ainda menos que as brancas. Assim sendo, a função das sementes brancas e marrom-claras cuja frequência foi sempre muito baixa, independente da condição de desenvolvimento da planta parental, tornou-se intrigante.

Para elucidar se a existência de diferentes tipos de sementes tem alguma importância para E. heterophylla, procurou-se averiguar se as sementes brancas teriam alguma função ecológica uma vez que certamente não teriam uma efetiva função reprodutiva. As observações quanto ao efeito da presença de sementes brancas sobre a germinação das sementes escuras da própria espécie, indicaram que aparentemente as sementes brancas não possuem nenhuma substância alelopática capaz de afetar a germinação de sementes de outras espécies ou da própria espécie. Esta conclusão é reforçada por observações realizadas por Aldo Klein (comunicação pes-

soal) de que extratos de sementes brancas também não apresentaram nenhuma atividade sobre a germinação de sementes de alface.

O polimorfismo de sementes como parte de uma estratégia de dispersão e de germinação foi verificado em Plantago coronopus, uma planta de área costeira. Nesta espécie ocorrem sementes grandes e pequenas, sendo que as sementes grandes não apresentam nenhum mecanismo especial de dispersão e permanecem próximas às plantas parentais, e não flutuam. As sementes pequenas podem ser dispersas pelo vento e pela água, flutuando. Além disso, as sementes grandes possuem maior quantidade de mucilagem e são capazes de germinar em substratos relativamente secos, enquanto que as sementes pequenas necessitam de altos níveis de umidade para germinar. Assim sendo, a existência de 2 tipos de sementes permite à espécie que grande parte das sementes permaneçam num local ao mesmo tempo que permite também uma dispersão para locais mais distantes. Além disso, como os requisitos para germinação quanto ao nível de umidade são distintos nos 2 tipos de sementes, isso possibilita que a germinação da população de sementes seja distribuída ao longo do tempo, o que reduz as chances da extinção completa de uma geração (Schat, 1981).

Em E. heterophylla, as sementes ocorrem no interior de frutos capsulares, sendo que num mesmo fruto podem ocorrer os três tipos de sementes. As sementes são dispersas pela explosão da cápsula e assim é pouco provável que a distância em que as sementes são lançadas seja muito diferente para cada tipo de semente. Assim sendo, não é razoável supor que a ocorrência de dife-

rentes tipos de sementes em E. heterophylla tenha alguma relação com a estratégia de dispersão de suas sementes.

A produção de sementes polimórficas que apresentam velocidades de germinação diferentes, foi verificado em Atriplex heterosperma. Este tipo de estratégia germinativa confere à espécie uma dispersão temporal da germinação. Isto garante um estabelecimento mais eficiente da espécie no local de ocorrência por diminuir competições intra-específicas, além de diminuir a probabilidade de extinção de toda uma geração. (Nobs & Hagar, 1974 In: Labouriau, 1983). Em E. heterophylla, Gusman et al. (1986) verificaram que as sementes claras (aqui referidas como marrom-claras) apresentam menor velocidade de germinação que as sementes de coloração mais escura. No presente trabalho, não foi determinada a velocidade de germinação de cada tipo de semente de E. heterophylla. Mas supondo que as sementes marrom-claras colhidas na região de Campinas (S.P.) tenham uma velocidade de germinação menor, como foi verificado por Gusman et al. (1986) com sementes de outras localidades, o impacto deste fato pode ser desprezível devido à baixa frequência deste tipo de semente na região de Campinas. Gusman et al. (1986) observaram frequências maiores deste tipo de semente. Estes autores verificaram a frequência de cada tipo de semente cultivando as plantas em Ribeirão Preto (S.P.), sendo que as sementes que originaram estas plantas foram colhidas em Jaboticabal (S.P.). As frequências verificadas por Gusman et al. (1986) foram cerca de 70% de sementes escuras , 25% de claras e 5% de abortivas (correspondem respectivamente às sementes aqui

denominadas escuras, marrom-claras e brancas).

A frequência de sementes marrom-claras aumentou para quase 30% quando os frutos foram colhidos ainda verdes, de plantas de E. heterophylla da região de Campinas. A proporção de sementes brancas também aumentou para cerca de 30%.

A germinação de sementes marrom-claras foi maior em sementes provenientes de frutos verdes, quando comparada com a germinação do mesmo tipo de semente proveniente de frutos maduros.

As sementes imaturas ou provenientes de frutos imaturos podem apresentar capacidade germinativa, embora em menor nível que sementes de frutos maduros, como no caso de Phaseolus vulgaris cv. Goiano precoce (Figueiredo & Pereira, 1985), de Vitis vinifera cv. Patricia (Maeda et al., 1984), e de Olea europaea cv. Manzanillo (Lagarda et al., 1983). Em Rorippa nasturtium-aquaticum as sementes verdes germinam mais lentamente mas atingem níveis semelhantes às sementes de frutos maduros (Biddington & Ling, 1983).

Em E. heterophylla, o fato das sementes marrom-claras e brancas ocorrerem em maior proporção quando os frutos encontram-se verdes e esta proporção diminuir quando os frutos tornam-se maduros e secos, indicam que muitas das sementes marrom-claras e brancas passaram a apresentar coloração escura quando os frutos amadureceram. Assim sendo, provavelmente as colorações marrom-clara e branca indicam fases de desenvolvimento da semente em E. heterophylla. É possível que a coloração marrom-clara indique uma

fase de desenvolvimento mais adiantada que a da coloração branca, devido à maior capacidade germinativa apresentada pelas sementes marrom-claras.

Assim sendo, a presença de sementes marrom-claras e brancas em frutos maduros pode ser devida então a deficiências durante o desenvolvimento da semente antes do tegumento desta tornar-se escuro. As anomalias verificadas nestes 2 tipos de sementes corroboram esta hipótese. Em frutos maduros a baixa frequência de sementes marrom-claras em comparação com as brancas indica que a probabilidade de ocorrência de alguma deficiência de modo que estas sementes não se tornem escuras, é menor quando as sementes apresentam coloração marrom-clara do que quando apresentam coloração branca.

Além disso, foi verificado que 70% das sementes marrom-claras apresentaram embrião normal e tecido de reserva rudimentar. Isto indica que nesta fase o embrião já se encontra em adiantada fase de desenvolvimento e a formação do tecido de reserva ainda está ocorrendo. As sementes provenientes de frutos verdes não foram dissecados, porém o fato de que ocorreu cerca de 50% de germinação de sementes marrom-claras destes frutos, vem corroborar a suposição de que grande parte das sementes no estágio de marrom-claras apresentam embriões que já se desenvolveram.

Segundo Steeves (1983), é razoavelmente frequente em Angiospermas o tipo de desenvolvimento da semente em que o endosperma não está presente ou presente em uma forma rudimentar, nos

primeiros estádios da embriogênese. Assim sendo, o endosperma supre o embrião nas fases finais e de rápido crescimento deste. A fase inicial do desenvolvimento embrionário é então suprida pelos nutrientes do saco embrionário e algumas vezes também pelas sinérgides que permaneceram, além de outras fontes. Este padrão parece portanto, presente também em E. heterophylla.

Uma outra característica do desenvolvimento da semente em E. heterophylla é que não foi verificada a formação do tecido de reserva normal na ausência do embrião, durante a realização da análise morfológica interna da semente desta espécie. Isto na realidade é um fato decorrente da característica universal das Angiospermas que é a dupla fertilização (que leva à formação do embrião concomitantemente à do endosperma). A dupla fertilização evita gastos desnecessários num processo dispendioso de energia que é a formação do tecido de reserva, quando a fertilização não ocorre (Steeves, 1983).

A conclusão quanto ao polimorfismo de sementes de E. heterophylla é que este fenômeno não é aparentemente relevante para a espécie. Esta conclusão é baseada nos resultados obtidos com frutos maduros e secos, que em condições naturais irá disseminar as sementes. As sementes com potencial reprodutivo de fato são as sementes escuras, e as marrom-claras e brancas aparentemente não têm uma efetiva função reprodutiva e nem ecológica, pelo menos na população da região de Campinas. Assim sendo, torna-se relativamente impróprio afirmar que ocorre polimorfismo de sementes de E. heterophylla na população estudada neste trabalho.

Cabe no entanto ressaltar um aspecto interessante para a agricultura, com base nos resultados obtidos com frutos verdes. O fato das sementes encerradas no interior de frutos verdes terem germinado, indica que a simples capina de plantas com frutos verdes seguida de abandono destas no local (de modo a permitir a desidratação dos frutos) pode acarretar a reincidência da espécie no local.

Uma vez determinado que em E. heterophylla, as sementes escuras exercem de fato a função reprodutiva, procurou-se estudar a influência de fatores ambientais e da própria semente sobre a germinação das sementes escuras.

Os estudos sobre os efeitos da temperatura constante e da luz sobre a germinação de sementes escuras de E. heterophylla demonstraram que há interação destes 2 fatores influenciando a germinação. A resposta à luz foi dependente da temperatura. Em outras espécies foi também verificada a interdependência entre fotoblastismo e temperatura, como em Ricinus communis cujas sementes são indiferentes à luz a 20°C e fotoblásticas negativas a 25, 30 e a 40°C (Lagôa & Pereira, 1987). Em Beta vulgaris cv. Kawemegamono as sementes apresentam fotoblastismo negativo a 10, 15 e 20°C e são indiferentes à luz a 25, 30 e 35°C (Santos & Pereira, 1987). Em Rorippa nasturtium-aquaticum, estocadas durante 2 anos, as sementes apresentam-se indiferentes à luz na faixa de 5 a 20°C e são fotoblasticas positivas na faixa

de 25 a 35°C (Biddington & Ling, 1983). As sementes de Salvia hispanica apresentam fotoblastismo positivo a 15°C e são indiferentes à luz a 20, 25 e 31°C e fotoblásticas negativas a 35°C (Labouriau & Agudo, 1987). Há casos também como de Oldenlandia corymbosa em que a exigência de luz é absoluta, de modo que as sementes não dormentes desta espécie apresentam fotoblastismo positivo numa faixa de temperatura de 25 a 40°C. Estas sementes atingem a taxa máxima de germinação entre 35 a 40°C (Corbineau & Côme, 1980/81). Um outro caso em que não há interação entre luz e temperatura é o de sementes de Beta vulgaris cv. Kawegigapoly que são indiferentes à luz na faixa de 10 a 35°C (Santos & Pereira, 1987).

Quando recém-colhidas, as sementes de E. heterophylla não germinam nem na luz e nem no escuro a 15 e a 20°C. Mas após 3 meses de estocagem a temperatura ambiente ou após 14 meses de estocagem a 5°C ocorreu a germinação a 20°C, sendo que as sementes foram fotoblásticas positivas nesta temperatura. O alargamento da faixa de temperatura em que ocorre a germinação foi verificada após estratificação em Plantago maior (Pons, 1986) e em Solanum dulcamara (Petgel, 1985). As sementes de Portulaca oleracea enterradas no solo também apresentaram alargamento da faixa de temperatura de germinação após 7,5 meses (Baskin & Baskin, 1988).

A modificação da resposta fotoblástica após a estocagem foi verificada em sementes escuras de E. heterophylla, colocadas para germinar a 30°C. Quando recém-colhidas as sementes apresentaram fotoblastismo positivo a 30°C, mas após 3 meses de estocagem em temperatura ambiente ou após 14 meses de estocagem a 5°C, apresentaram-se indiferentes à luz nesta temperatura. A modificação do padrão de resposta à luz durante a estocagem foi verificada também em Chenopodium bonus-henricus e em C. album. Em C. bonus-henricus as sementes quando recém-colhidas apresentaram fotoblastismo positivo e após 1 mês a 3 meses enterradas no solo, as sementes apresentaram-se indiferentes à luz. Após 3 meses enterradas no solo voltaram a exigir luz para germinação. Foi verificado em C. album que as sementes desta espécie enterradas durante diferentes tempos no solo, apresentam fotoblastismo positivo em determinados períodos e após 2 anos enterradas no solo tornaram-se indiferentes à luz (Karssen, 1980/B1).

As sementes recém-colhidas, provenientes de plantas de locais sombreados, germinam a 20°C embora em baixos níveis e apresentaram fotoblastismo negativo nesta temperatura. As sementes de plantas de locais bem iluminados, quando recém-colhidas, não germinaram a 20°C. Estes resultados indicam que a intensidade luminosa e/ou a qualidade espectral incididas sobre as plantas parentais durante o seu desenvolvimento podem afetar a capacidade germinativa a 20°C, desta espécie. Além disso, como as coletas foram realizadas em locais não muito próximos é possível também que a qualidade do solo também possa ter afetado a capacidade

germinativa das sementes de E. heterophylla a 20°C. Em Nicotiana tabacum cv. Coker 319, o nível de fertilização do solo (com N) onde a planta parental foi desenvolvida afetou a germinabilidade das sementes produzidas. As plantas fertilizadas com 72 kg.ha⁻¹ de N produziram sementes que apresentaram porcentagem de germinação maior do que as plantas fertilizadas com 50 kg.ha⁻¹ de N (Thomas & Raper Jr., 1979).

Quanto aos efeitos de temperatura alternada e de luz sobre a germinação de sementes de E. heterophylla, pode-se concluir que a germinação e a resposta fotoblástica de sementes de E. heterophylla foi afetada pela temperatura média e não pela amplitude de temperatura.

Segundo Thompson & Grime (1983) o efeito de temperaturas alternadas na luz é na maioria dos casos, de aumentar a porcentagem de germinação. Mas algumas espécies necessitam obrigatoriamente de luz e temperatura alternada para germinar. Quanto aos efeitos de flutuação de temperatura no escuro foi verificado em muitos casos que a amplitude necessária para produzir 50% de germinação é maior no escuro do que na luz. Em algumas espécies a luz pode substituir o efeito de temperaturas alternadas de modo que a necessidade desta alternância é abolida.

Há casos em que o efeito da temperatura alternada é o de alterar a taxa de germinação, como foi verificado em Pennisetum typhoides, onde o aumento da amplitude de temperatura aumentou a taxa de germinação (Garcia-Huidobro et al., 1982).

No caso de E. heterophylla, o efeito de temperatura alternada não se assemelha aos casos citados acima por Thompson & Grime (1983). O efeito de temperatura alternada sobre a taxa de germinação não foi estudado em E. heterophylla.

O efeito de temperaturas constantes e alternadas e de luz sobre a germinação de E. heterophylla foi estudada por Bannon *et al.* (1978). Entretanto, o tratamento de luz aplicado por estes autores consistiu de 12h de período de luz e 12h de escuro, em comparação com escuro contínuo. Portanto esta característica dos experimentos de Bannon *et al.* (1978) diferiu do experimento realizado no presente trabalho, onde foram estudados os efeitos de luz contínua e de escuro contínuo. Apesar desta restrição, comparando-se ambos os resultados foram notadas algumas diferenças. A 25 e a 35°C, as sementes estudadas por Bannon *et al.* (1978) apresentaram germinação promovida pela luz, enquanto que nos resultados aqui apresentados, as sementes recém-colhidas de E. heterophylla apresentaram fotoblastismo positivo a 25°C e foram indiferentes à luz a 35°C. Assim sendo, não houve concordância com relação aos resultados observados a 35°C. Quanto ao nível de germinação, os resultados aqui apresentados demonstraram que a 25°C, sob luz contínua o nível de germinação atingiu no mínimo cerca de 80%. Os resultados de Bannon *et al.* (1978) demonstraram níveis de cerca de 50% na presença de 12h de luz diária, a 25°C, num lote de boa germinabilidade. Este resultado pode ser devido ao tempo de exposição diária de luz. Entretanto as diferenças verificadas quanto à resposta à luz a 35°C e ao nível de germina-

ção, entre os resultados de Bannon et al. (1978) e os aqui descritos, podem estar relacionadas à origem do material. As diferenças em relação à resposta à luz e temperatura entre sementes de diferentes origens foi verificada em Dactylis glomerata. Nesta espécie as populações do norte da Europa necessitam de luz e temperatura alternada para atingir a máxima germinação. As populações da região mediterrânea germinam em altos níveis sob escuro completo e à temperatura constante (Probert et al., 1985a).

O efeito do tempo de estocagem sobre a fotossensibilidade das sementes de E. heterophylla mostraram que as sementes apresentaram fotoblastismo positivo durante 14 meses de estocagem a 50C, com exceção no 7º mês de estocagem. Apesar das sementes terem apresentado fotoblastismo positivo durante a maior parte do período de estocagem, a germinação no escuro apresentou uma tendência de aumento após 3 meses de armazenamento.

A mudança de fotoblastismo após períodos de pós-maturação em sementes, é um fenômeno conhecido há bastante tempo (Evenari, 1965). No entanto, muitas vezes, quando as sementes são estocadas secas não ocorre alteração na fotossensibilidade em comparação com sementes recém-colhidas. Isto foi verificado em Alopecurus myosuroides, Poa annua, Plantago major e Viola arvensis. As alterações no padrão fotoblástico são mais frequentemente observadas em sementes enterradas no solo. Acredita-se que as alterações na fotossensibilidade destas sementes deva-se principalmente às flutuações de temperatura no solo, sendo que teores de umidade e composição de gases também estejam envolvidos

neste fenômeno. Quando as sementes são estocadas a seco em condições que previnam a hidratação, é menos provável que ocorra alterações na sensibilidade à luz ou então, a alteração deve ocorrer em taxas muito menores do que quando as sementes encontram-se embebidas. Isto se deve ao fato de que a interconversão do fitocromo e a ação dos receptores de Fve localizados na membrana são fenômenos dependentes da hidratação da semente (Froud-Williams et al. 1984).

Em Bromus sterilis cujas sementes têm a germinação inibida por Fve, a estocagem a seco a 4°C manteve esta característica durante 9 meses de estocagem, mas após 12 meses de estocagem as sementes tornaram-se indiferentes à presença de Fve. Quando as sementes foram estocadas a temperatura ambiente ou a 23°C, as sementes passaram a ser indiferentes à presença de Fve em 2 meses de estocagem, em determinado lote de sementes (Hilton, 1984).

No caso de E. heterophylla, a estocagem a baixa temperatura, não preveniu as alterações na sensibilidade à luz das sementes germinadas a 25°C e a 30°C. É possível que o teor de umidade presente nas sementes quando estas foram estocadas, tenha sido suficiente para permitir esta alteração da sensibilidade à luz durante a estocagem.

Bannon et al. (1978) verificaram que em sementes estocadas a 5°C durante 3 e 9 meses (num lote com boa capacidade germinativa) apresentaram níveis de germinação a 25°C, maiores na presença de luz em comparação com escuro contínuo. Estes resulta-

dos foram aqui confirmados.

A sensibilidade à luz das sementes de E. heterophylla é afetada pela presença do tegumento. A remoção do tegumento tornou as sementes escuras de E. heterophylla indiferentes à luz, a 25°C. Além disso, a remoção do tegumento acelerou a germinação tanto na luz quanto no escuro.

A alteração da resposta fotoblástica e do tempo médio de germinação devidas à remoção ou ruptura das estruturas que recobrem as sementes foi também verificada em outras espécies. Em Amaranthus deflexus e em Cassia patellaria que apresentam fotoblastismo positivo a 25°C, passaram a ser indiferentes à luz nesta temperatura após escarificação mecânica. Além disso, o tempo médio de germinação foi reduzido em sementes escarificadas de Amaranthus deflexus. Em Cassia patellaria o tempo necessário para ocorrência da máxima germinação foi reduzido de 78 para 3 dias devido à escarificação (Felippe & Polo, 1983). Em Ricinus communis a retirada parcial ou total do tegumento tornou as sementes que eram fotoblásticas negativas indiferentes à luz, a 25°C (Lagôa & Pereira, 1987). Em Oldenlandia corymbosa as sementes não dormentes desta espécie são fotoblásticas positivas mas passam a germinar no escuro após escarificação (Corbineau & Côme, 1980/81).

A remoção das estruturas que recobrem a semente frequentemente aumenta a porcentagem final de germinação através do aumento da disponibilidade de oxigênio ao embrião, como foi verificado em Beta vulgaris cv. Britta (Klein & Pereira, 1986), e em

B. vulgaris cv. Kawemegamono (Santos & Pereira, 1989) e em Dactylis glomerata (Probert et al., 1985c).

No caso de E. heterophylla a formação de mucilagem na semente durante a embebição pode constituir uma barreira para difusão de oxigênio (Gusman et al., 1986). Assim sendo, quando o tegumento da semente foi removido, a mucilagem que seria formada durante a hidratação foi removida simultaneamente. Deste modo pode ser possível que a remoção do tegumento tenha permitido uma maior penetração de oxigênio, e superado a inibição da germinação causada pelo escuro. No entanto, estudos com relação ao efeito de oxigênio sobre a germinação de E. heterophylla são necessários para verificação da validade desta hipótese.

Outros mecanismos de interação entre presença de tegumento e luz tem sido sugeridos. Segundo Evenari (1965), no caso de sementes fotoblásticas positivas que passam a germinar no escuro após a remoção do tegumento, foi pressuposta a existência de um inibidor no tegumento cuja ação seria sobrepujada pela luz, sendo que a retirada do tegumento resultaria na remoção também do inibidor. Em alguns casos, este inibidor poderia restringir o suprimento de oxigênio para o embrião e a ação deste inibidor seria inefetiva na presença de luz. Num outro mecanismo sugerido por Widell & Vogelmann (1985), o tegumento das sementes poderia atuar como um filtro modificando a qualidade e a quantidade de luz que chega ao embrião. Deste modo a remoção do tegumento altera as características da luz incidente sobre o embrião. Em E. heterophylla são necessários estudos para elucidar se algum dos

mecanismos citados acima operam , ou se há outros mecanismos completamente diferentes operando nesta espécie.

A germinação de E. heterophylla, segundo Bannon et al. (1978), pode ser afetada pelas condições ambientais em que ocorreu o desenvolvimento do embrião. Estes autores verificaram que lotes de sementes coletados em anos diferentes apresentavam diferenças na germinabilidade. O lote coletado em 1974, produzido em condições relativamente secas em comparação com 1975, apresentou baixa germinação do que o lote coletado em 1975. Os autores sugeriram que as sementes do lote de 1974 poderiam ter apresentado inibidores ou então que promotores de germinação encontravam-se ausentes neste lote.

Durante o estudo com sementes da região de Campinas, foi verificado que em determinados lotes de sementes ocorria, a 25°C, a promoção da germinação pela luz na faixa do vermelho; além da clássica reversão do efeito da luz vermelha pela luz vermelho-extremo (Suda & Pereira, 1988). No entanto, em outros lotes da mesma população foi observado um elevado índice de germinação no escuro a 25°C, sendo que não havia diferença entre a germinação na luz e no escuro nesta temperatura. Na tentativa de elucidar quais os fatores envolvidos na mudança de fotoblastismo nesta temperatura, foi estudado o efeito da condição de desenvolvimento da planta parental.

Inicialmente foi verificada a influência do sombreamento da planta parental. Este fator foi escolhido uma vez que sementes recém-colhidas, provenientes de locais com densa cober-

tura foliar, apresentavam cerca de 60% de germinação no escuro enquanto que sementes provenientes de locais bem iluminados apresentaram germinação de cerca de 20% no escuro. Entretanto, a redução de 50% de luminosidade não afetou o comportamento fotoblástico positivo a 25°C, desta espécie. Mas a idade da planta parental afetou o nível de germinação no escuro. É interessante o fato de que entre 16ª e 17ª semanas de idade da planta parental foram produzidas sementes com fotoblastismo positivo mais intenso do que quando as plantas parentais eram mais jovens ou mais velhas. Nesta idade da planta parental (16ª e 17ª semanas) em que ocorreram sementes com fotoblastismo positivo mais intenso, coincidiu com a época de grande produção de sementes. Isto sugere a existência de um mecanismo que controla o estabelecimento de um fotoblastismo mais ou menos intenso de acordo com a fase de produção de sementes. Este controle pode ser de grande valor adaptativo, pois numa fase inicial de produção de sementes poderia ser importante que um número maior de sementes germinasse para um rápido estabelecimento da geração imediatamente posterior e, numa fase de pico de produção de sementes poderia ser importante que o fotoblastismo positivo fosse mais marcante para aumentar a probabilidade de uma parte das sementes produzidas permanecerem no solo.

Entretanto, esta relação entre período de produção de sementes e mudança na fotossensibilidade destas sementes pode ser decorrente de uma mera coincidência. Outros fatores podem estar na realidade controlando a fotossensibilidade das sementes de E. heterophylla. Poderiam ser alguns destes fatores o fotoperíodo e

a temperatura. As plantas cultivadas com ou sem o sombreamento foram plantadas em meados de maio/1988, iniciaram a floração por volta de 27/06/88, e as primeiras sementes amadureceram por volta de 15/08/88. Portanto, o desenvolvimento inicial das plantas deu-se no inverno. As sementes colhidas entre 14ª e 17ª semanas de idade da planta parental completaram a maturação no inverno. Assim sendo, estas primeiras sementes encontrariam teoricamente condições ambientais que não favorecem muito o estabelecimento da plântula e portanto, a presença de um fotoblastismo positivo mais intenso nestas sementes pode ser adaptativo. As sementes colhidas entre 18ª e 19ª semanas de idade da planta parental completaram a maturação na primavera, o que pode explicar a atenuação do fotoblastismo positivo pois as plântulas podem teoricamente encontrar um ambiente favorável ao seu desenvolvimento.

Quanto ao efeito do fotoperíodo, foi observado que o próprio desenvolvimento da planta parental foi afetado por este fator ambiental. O tempo de ocorrência da floração e o tempo de vida das plantas foram afetadas pelo fotoperíodo assim como o padrão de ramificação das plantas. A floração ocorreu em todos os fotoperíodos estudados, mas foi acelerada em DC e retardada em DL, portanto esta espécie apresenta uma resposta quantitativa ao fotoperíodo e não qualitativa.

Quando o desenvolvimento inicial das plantas deu-se no outono (cultivo iniciado em março), ou seja em temperaturas mais amenas, a ocorrência da floração foi antecipada cerca de 15 dias em DC e cerca de 20 dias em DL, em comparação com as plantas

cujo cultivo foi iniciado no inverno (junho). Entretanto, nos 2 períodos de cultivo o tempo para ocorrência da floração em DL foi quase o dobro do tempo para ocorrência da floração em DC.

A interação entre fotoperíodo e temperatura sobre o processo de iniciação floral foi verificada em Bromus unioloides. Nesta espécie, quando desenvolvida em DC, a iniciação floral ocorre mais rapidamente quando as plantas são cultivadas a 17 ou a 21°C, do que a 27°C. Em DL, as estruturas florais tornam-se visíveis cerca de 70 dias após a embebição independente da temperatura (Gimenez & Rumi, 1987).

Quanto ao aspecto geral da planta de E. heterophylla, incluindo o padrão de ramificação, foi afetado pelo fotoperíodo. O porte da planta em DL atingiu um tamanho quase 4 vezes maior que as plantas cultivadas em DC, no caso das plantas cujo cultivo foi iniciado no inverno. Não foram realizadas medidas de plantas cujo cultivo foi iniciado no outono.

A alteração do padrão de desenvolvimento devido ao fotoperíodo e à temperatura foi observado em Stellaria longipes. Quando as plantas desta espécie são cultivadas em DC (8h de luz) e em regime de temperatura de 6/3°C (dia/noite), as plantas apresentam um porte pequeno e inflorescências simples. Exposições a DL (16h de luz) e ao regime de temperatura de 22/18°C (dia/noite) causaram um grande alongamento dos entrenós, alteração da forma da folha de ovalada para lanceolada e ramificação da inflorescência em um cimo (Macdonald et al., 1983).

Quanto ao padrão de ramificação de E. heterophylla, aparentemente o efeito de DC foi acelerar a perda de dominância apical, de modo que a primeira bifurcação do eixo principal ocorre mais cedo nas plantas em DC do que em DL. O efeito de DL sobre a ramificação parece ser o de intensificar a formação de ramificações simpodiais.

Segundo Whatley & Whatley (1982), as ramificações simpodiais podem surgir através de sucessiva morte de gemas terminais e expansão de gemas axilares, devida à perda de dominância apical ocasionada pela morte da gema terminal. Este modelo de ramificação é verificado em Rhus typhna e é controlado pelo fotoperíodo.

É interessante notar que em E. heterophylla este efeito de DL, de intensificar a formação de ramificações simpodiais, não ocorreu em ramos que se desenvolveram em DC. Nas plantas em DC-DL os efeitos de DL não afetaram os ramos originados na primeira bifurcação do eixo principal, que se desenvolveram em DC.

O tempo de vida das plantas de E. heterophylla foi afetada pelo fotoperíodo mas não foi muito afetada pela época de cultivo, com exceção das plantas desenvolvidas em DL-DC. O tempo de vida das plantas cultivadas em DL-DC e cujo cultivo foi iniciado no final de verão foi diminuído em cerca de 1 mês, em comparação com as plantas cultivadas no mesmo fotoperíodo mas cujo cultivo foi iniciado no inverno. Segundo Egunjobi & Kupoluyi (1973) e Bacchi et al. (1984), a duração do ciclo de vida de E.

heterophylla foi avaliado como sendo próximo de 100 dias. Entretanto, como foi verificado no presente trabalho, esta duração do ciclo de vida pode ser variável de acordo com o fotoperíodo em que as plantas se desenvolveram, mas há interação do fotoperíodo com a temperatura como foi verificado no tratamento DL-DC.

A fotossensibilidade das sementes de E. heterophylla foi afetada por uma complexa interação entre fotoperíodo em que se desenvolveram as plantas parentais, a idade e a época de cultivo das plantas parentais. As plantas cujo desenvolvimento inicial deu-se no inverno e portanto o desenvolvimento subsequente deu-se dentro de uma tendência de aumento de temperatura, apresentaram sementes fotoblásticas positivas e indiferentes. Quando o desenvolvimento inicial deu-se no final do verão e início de outono, dentro de uma tendência de diminuição de temperatura, as sementes apresentaram-se fotoblásticas positivas independente do fotoperíodo em que se desenvolveram as plantas parentais e da idade destas. Estes resultados indicam que possivelmente a temperatura em que ocorreu o desenvolvimento da planta parental seja o fator preponderante na fotossensibilidade das sementes, mas não independente de outros fatores como o fotoperíodo e a idade da planta parental.

A variabilidade com respeito à fotossensibilidade das sementes de E. heterophylla pode constituir um mecanismo adaptativo. Em DC e quando o cultivo das plantas parentais foi iniciado no inverno, as primeiras sementes produzidas apresentaram um tênue fotoblastismo positivo e as sementes produzidas subseqüente-

mente apresentaram-se indiferentes à luz. As primeiras sementes de plantas desenvolvidas em DC foram colhidas no final do inverno, ou seja em setembro/1987. O final do inverno e o início da primavera são estações cuja tendência é o aumento da temperatura. Assim sendo, as sementes produzidas nesta época encontrariam condições de temperatura adequadas para germinação e desenvolvimento da plântula. Portanto a remoção progressiva do fotoblastismo positivo, para rápida e massiva emergência da geração imediatamente posterior, constitui um mecanismo adaptativo. No tratamento DC-DL as sementes apresentaram fotoblastismo positivo quando a planta parental era mais jovem e posteriormente passaram a ser indiferentes à luz. Neste tratamento a indução floral ocorreu em DC mas os frutos desenvolveram-se em DL. Como o desenvolvimento inicial da planta parental deu-se em DC e em baixa temperatura com tendência à elevação, no momento em que as primeiras sementes foram colhidas (setembro/1987) a condição ambiental pode ter se assemelhado à de final de inverno ou início de primavera (temperatura em elevação e alongamento do dia por transferência para DL), para a planta. Assim sendo, seria interessante que o fotoblastismo positivo fosse removido nas sementes liberadas nesta época., o que de fato foi verificado. As sementes produzidas por plantas em DC-DL a partir da 16ª semana de idade da planta parental passaram a apresentar uma tendência de diminuição da germinação no escuro, sendo que as últimas sementes colhidas apresentaram-se nitidamente fotoblásticas positivas (97% de germinação na luz e 3% no escuro). Estas sementes foram colhidas no final de janeiro de 1988.

Portanto, a condição ambiental presente para as plantas parentais nesta ocasião era de final de verão (alta temperatura e alongamento do dia por transferência para DL). Assim sendo, pode ser importante as sementes apresentarem uma restrição para germinação (fotoblastismo positivo) uma vez que a tendência do período posterior não favoreceria tanto o estabelecimento da plântula. No tratamento em DL, as sementes apresentaram fotoblastismo positivo durante todo o período de produção estudado. No entanto, foi verificada uma tendência de diminuição da germinação no escuro com o aumento da idade da planta parental. Na fase inicial de produção de sementes quando a temperatura apresentava tendência de elevação, o ambiente para a planta parental pode ter se assemelhado ao início da primavera, pois a planta embora em DL havia sido submetida à um desenvolvimento a baixa temperatura na fase inicial do crescimento. Assim sendo, nesta fase inicial de produção de sementes, as sementes apresentaram um fotoblastismo positivo mais tênue pois o ambiente indicava um período favorável ao estabelecimento da plântula. Com o aumento da idade da planta parental, a tendência foi uma diminuição da germinação no escuro até que as últimas sementes produzidas foram nitidamente fotoblásticas positivas. Os DL e a elevada temperatura do final de janeiro indicavam final de verão e assim como nas sementes produzidas no tratamento DC-DL, seria importante para as sementes produzidas neste período a presença de um mecanismo restritivo para germinação. As sementes provenientes do tratamento DL-DC apresentaram fotoblastismo positivo na fase inicial de pro-

dução de sementes mas tornaram-se indiferentes à luz com o aumento da idade da planta parental. Neste tratamento as plantas foram transferidas de DL para DC antes da presença visível de flores, portanto o fotoperíodo em que ocorreu a indução floral não foi determinado. No entanto, novamente o efeito de DL e a tendência de aumento de temperatura durante *o* desenvolvimento parece ter sinalizado para a planta parental uma condição de primavera, quando as primeiras sementes foram produzidas. Assim sendo, as sementes apresentaram-se indiferentes à luz neste período. Com o aumento da idade da planta parental foi verificado o estabelecimento do fotoblastismo positivo. Isto pode ter ocorrido devido ao fato de que o desenvolvimento inicial da planta parental ocorreu numa condição que simulava primavera (temperatura baixa com tendência à elevação e DL), mas como a condição subsequente foi a diminuição do fotoperíodo (DC) e alta temperatura, a condição ambiental assemelhava-se ao outono. Portanto, seria importante que as sementes produzidas nesta fase *subsequente* apresentassem fotoblastismo positivo uma vez que a tendência do período posterior não favoreceria a emergência da plântula.

Quando o cultivo das plantas parentais foi iniciado no outono, foi verificado que as sementes apresentaram fotoblastismo positivo independente da idade da planta parental e do fotoperíodo em que estas plantas foram desenvolvidas. As plantas em DC iniciaram a produção de sementes por volta de 15/05/89 e cessaram a produção por volta de 17/07/89. Portanto, as plantas parentais desenvolvidas em DC desenvolveram-se em condições de ou-

tono e inverno devido à tendência de diminuição da temperatura e DC, sendo que a produção de sementes ocorreu em condição de pleno inverno. Assim sendo, estas condições podem explicar a ocorrência do fotoblastismo positivo nas sementes provenientes deste tratamento. As plantas em DC-DL iniciaram a produção de sementes também por volta de 15/05/89 e cessaram a produção por volta de 14/08/89. Novamente o período de desenvolvimento foi num período de diminuição da temperatura e a fase de produção de sementes coincidiu com o pleno inverno. As plantas em DL produziram as primeiras sementes em 19/06/89 aproximadamente e cessaram a produção por volta de 18/09/89. Neste caso a planta parental durante a fase final de produção de sementes pode ter experimentado um período de elevação de temperatura e aliado a isso, o fotoperíodo de DL pode ter simulado uma situação de início de primavera. Entretanto, as sementes apresentaram-se fotoblásticas positivas durante todo o período de produção de sementes. Mas isto pode ser possível na medida em que a elevação de temperatura não tenha sido suficiente para simular a situação de primavera, de modo que não alterou a sensibilidade à luz das sementes produzidas na fase final, em comparação com as sementes produzidas quando a planta parental era mais jovem. Entretanto, pode ser possível que o efeito de DL contínuos seja o de produzir sementes fotoblásticas positivas, pois esta característica esteve presente nas sementes de plantas em DL contínuos cultivadas em outra época. As plantas em DL-DC cultivadas a partir de março de 1989 iniciaram e terminaram a produção de sementes em período de baixa temperatura (de

15/05/89 a 25/08/89 aproximadamente). É provável que os DL presentes na fase inicial de crescimento da planta parental e a posterior diminuição do fotoperíodo devido à transferência para DC aliados à tendência de baixa de temperatura, podem ter simulado a condição de outono e inverno durante todo o período de cultivo. Isto pode ter ocasionado a ocorrência de sementes fotoblásticas positivas.

Há muitos registros de que a condição ambiental presente durante a maturação das sementes afeta a germinabilidade destas sementes (Gutterman, 1980/81; Probert et al., 1985b). Entretanto, Kiegel et al. (1977, 1979) verificaram que em Amaranthus retroflexus a germinação das sementes foi afetada pelas condições fotoperiódicas nas quais as plantas foram desenvolvidas antes da iniciação floral e a idade da planta parental em que ocorreu a indução floral também afetou a germinação das sementes produzidas. Em E. heterophylla também é possível que a condição presente no período anterior ao desenvolvimento da semente tenha afetado a fotossensibilidade das sementes escuras. As sementes produzidas ^{em DC e} na 12ª semana de idade da planta parental, de plantas cultivadas a partir de junho/1988, apresentaram fotoblastismo positivo, embora tênue. As sementes produzidas por plantas em DC-DL, na mesma idade, apresentaram-se ^{indiferentes} à luz. 2. Isto à primeira vista indica que o fotoperíodo presente no período da maturação afetou a germinação das sementes desta espécie, uma vez que plantas em DC-DL foram induzidas a florescer em DC e as sementes maturadas em DL. Mas prosseguindo a

análise, as sementes produzidas em DC entre 17ª e 21ª semanas de idade da planta parental apresentaram-se indiferentes à luz. As plantas em DL-DC na mesma idade apresentaram sementes fotoblásticas positivas. Neste último tratamento, não se pode afirmar que a indução floral ocorreu em DC, mas a transferência de plantas de DL para DC acelerou a floração o que indica que a indução floral pode ter ocorrido em DC. No entanto, a maturação das sementes ocorreu com certeza em DC, mas as sementes apresentaram-se fotoblásticas positivas enquanto que em DC contínuos as sementes apresentaram-se indiferentes à luz. Ou seja, a condição de maturação deu-se em fotoperíodos idênticos e as condições de temperatura às quais as plantas parentais foram submetidas foram idênticas nos dois tratamentos. Assim sendo, é provável que em E. heterophylla as condições presentes no período anterior à formação da semente afetem a germinabilidade das sementes.

Há dados na literatura indicando que a qualidade da luz irradiada durante a maturação das sementes pode afetar a fotossensibilidade destas. Em Arabidopsis thaliana as sementes produzidas apresentam fotoblastismo positivo se as plantas parentais forem irradiadas com baixa proporção de V:VE (luz incandescente com V:VE = 3:5), no período entre o aparecimento dos primórdios florais até a desidratação das sementes. Entretanto, se a luz irradiada apresenta uma relação V:VE alta (luz fluorescente com V:VE = 7:1) as sementes resultantes são indiferentes à luz (McCullough & Shropshire, 1970). Resultados similares foram também observados em Cucumis prophetarum e em C. sativus (Gutterman

& Porath, 1975).

Foi tentada uma averiguação, se há alguma relação entre condição de luz presente durante a desidratação das sementes de E. heterophylla e a fotossensibilidade destas sementes. Foi verificado que em sementes escuras, que são sementes possivelmente no estágio final de maturação, que o fotoblastismo positivo já está estabelecido. Ou seja, neste estágio a ausência ou a presença de luz (proveniente de lâmpada fluorescente ou incandescente) durante a desidratação da semente não alterou o fotoblastismo positivo já estabelecido. Isto significa que muito provavelmente as sementes quando atingiram a coloração escura, a proporção de Fv:Fve encontrava-se elevada. No entanto, comparando-se os efeitos da luz proveniente da lâmpada incandescente durante a desidratação sobre a germinação de sementes escuras, foi verificado que este tipo de secagem diminui a porcentagem de germinação tanto na luz quanto no escuro em comparação com a secagem sob escuro contínuo. Este fato indica que a luz emitida pela lâmpada incandescente cuja composição espectral é da faixa do VE principalmente, alterou o nível de Fve presente. A interpretação quanto à variação dos níveis de germinação causada por diferentes tipos de secagem encontra-se no Esquema 1. Quando os frutos ainda verdes foram colhidos, é possível que o fitocromo estivesse presente nas sementes escuras também em suas várias formas intermediárias. Contudo, com a progressiva desidratação podem ter-se acumulado principalmente nas formas meta-Rb e meta-Fa. Estes dois intermediários não são interconvertidos para as formas Fve e Fv respec-

Esquema 1. Estado do fitocromo nas sementes escuras de E. heterophylla durante a desidratação (sob lâmpadas incandescente ou fluorescente, ou sob escuro contínuo) e durante a germinação na luz ou no escuro.

TIPO DE SECAGEM	DURANTE A DESIDRATAÇÃO	GERMINAÇÃO		
		LUZ		ESCURO
		ANTES DA HIDR*/APÓS HIDR.	ANTES DA HIDR/APÓS HIDR.	
INC ¹	1 Meta-Rb	1' Meta-Rb -----> Fve	1'' Meta-Rb -----> Fve	
	2 Fv	2' Fv -----> Fve	2'' Fv -----> Fv	
	3 Fve->Fv	3' Fv -----> Fve	3'' Fv -----> Fv	
	4 Meta-Fa	4' Meta-Fa-----> Fv --> Fve	4'' Meta-Fa -----> Fv	
FLU ²	5 Meta-Rb	5' Meta-Rb -----> Fve	5'' Meta-Rb -----> Fve	
	6 Fv->Fve	6' Fve -----> Fve	6'' Fve -----> Fve	
	7 Fv	7' Fv -----> Fve	7'' Fv -----> Fv	
	8 Fve	8' Fve -----> Fve	8'' Fve -----> Fve	
	9 Fve->Fv	9' Fv -----> Fve	9'' Fv -----> Fv	
	10 Meta-Fa->Fve	10' Fve -----> Fve	10'' Fve -----> Fve	
	11 Meta-Fa	11' Meta-Fa-----> Fv --> Fve	11'' Meta-Fa -----> Fv	
ES ³	12 Meta-Rb	12' Meta-Rb -----> Fve	12'' Meta-Rb -----> Fve	
	13 Fv	13' Fv -----> Fve	13'' Fv -----> Fv	
	14 Fve	14' Fve -----> Fve	14'' Fve -----> Fve	
	15 Meta-Fa->Fve	15' Fve -----> Fve	15'' Fve -----> Fve	
	16 Meta-Fa	16' Meta-Fa-----> Fv --> Fve	16'' Meta-Fa -----> Fv	

¹Lâmpada incandescente, ²lâmpada fluorescente, ³escuro contínuo;
 (---) indica interconversão; (----) indica manutenção do estado; *hidratação.

tivamente quando os tecidos que os contém não estão suficientemente hidratados (Bewley & Black, 1982).

Na secagem sob lâmpada incandescente a forma meta-Rb pode ter sido convertida a Fve ou então mantida com a progressiva desidratação (1). A forma meta-Rb conservada durante a desidratação pode então ser convertida a Fve após a reidratação (ou seja, quando as sementes foram colocadas para germinar) (1', 1''). O Fv presente no momento em que os frutos foram colhidos tende a ser mantido (2), embora alguma conversão para Fve possivelmente tenha ocorrido pois a lâmpada incandescente pode também apresentar certa proporção de luz na faixa do V. O Fv mantido foi convertido a Fve após a hidratação na luz (2') ou não foi convertido no escuro (2''). O Fve presente inicialmente ou proveniente de interconversões durante a desidratação tende a ser convertida para a forma Fv pela luz VE da lâmpada incandescente (3). Este Fv tende a ser convertido para Fve após a hidratação na luz (3') ou não ser convertido no escuro (3''). A forma meta-Fa acumulada tende a ser mantida e após a hidratação pode ser convertida a Fv (4), sendo que a hidratação na presença de luz causará a conversão para Fve (4') e na hidratação no escuro isto não deverá ocorrer (4''). Assim sendo, como pode ser visualizado no Esquema 1, a secagem sob lâmpada incandescente pode aumentar a proporção de Fv:Fve durante a desidratação, de modo que as sementes apresentaram fotoblastismo positivo.

Na secagem sob lâmpada fluorescente, a forma meta-Rb acumulada (5) tende a ser conservada e após a hidratação será

convertida a Fve (5', 5"). Ou então, antes da diminuição a nível crítico do teor de água, a forma meta-Rb pode converter-se a Fve aumentando o "pool" de Fve. O Fv durante a desidratação pode ser convertida a Fve através da luz na faixa do vermelho emitida pela lâmpada fluorescente (6). Mas também é possível que esta conversão não tenha sido significativa. Somente quando as sementes assim como os frutos encontravam-se com baixos níveis de umidade, os frutos deisceram e as sementes foram expostas à luz fluorescente direta. Assim sendo, é provável que enquanto as conversões do fitocromo eram possíveis de ocorrer as sementes encontravam-se no interior de frutos verdes. Segundo Cresswell & Grime (1981), quando os tecidos que envolvem a semente apresentam alto teor de clorofila a proporção de luz V:VE é baixa. Portanto, os frutos verdes podem ter atuado como filtros de modo que a maior proporção de luz na faixa do VE tenha penetrado nas sementes. Portanto, é provável que a irradiação com lâmpada fluorescente não tenha sido eficiente na remoção da forma Fv do fitocromo (7). A forma Fve inicialmente presente no processo de desidratação tende a ser mantida (8) ou devido à filtragem pelo fruto, pode ser convertida para a forma Fv (9). Após a hidratação na luz, a forma Fv pode ser convertida à forma Fve (9'). A forma meta-Fa acumulada pode ter sido reconvertida a Fve mesmo quando as sementes apresentavam baixo teor de umidade (10). A reconversão da forma meta-Fa para Fve em sementes secas através da luz vermelha foi verificada por Bartley & Frankland (1985). No entanto devido à possível diminuição da proporção V:VE causada pela filtragem pelo fruto verde, é

também possível que a forma meta-Fa tenha sido conservada na secagem sob lâmpada fluorescente (11). Após a hidratação a forma meta-Fa pode ter sido convertida para Fv, sendo que a hidratação na luz pode ter levado à conversão deste Fv para Fve (11').

Na secagem sob escuro contínuo, a forma meta-Rb acumulada durante a desidratação (12) pode ter sido convertida a Fve após a hidratação (12' e 12''). A forma Fv inicialmente presente tende a ser mantida nas sementes desidratadas no escuro (13), sendo que após a hidratação na luz tende a ser convertida para Fve (13') ou então, não ser convertida na hidratação no escuro (13''). O Fve inicialmente presente também tende a ser conservado durante a desidratação no escuro (14). A forma meta-Fa pode ter sido convertida para Fve no escuro (15). A interconversão da forma meta-Fa para Fve no escuro e em sementes desidratadas foi verificado em Sinapsis arvensis e em Bromus sterilis (Bartley & Frankland, 1985). Mas a forma meta-Fa pode também não ter sido convertida para Fve ou convertida parcialmente de modo que meta-Fa esteve presente ao final da desidratação (16). Este meta-Fa pode ser convertido a Fv após a hidratação (16', 16''), sendo que a hidratação na luz pode ter causado a conversão deste Fv gerado para Fve (16').

Concluindo, as sementes provenientes dos 3 tipos de secagem apresentaram, ao final da desidratação, alta proporção de Fv:Fve proveniente das vias 2, 3, 7, 9 e 13, de modo que apresentaram fotoblastismo positivo. O fato das sementes secadas sob lâmpada incandescente e germinadas na luz terem germinado menos que as secadas sob escuro contínuo e germinadas na luz é de difí-

cil interpretação, uma vez que não há evidências de destruição de Fve nas sementes secas (Bartley & Frankland, 1982; Bewley & Black, 1982). No entanto, é necessário salientar que estas sementes escuras de algum modo diferem fisiologicamente das sementes escuras completamente maduras. Isto é indicado pelo fato de que as sementes escuras provenientes de frutos verdes atingiram no mínimo 80% de germinação na luz, após 12 dias a partir do início da embebição. Em sementes escuras completamente maduras o nível de germinação atinge na luz, em geral valores mais elevados após 4 dias a partir do início da embebição. Portanto, não pode ser descartada a ocorrência de alguma interferência do fator imaturidade fisiológica com os níveis de Fve. No entanto, é perfeitamente lógico que as sementes secadas sob lâmpada incandescente e germinadas no escuro tenham germinado em menor nível que as sementes secadas sob escuro contínuo e germinadas no escuro. Isto seria possível uma vez que a secagem sob lâmpada incandescente poderia ter diminuído os níveis de Fve através da via 3, sendo que na secagem sob escuro contínuo as sementes podem ter apresentado maiores níveis de Fve através das vias 14 e 15 principalmente. As sementes escuras provenientes de frutos dessecados sob lâmpada fluorescente atingiram um nível intermediário de germinação na luz ou no escuro, que não diferiu significativamente dos níveis de germinação na luz ou no escuro verificados nas sementes provenientes dos 2 outros tratamentos de secagem. O resultado esperado era de que a secagem sob lâmpada fluorescente produzisse sementes com altos níveis de Fve de modo que estas fossem indiferentes à luz. Mas isto não ocorreu possivelmente devido à filtra-

gem da luz pelo fruto que propiciou a ocorrência das vias 7 e 9 de modo que certos níveis de Fv fossem conservados e/ou formados.

Quanto às sementes marrom-claras que possivelmente são sementes de um estágio intermediário de maturação, foram afetadas com relação à resposta fotoblástica pela presença ou ausência de luz durante a desidratação. Quando as sementes no interior de frutos verdes, foram desidratadas sob lâmpada incandescente ou fluorescente as sementes marrom-claras apresentaram-se indiferentes à luz, mas quando secadas sob escuro contínuo apresentaram fotoblastismo positivo. Isto pode ser possível se a proporção $Fv:Fve$ quando os frutos foram colhidos fosse elevada nas sementes marrom-claras. Assim, na secagem sob escuro contínuo estes níveis foram mantidos de modo que estas sementes apresentaram-se indiferentes à luz. Na secagem sob lâmpada incandescente os níveis de meta-Rb podem ter acumulado de modo que durante a hidratação, tanto na luz quanto no escuro, ocorreu a formação de Fve, sendo as sementes indiferentes à luz. Na secagem sob lâmpada fluorescente, os níveis de Fve podem ter sido elevados pela conversão de Fv para Fve propiciada pela luz V presente nesta lâmpada e/ou pelo acúmulo de meta-Rb, que pode ter sido convertido para Fve após a hidratação tanto na luz quanto no escuro. A elevação dos níveis de Fve pode ter ocorrido ainda pela reversão de meta-Fa para Fve pela presença de luz V da lâmpada fluorescente. Mas como foi discutido anteriormente, pode ser possível que o fruto tenha filtrado a luz proveniente de lâmpada fluorescente de modo que a proporção $V:VE$ foi baixa. Deste modo a resposta apresentada pelas sementes secadas na presença dos 2 tipos de lâmpada tenha sido

semelhante através da via do acúmulo de meta-Rb.

Com relação às sementes brancas, que são sementes provavelmente ainda na fase inicial do desenvolvimento, também foram afetadas pelo tipo de secagem quanto à fotossensibilidade. As sementes brancas provenientes de secagem sob lâmpada incandescente e fluorescente apresentaram-se indiferentes à luz enquanto que as sementes provenientes de secagem sob escuro contínuo foram fotoblásticas negativas. A interpretação destes resultados torna-se difícil, pois o fato das sementes brancas do tratamento de desidratação no escuro terem germinado mais no escuro do que na luz conduz à idéia de que o Fve inibe a germinação neste estágio de desenvolvimento da semente. Isto não é condizente com os resultados obtidos na secagem sob lâmpada incandescente em que altas proporções de Fv:Fve foram teoricamente estabelecidas, de modo que se Fve inibisse a germinação as sementes secadas sob lâmpada incandescente deveriam germinar menos na luz do que no escuro. Mas isto não ocorreu e as sementes foram indiferentes à luz quando secadas sob lâmpada incandescente. Portanto, é provável que neste estágio de desenvolvimento da semente a germinação não esteja sob o controle do fitocromo. No entanto, a cor branca da semente é um fator que pode ter causado uma resposta completamente inesperada, além do baixo nível de maturação destas sementes. O tegumento das sementes pode atuar como um filtro alterando a qualidade e a quantidade de luz que chega ao embrião. (Widell & Vogelmann, 1985; Válio, 1986).

As sementes de E. heterophylla podem portanto ter o nível de Fve alterado durante a fase de maturação e desidratação

das sementes. Esta alteração foi também observado em Lactuca sativa cv. Grand Rapids, em que antes da completa maturação o fitocromo está presente na forma Fve e após a maturação a luz solar causou a reversão de Fve para Fv (Globerson, 1981). Entretanto, em E. heterophylla o fotoblastismo pode ser afetado de modo mais drástico pela condição ambiental em que ocorreu o desenvolvimento da planta parental, sendo que a extensão dos efeitos da luz irradiada durante a desidratação (em sementes quase completamente maduras) foi pequena. Contudo cabe ressaltar que é necessário que a luz irradiada durante a desidratação, tenha uma qualidade espectral bem definida e que seja irradiada sobre as sementes que estejam em processo de desidratação na própria planta parental, para uma comprovação definitiva de que os efeitos da luz durante a desidratação não são tão cruciais na determinação do tipo de fotoblastismo.

Os estudos quanto ao envolvimento do etileno endógeno na germinação de sementes escuras de E. heterophylla, foram motivados pelas seguintes observações. As plântulas provenientes dos experimentos de germinação a 35°C constante, apresentavam um aparente encurtamento da raiz e um aumento da pilosidade desta, fenômenos estes que são geralmente associados à ação do etileno. Além disto, apresentavam gancho plumular retorcido e não apenas curvado como foi verificado em geral em plântulas emergidas a 25°C. O gancho plumular retorcido pode ser observado em plântulas que emergiram na presença de CEPA (ácido 2-cloroetilfosfônico) na concentração de 50 ppm (resultados não apresentados). Estas observações indicavam que poderia haver uma maior produção de eti-

leno a 35°C e que poderia estar associada à insensibilidade à luz das sementes desta espécie nesta temperatura. Além disto, o fotoblastismo positivo a 25°C, das sementes de E. heterophylla poderia também ser devido à baixa produção de etileno suposta através das características das plântulas emergentes, que não denotavam a ação de etileno quando germinadas a 25°C.

Contudo, os resultados indicaram que o envolvimento do etileno na indução da germinação é pouco provável pois foi detectado tardiamente e mais notadamente quando já havia ocorrido alguma germinação. Entretanto é possível que o nível de etileno endógeno liberado tenha sido tão baixo que não foi detectado pela cromatografia.

Não foi verificada uma relação entre nível de etileno e resposta à luz, pois a 25°C as sementes foram fotoblásticas positivas mas o nível de etileno não diferiu significativamente na luz e no escuro (a 72h de incubação). Somando-se a isso, a 35°C quando as sementes apresentaram-se indiferentes à luz, os níveis de etileno produzido foram maiores na luz do que no escuro (a 24 e a 30h de incubação).

No entanto, os experimentos com AgNO₃ nas concentrações de 10 e 50 ppm demonstraram que a presença do etileno pode inibir ou retardar a germinação a 25°C e na luz, das sementes escuras de E. heterophylla.

Estes resultados foram confirmados com o uso do Hg(ClO₄)₂, um captador de etileno. A presença de Hg(ClO₄)₂ promoveu a germinação das sementes de E. heterophylla na luz a 25°C. Entretanto, a 35°C o Hg(ClO₄)₂ inibiu a germinação na luz.

Estes dados sugerem que pode ter ocorrido uma interação entre a presença de luz e etileno e temperatura que afetou a germinação. É provável que o etileno endógeno tenha algum efeito inibidor a 25°C na luz interferindo na ação do Fve nesta temperatura. A interferência da ação do etileno com a ação do Fve é suposta pelo fato de que no escuro o AgNO₃, em concentrações não tóxicas, e o Hg(ClO₄)₂ não afetaram a germinação, nem a 25 e nem a 35°C.

Em sementes de Potentilla norvegica que depende de Fve para germinação, o etileno exógeno inibe a germinação se aplicado logo após a irradiação com luz fluorescente. Esta inibição pelo etileno pode ser revertida através da remoção do gás seguida de nova irradiação das sementes. Foi sugerido para esta espécie que o etileno pode associar-se fracamente com o sítio de ação do Fve, pois o Fve foi inefetivo na presença de etileno. (Suzuki & Taylorson, 1981).

A 35°C, a presença de Hg(ClO₄)₂ inibiu a germinação na luz, ou seja é possível que nesta temperatura e na luz o etileno endógeno tenha um efeito promotor de germinação. O efeito promotor do etileno sobre a germinação, associada à presença de Fve foi verificada em outras espécies cujas sementes necessitam de luz para germinar. (Burdett & Vidaver, 1971; Taylorson & Hendricks, 1977). No entanto, as sementes de E. heterophylla são indiferentes à luz a 35°C, o que leva a supor que o etileno e luz podem atuar sinergisticamente nesta temperatura. O sinergismo entre etileno e luz V foi verificado em outras espécies (cf. ref. In: Esashi et al., 1987b).

A modificação da resposta ao etileno, devido à mudança de temperatura, verificado em E. heterophylla não é surpreendente. A alteração da sensibilidade ao etileno ocasionada pela mudança de temperatura foi verificada em Amaranthus retroflexus e em Potentilla norvegica (Schonbeck & Egley, 1980; Suzuki & Taylorson, 1981).

Acredita-se que a alteração da sensibilidade ao etileno com a temperatura esteja relacionada às mudanças nas características das membranas celulares e de organelas, ocasionada pela alteração da temperatura (Schonbeck & Egley, 1980). Em alguns casos foi verificado que os receptores de etileno podem ser proteínas integrantes da membrana (Sanders et al., 1986).

No caso de E. heterophylla, o etileno endógeno aparentemente não é fundamental para indução da germinação, embora possa afetar a germinação. Isto pode ser inferido a partir dos resultados obtidos com $Hg(ClO_4)_2$ e pela aplicação de CEPA, que inibe a germinação das sementes desta espécie (Suda et al., 1989). O aumento dos níveis de etileno verificado logo após a ocorrência da germinação, e cujos efeitos são visíveis nas plântulas indica que o etileno deve ser um dos produtos do metabolismo que conduz à ocorrência da germinação e não o seu indutor.

CONCLUSÕES.

1. Não foram encontradas referências que definem o polimorfismo considerando aspectos quantitativos. No entanto, não é razoável afirmar que as sementes de E. heterophylla, colhidas na região de Campinas (S.P.), apresentam polimorfismo devido à ocorrência extremamente rara de sementes marrom-claras e brancas. Além disso, a ocorrência destes 2 tipos de sementes é devida possivelmente a um desenvolvimento anormal das sementes.

2. A frequência de sementes marrom-claras e brancas aumentou somente quando os frutos foram colhidos ainda imaturos.

3. A fotossensibilidade das sementes de E. heterophylla é afetada pela temperatura, tempo de estocagem, presença do tegumento e também pelo fotoperíodo e temperatura em que as plantas parentais são cultivadas.

4. Com o uso de inibidores de ação do etileno foi verificado que o etileno endógeno pode afetar a germinação das sementes de E. heterophylla, na luz. Porém este gás possivelmente não está envolvido na indução da germinação das sementes desta espécie.

RESUMO.

As sementes de E. heterophylla foram agrupadas em escuras, marrom-claras e brancas. Os 3 tipos de sementes, provenientes de frutos maduros, apresentam características morfológicas internas distintas entre si. As sementes escuras são morfológicamente perfeitas e germinam prontamente se colocadas em condições favoráveis à ocorrência da germinação. As sementes marrom-claras e brancas apresentam má-formação do embrião e do tecido de reserva, e praticamente não germinam. A frequência com que ocorrem as sementes escuras é elevada (cerca de 80%, no mínimo). As sementes marrom-claras e brancas é de ocorrência extremamente rara (respectivamente cerca de 2% e 10%, no máximo). A frequência com que ocorre cada um dos tipos de sementes não foi alterada drasticamente por diferentes épocas de coleta, nem pelo sombreamento e diferentes fotoperíodos a que foram submetidas as plantas parentais. A proporção de cada um dos tipos de sementes foi alterada quando os frutos imaturos foram examinados. Em frutos verdes a proporção de sementes escuras, marrom-claras e brancas foi de cerca de 40%, 30% e 30% respectivamente. Estes resultados sugerem que diferentes colorações da testa indicam diferentes fases de desenvolvimento da semente; e as sementes marrom-claras e brancas presentes nos frutos maduros correspondem às sementes que não se desenvolveram normalmente e não adquiriram a coloração escura.

As sementes de E. heterophylla apresentam fotoblastismo positivo a 25 e a 30°C e são indiferentes à luz a 35 e a 40°C, quando recém-colhidas. Após estocagem à temperatura ambien-

te ou a 5°C, as sementes escuras tornam-se indiferentes à luz a 30°C; a 25°C permanecem fotoblásticas positivas mas o nível de germinação no escuro aumentou significativamente após 3 meses de estocagem a 5°C. A remoção do tegumento tornou a sementes fotoblásticas positivas de E. heterophylla indiferentes à luz. A fotoresposta a 25°C foi afetada pelo fotoperíodo e época, nos quais ocorreu o cultivo da planta parental, e pela idade da planta parental. O sombreamento da planta parental não afetou a fotoresposta, a 25°C, das sementes produzidas.

O envolvimento do etileno endógeno na indução da germinação é pouco provável, uma vez que a produção deste gás foi detectado tardiamente, mais notadamente quando já havia ocorrido alguma germinação. O nitrato de prata promoveu a germinação de sementes de E. heterophylla, na luz, nas concentrações de 10 e 50 ppm; assim como o perclorato de mercúrio na concentração de 0,25M. É provável que haja uma interação entre luz e etileno a 25°C e a 35°C. Possivelmente a 25°C o etileno inibe e a 35°C promove a germinação de sementes de E. heterophylla.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AKUBUE, P.I.; MITTAL, G.C. & AGUWA, C.N. 1983. Preliminary pharmacological study of some Nigerian medicinal plants, 1. Journal of Ethnopharmacology, 8:53-63.
- BACCHI, O.; LEITÃO FILHO, H. de F. & ARANHA, C. 1984. Plantas Invasoras de Culturas. Vol. 3. Ed. UNICAMP, Campinas, p. 598-906.
- BANNON, J.S.; BAKER, J.B. & ROGERS, R.L. 1978. Germination of wild poinsettia (Euphorbia heterophylla). Weed Science, 26:221-225.
- BARTLEY, M.R. & FRANKLAND, B. 1982. Analysis of the dual role of phytochrome in the photoinhibition of seed germination. Nature, 300:750-752.
- BARTLEY, M.R. & FRANKLAND, B. 1985. Effects in phytochrome controlled germination produced by far-red irradiation of seeds before and during rehydration. Journal of Experimental Botany, 36:149-158.

- BASKIN, J.M. & BASKIN, C.C. 1988. Role of temperature in relating the timing of germination in Portulaca oleracea. Canadian Journal of Botany, 66:563-567.
- BEBAWI, F.F. & EPLEE, R.E. 1986. Efficacy of ethylene as a germination stimulant of Striga hermonthica seeds. Weed Science, 34:694-698.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1982. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol. 2, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 375p.
- BIDDINGTON, N.L. & LING, B. 1983. The germination of watercress (Rorippa nasturtium-aquaticum) seeds. I. The effects of age, storage, temperature, light and hormones on germination. Journal of Horticultural Science, 58:417-426.
- BLANCO, H.G. 1983. A importância do controle de ervas daninhas na cultura do café. Agroquímica Ciba-Geigy, 22:4-9.
- BOUWMEESTER, H.J. & KARSSSEN, C.M. 1989. Environmental factors influencing the expression of dormancy patterns in weed seeds. Annals of Botany, 63:113-120.

- BURDETT, A.N. & VIDAVER, W.E. 1971. Synergistic action of ethylene with gibberellin or red light in germinating lettuce seeds. Plant Physiology, 48:656-657.
- CERDEIRA, A.L.; ROESSING, A.C. & VOLL, E. 1981. Controle integrado de plantas daninhas em soja. Circular Técnica, 4. EMBRAPA/CNPSO, Londrina, 47p.
- CORBINEAU, F. & CÔME, D. 1980/81. Some particularities of germination of Oldenlandia corymbosa L. seeds (tropical Rubiaceae). Israel Journal of Botany, 29:157-167.
- CORBINEAU, F. & CÔME, D. 1985. Effect of temperature, oxygen, and gibberellic acid on the development of photosensitivity in Oldenlandia corymbosa L. seeds during their incubation in darkness. Plant Physiology, 79:411-414.
- CRESSWELL, E.G. & GRIME, J.P. 1981. Induction of a light requirement during seed development and its ecological consequences. Nature, 291:583-585.
- DAU, L. & LABOURIAU, L.G. 1974. Temperature control of seed germination in Pereskia aculeata Mill. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 46:311-322.

- EGLEY, G.H. 1982. Ethylene stimulation of weed seed germination. Agriculture and Forestry Bulletin, 5:13-18.
- EGUNJOBI, J.K. & KUPOLUYI, A.O. 1973. Studies on Nigerian weeds. 1. Biology and control of Euphorbia heterophylla L. In: Proceedings of the Third Nigerian Weed Science Group Meeting, Nigeria, Samaru, Institute of Agricultural Research, p.42-46.
- EPLER, R.E. 1975. Ethylene: a witchweed seed germination stimulant. Weed Science, 23:433-436.
- ESASHI, Y.; KURAISHI, R.; TANAKA, N. & SATOH, S. 1983. Transition from primary dormancy to secondary dormancy in cocklebur seeds. Plant Cell and Environment, 6:493-499.
- ESASHI, Y.; FUWA, N.; KOJIMA, K. & HASE, S. 1986. Light actions in the germination of cocklebur seeds. IV. Disappearance of red light-requirement for the germination of upper seeds subject to anoxia, chilling, cyanide or azide pretreatment. Journal of Experimental Botany, 37:1652-1662.
- ESASHI, Y.; FUWA, N.; KUROTA, A.; OOTA, H. & ABE, M. 1987a. Interrelation between ethylene and carbon dioxide in relation to respiration and adenylate content in the pre-germination period of cocklebur seeds. Plant and Cell Physiology, 28:141-150.

- ESASHI, Y.; HASE, S. & KOJIMA, K. 1987b. Light action in the germination of cocklebur seeds. V. Effects of ethylene, carbon dioxide and oxygen on germination in relation to light. Journal of Experimental Botany, 38:702-710.
- ESASHI, Y.; KAWABE, K.; ISUZUGAWA, K. & ISHIZAWA, K. 1988. Interrelations between carbon dioxide and ethylene on the stimulation of cocklebur seed germination. Plant Physiology, 86:39-43.
- EVENARI, M. 1965. Light and seed dormancy. In: Encyclopedia of Plant Physiology (Ruhland, W.; ed.), vol. XV/2, Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, p.804-847.
- FELIPPE, G.M. 1980. Germination on the light-sensitive seeds of Cucumis anguria and Rumex obtusifolius: effects of temperature. The New Phytologist, 84:439-448.
- FELIPPE, G.M. & POLO, M. 1983. Germinação de ervas invasoras: efeito de luz e escarificação. Revista Brasileira de Botânica, 6:55-60.
- FIGUEIREDO, P.S. & PEREIRA, M.F.A. 1985. Immature seeds of Phaseolus vulgaris L.: development, germination and reproductive capacity of the resulting plants. Revista Brasileira de Botânica, 8:169-175.

- FRANKLAND, B. & TAYLORSON, R. 1983. Light control of seed germination. In: Photomorphogenesis, Encyclopedia of Plant Physiology (Shropshire Jr., W. & Mohr, H.; eds.), vol. 16A, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p.428-456.
- FROUD-WILLIAMS, R.J.; DRENNAN, D.S.H. & CHANCELLOR, R.J. 1984. The influence of burial and dry-storage upon cyclic changes in dormancy, germination and response to light in seeds of various arable weeds. The New Phytologist 96:473-481.
- GARCIA-HUIDOBRO, J. MONTEITH, J.L. & SQUIRE, G.R. 1982. Time, temperature and germination of pearl millet (Pennisetum thypoides S.& H.). II. Alternating temperature. Journal of Experimental Botany, 33:297-302.
- GELMINI, G.A. 1982. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. Boletim Técnico CATI, 158. Campinas, 24p.
- GELMINI, G.A. & CRUZ, L.S.P. 1983. Controle de plantas daninhas na cultura do algodão. Boletim Técnico CATI, 178. Campinas, 24p.
- GIMENEZ, D.D. & RUMI, C.P. 1987. Bromus unioloides H.B.K. Main shoot development under different photoperiods and night temperatures. Environmental and Experimental Botany, 27:379-386.

- GLOBERSON, D. 1981. Germination and dormancy in immature and fresh-mature lettuce seeds. Annals of Botany, 48:639-643.
- GRUBISIC, D.; KONJEVIC, R. & NESKOVIC, M. 1988. The effects of some growth regulators on light induced germination of Paulownia tomentosa seeds. Physiologia Plantarum, 72:525-528.
- GUEDES, L.V.M. & WILES, T.L. 1976. O controle de ervas daninhas em plantio direto de soja no Paraná: avaliação em fazendas em escala comercial. In: Resumos do 11º Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, Londrina, p.131.
- GUSMAN, A.B.; MUCILLO, G.; GIORGINI, J.F. & PITELLI, R.A. 1986. Estudos sobre a germinação de sementes de Euphorbia heterophylla. Plantas Daninhas (no prelo).
- GUTTERMAN, Y. 1980/81. Influences on seed germinability: phenotypic maternal effects during seed maturation. Israel Journal of Botany, 29:105-117.
- GUTTERMAN, Y. & EVENARI, M. 1972. The influence of day length on seed coat colour, and index of water permeability, of the desert annual Ononis sicula Guss. The Journal of Ecology, 60:713-719.

- GUTTERMAN, Y. & PORATH, D. 1975. Influences of photoperiodism and light treatments during fruit storage on the phytochrome and on the germination of Cucumis prophetarum L. and Cucumis sativus seeds. Oecologia, 18:37-43.
- 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.
- HARPER, J.L.; LOVELL, P.H. & MOORE, K.G. 1970. The shapes and sizes of seeds. Annual Review of Ecology and Systematics, 1:327-356.
- HILHORST, H.W.M. & KARSSSEN, C.M. 1988. Dual effect of light on the gibberellin- and nitrate-stimulated seed germination of Sisymbrium officinale and Arabidopsis thaliana. Plant Physiology, 86:591-597.
- HILHORST, H.W.M. & KARSSSEN, C.M. 1989. Nitrate reductase independent stimulation of seed germination in Sisymbrium officinale L. (hedge mustard) by light and nitrate. Annals of Botany, 63:131-137.
- HILTON, J.R. 1984. The influence of dry storage temperature on the response of Bromus sterilis L. seeds to light. The New Phytologist, 98:129-134.

- HILTON, J.R. 1985. The influence of light and potassium nitrate on the dormancy and germination of Avena fatua L. (wild oats) seed stored buried under natural conditions. Journal of Experimental Botany, 36:974-979.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. 1977. Recomendações técnicas para a cultura de cana-de-açúcar no estado do Paraná. Circular, 6. Londrina, 96p.
- KARSSSEN, C.M. 1980/81. Patterns of change in dormancy during burial of seeds in soil. Israel Journal of Botany, 29: 65-73.
- KENDRICK, R.E. 1983. The physiology of phytochrome action. Symposium of Society of Experimental Biology, 36:275-303.
- KENDRICK, R.E. & FRANKLAND, B. 1976. Phytochrome and Plant Growth. Edward Arnold, Londres, 68p.
- KIGEL, J.; OFIR, M. & KOLLER, D. 1977. Control of the germination responses of Amaranthus retroflexus L. seeds by their parental photothermal environment. Journal of Experimental Botany, 28:1125-1136.

- KIGEL, J.; GIBLY, A. & NEGBI, M. 1979. Seed germination in Amaranthus retroflexus L. as affected by the photoperiod and age during flower induction of the parent plants. Journal of Experimental Botany, 30:997-1002.
- KLEIN, E.S. & PEREIRA, M.F.A. 1986. O papel do pericarpo na germinação de sementes de Beta vulgaris cv. Britta. In: Anais do 6º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, p. 51-58.
- KOLLER, D. 1972. Environmental control of seed germination. In: Seed Biology (Kozlowski, T.T.; ed.), vol. 2, Academic Press, Nova York, p.2-101.
- LABOURIAU, L.G. 1983. A Germinação de Sementes. Monografia nº 24. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Washington, 174p.
- LABOURIAU, L.G. & AGUDO, M. 1987. On the physiology of seed germination in Salvia hispanica L. II. Light-temperature interactions: preliminar results. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 59:57-69.

- LAGARDA, A.; MARTIM, G.C. & KESTER, D.E. 1983. Influence of environment, seed tissue, and seed maturity on "Manzanillo" olive seed germination. Hortscience, 18: 868-869.
- LAGÔA, A.M.M.A. & PEREIRA, M.F.D.A. 1987. Fotoblastismo em sementes de Ricinus communis. Revista Brasileira de Botânica, 10:155-158.
- LENOIR, C.; CORBINEAU, F. & CÔME, D. 1986. Barley (Hordeum vulgare) seed dormancy as related to glumella characteristics. Physiologia Plantarum, 68:301-307.
- LORENZI, H. 1982. Plantas Daninhas do Brasil; Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais. Nova Odessa, 425p.
- MACDONALD, S.E.; CHINNAPPA, C.C. & REID, D.M. 1984. Studies on the Stellaria longipes complex: phenotypic plasticity. I. Response of stem elongation to temperature and photoperiod. Canadian Journal of Botany, 62:414-419.
- MAEDA, J.A.; PEREIRA, M.F.D.A. & TERRA, M.M. Efeito do estágio de desenvolvimento do fruto sobre a qualidade da semente do cultivar Patrícia de videira. Bragantia, 43:659-666.

- MASSEI, M.A.S. 1982. Fatores que Afetam a Iniciação de Raízes Adventícias em Caules de Lycopersicon esculentum Mill. Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas.
- MAYER, A.M. 1986. How do seeds sense their environment? Some biochemical aspects of the sensing of water potential, light and temperature. Israel Journal of Botany, 35:3-16.
- MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. 1982. The Germination of Seeds. Pergamon Press, Oxford, 211p.
- MCCULLOUGH, J.M. & SHROPSHIRE Jr., W. 1970. Physiological predetermination of germination responses in Arabidopsis thaliana L. Heynh. Plant Cell and Physiology, 11:139-148.
- MELHEM, T.S. 1975. Fisiologia da germinação de sementes de Dypteryx alata Vog. (Leguminosae-Lotoideae). Hoehnea, 5:59-90.
- NEW, J. 1958. A population study of Spergula arvensis. I. Two clines and their significance. Annals of Botany 22:457-477.
- NEW, J.K. 1959. A population study of Spergula arvensis. II. Genetics and breeding behavior. Annals of Botany, 23:23-33.

- OLATOYE, S.T. & HALL, M.A. 1973. Interaction of ethylene and light on dormant weed seeds. In: Seed Ecology (Heydecker, W.; ed.), Butterworths, Londres, p. 233-249.
- PETGEL, D.M. 1985. Germination in populations of Solanum dulcamara L. from contrasting habitats. The New Phytologist, 100:671-679.
- PONS, T.L. 1986. Response of Plantago major seeds to the red/far-red ratio as influenced by other environmental factors. Physiologia Plantarum, 68:252-258.
- PROBERT, R.J. & SMITH, R.D. 1986. The joint action of phytochrome and alternating temperatures in the control of seed germination in Dactylis glomerata. Physiologia Plantarum, 67:299-304.
- PROBERT, R.J.; SMITH, R.D. & BIRCH, P. 1985a. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of Dactylis glomerata L. I. Variability in relation to origin. The New Phytologist, 99:305-316.
- PROBERT, R.J.; SMITH, R.D. & BIRCH, P. 1985b. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of Dactylis glomerata L. II. The genetic and environmental components of germination. The New Phytologist, 99:317-322.

- PROBERT, R.J.; SMITH, R.D. & BIRCH, P. 1985c. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of Dactylis glomerata L. III. The role of the outer covering structures. The New Phytologist, 100:447-455.
- SANDERS, I.O.; SMITH, A.R. & HALL, M.A. 1986. Ethylene metabolism and action. Physiologia Plantarum, 66:723-726.
- SANTOS, D.M.M. dos & CORSO, G.M. 1986. Germinação, pré-plantio, pré-emergência e pós-emergência de Euphorbia heterophylla L. (amendoim-bravo) sob a influência do diuron. In: Anais do 6º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, p.59-65.
- SANTOS, D.S.B. dos & PEREIRA, M.F.A. 1987. Germinação de sementes de dois cultivares de beterraba açucareira: efeito de luz e temperatura. Revista Brasileira de Botânica, 10:15-20
- SANTOS, D.S.B. & PEREIRA, M.F.A. 1989. Restrictions of the tegument to the germination of Beta vulgaris L. seeds. Seed Science and Technology, 17:601-611.
- SCHAT, H. 1981. Seed polymorphism and germination ecology of Plantago coronopus L. Acta Oecologica, 2:367-380.

- PROBERT, R.J.; SMITH, R.D. & BIRCH, P. 1985c. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of Dactylis glomerata L. III. The role of the outer covering structures. The New Phytologist, 100:447-455.
- SANDERS, I.O.; SMITH, A.R. & HALL, M.A. 1986. Ethylene metabolism and action. Physiologia Plantarum, 66:723-726.
- SANTOS, D.M.M. dos & CORSO, G.M. 1986. Germinação, pré-plantio, pré-emergência e pós-emergência de Euphorbia heterophylla L. (amendoim-bravo) sob a influência do diuron. In: Anais do 6º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, p.59-65.
- SANTOS, D.S.B. dos & PEREIRA, M.F.A. 1987. Germinação de sementes de dois cultivares de beterraba açucareira: efeito de luz e temperatura. Revista Brasileira de Botânica, 10:15-20
- SANTOS, D.S.B. & PEREIRA, M.F.A. 1989. Restrictions of the tegument to the germination of Beta vulgaris L. seeds. Seed Science and Technology, 17:601-611.
- SCHAT, H. 1981. Seed polymorphism and germination ecology of Plantago coronopus L. Acta Oecologica, 2:367-380.

- SUZUKI, Y.; SOEJIMA, Y. & MATSUI, T. 1980. Influence of after-ripening on phytochrome control of seed germination in two varieties of lettuce (Lactuca sativa L.). Plant Physiology, 66:1200-1201.
- SUZUKI, S. & TAYLORSON, R.B. 1981. Ethylene inhibition of phytochrome-induced germination in Potentilla norvegica L. seeds. Plant Physiology, 68:1385-1388.
- 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. 1979. Response of weed seeds to ethylene and related hydrocarbons. Weed Science, 27:7-10.
- TAYLORSON, R.B. & HENDRICKS, S.B. 1977. Dormancy in seeds. Annual Review of Plant Physiology, 28:331-354.
- THOMAS, J.F. & RAPER Jr., C.D. 1979. Germinability of tobacco seed as affected by culture of the mother plant. Agronomy Journal, 71:694-695.
- THOMPSON, P.A. 1973. Geographical adaptation of seeds. In: Seed Ecology (Heydecker, W.; ed.), Butterworths, Londres, p.31-58.

- THOMPSON, K. & GRIME, J.P. 1983. A comparative study of germination responses to diurnally- fluctuating temperatures. Journal of Applied Ecology, 20:141-156.
- THORNLEY, J.H.M. 1986. A germination model: responses to time and temperature. Journal of Theoretical Biology, 123:481--492.
- VÁLIO, I.F.M. 1986. The role of seed coat in early stages of soybean germination. Biologia Plantarum, 28:258-264.
- VEGIS, A. 1964. Dormancy in higher plants. Annual Review of Plant Physiology, 15:185-224.
- WASHITANI, J. & SAEKI, T. 1986. Germination responses of Pinus densiflora seeds to temperature, light and interrupted imbibition. Journal of Experimental Botany, 37:1376-1387.
- WHATLEY, J.M. & WHATLEY, F.R. 1982. A Luz e a Vida das Plantas. G.M. Felipe (trad.), EPU-EDUSP, São Paulo, 101p.
- WIDELL, K.O. & VOGELMANN, T.C. 1985. Optical properties of Lactuca and Taraxacum seed and fruit coats: their role as light filter. Physiologia Plantarum, 64:34-40.

WILLIAMS, M.C. 1960. Biochemical analysis, germination, and production of black and brown seeds of Halogeton glomeratus. Weeds, 8:452-461.

WILSON, A.K. 1981. Euphorbia heterophylla: a review of distribution, importance and control. Tropical Pest Management, 27:32-38.

LISTA DE ABREVIACÕES UTILIZADAS NO TEXTO.

GA₃ : cido giberélico.

GA : Giberelinas.

DC : Dias Curtos.

DL : Dias Longos.

DC-DL : Dias curtos seguidos de dias longos.

DL-DC : Dias longos seguidos de dias curtos.

Fv : Fitocromo na forma cujo pico de absorção ocorre no comprimento de onda de 660 nm.

Fve : Fitocromo na forma cujo pico de absorção ocorre no comprimento de onda de 730 nm.

Meta-Rb : Intermedrio da fotoconversão do fitocromo cujo pico de absorção ocorre no comprimento de onda de 690 nm.

Meta-Fa : Intermediário da fotoconversão do fitocromo cujo pico de absorção ocorre no comprimento de onda de 630 a 690 nm.