

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA, DA LUZ E DO TEOR DE ÁGUA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Schinus terebinthifolius* Raddi-ANACARDIACEAE (AROEIRA-VERMELHA)¹

Maria Conceição Carvalho da SILVA²

João NAKAGAWA³

Márcia Balistiero FIGLIOLIA⁴

RESUMO

Estudou-se a germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha), sob diferentes condições de temperatura, teor de água do substrato e luz. Os regimes de temperatura foram constantes de 20°C, 25°C e 30°C, simulando as condições de mata sob dossel e alternadas de 20-30°C, para área aberta. A quantidade de água do substrato foi 2,0; 2,5 e 3,0 vezes o peso do substrato, em volume de água correspondendo a 10 (úmido), 12,5 (muito úmido) e 15 mL (encharcado) de água destilada. Avaliou-se os efeitos da luz vermelho-extremo, presença e ausência de luz branca. Os testes de germinação foram instalados com quatro repetições de 25 sementes cada, sobre duas folhas de papel de filtro. A contagem de sementes germinadas iniciou-se a partir do nono dia, após a instalação dos testes, e se estendeu até o vigésimo dia. Foram avaliadas a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes. As sementes germinaram melhor nas condições: a) ausência de luz, com temperaturas alternadas de 20-30°C, e substrato muito úmido; b) presença de luz branca e de luz vermelho-extremo, com temperatura constante de 20°C, e substrato muito úmido. O efeito positivo das temperaturas testadas, com os teores de água e regimes de luz sobre a germinação pode indicar que a espécie é pouco exigente quanto à germinação e estaria adaptada a germinar e apresentar bom desenvolvimento em áreas abertas e de pequenas clareiras.

Palavras-chave: *Schinus terebinthifolius*; semente; espectro de luz; quantidade de água; temperatura; germinação.

ABSTRACT

The germination of *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae seeds was studied under different conditions of temperature, substrate moisture content and light. The temperature conditions were constantly under 20°C, 25°C and 30°C, to simulate forest conditions under canopy and alternated temperature of 20-30°C for an open area. The quantity of the substrate moisture were 2.0; 2.5 and 3.0 times the substrate weight, in water volume, corresponding to 10 (humid), 12.5 (much humid) and 15 mL (soaked) of distilled water. The effect of far-red light, the presence and absence of white light (dark) were evaluated. The germination tests were installed with 4 (four) replications of 25 (twenty-five) seeds, on two filter papers. The counting of the germinated seeds began on the 9th day after the installation of the tests, which was extended to the 20th day. The percentage and the speed of the seeds germination were evaluated. The best percentages of germination were in the absence of white light (dark), with alternated temperature of 20-30°C and a water volume equal to 2.5 times the substrate weight and in the presence of white light and the far-red light, under constant temperature of 20°C and the water volume equal to 2.5 times the substrate weight. The positive effect of the tested temperatures, with moisture content and light conditions on germination, could indicate that the studied species has a low requirement on germination and would be adapted to germinate having high performance in open areas and small gaps.

Key words: *Schinus terebinthifolius*; light; water volume; temperature; forest seed; germination.

1 INTRODUÇÃO

Essências florestais de grande importância econômica pelo elevado valor de sua madeira ou pelo seu valor paisagístico, forrageiro e medicinal (Pio-Corrêa, 1969), como é o caso de *Schinus terebinthifolius* Raddi, têm a propagação comprometida pela falta de estudos sobre o comportamento germinativo das sementes.

Schinus terebinthifolius apresenta distribuição natural limitada à América do Sul ocorrendo na Argentina, Paraguai, Uruguai e, no Brasil, em várias formações vegetais, estendendo-se desde Pernambuco até Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (Lorenzi, 1992). No Nordeste brasileiro, conhecida como aroeira, é freqüente na faixa litorânea onde a pluviosidade é elevada (Carvalho, 1994).

(1) Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada em 06/06/2000 ao Instituto de Biociências-UNESP, Campus de Botucatu, e aceita para publicação em setembro de 2001. (Bolsista da CAPES)

(2) Doutoranda em Ciências Biológicas - Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luiz, km 235, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)

(3) Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Departamento de Produção Vegetal, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)

(4) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

Possui flores melíferas e é uma das espécies mais procuradas pela avifauna, com ampla ocorrência e boa regeneração natural. Em face disso, seu uso é recomendado em reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992). De acordo com este autor é uma espécie classificada como pioneira, perenifólia, heliófita, comum em beira de rios, córregos e em várzeas úmidas de formações secundárias, ocorrendo ainda, em terrenos secos e pobres. É conhecida pelos nomes populares de aroeira-mansa, aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-do-brejo, aroeira-branca, fruto-de-sabiá, entre outros.

A falta de conhecimento básico sobre as exigências das sementes de *S. terebinthifolius* quanto à germinação bem como, a obtenção de informações sobre uma metodologia padronizada para o teste de germinação, visto que os trabalhos desenvolvidos apresentam sérias controvérsias quanto às condições mais adequadas para a realização do teste, foi o que motivou este estudo.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a condição mais adequada para a germinação, considerando a temperatura, o teor de água do substrato e a luz, como fatores externos que atuam no processo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A germinação é um dos momentos mais críticos para o estabelecimento das plantas em seu habitat, sendo afetada por fatores intrínsecos e extrínsecos, fundamentais para que o processo se realize normalmente (Medina, 1977; Toledo & Marcos Filho, 1977).

Sendo a embebição a primeira fase do processo germinativo, a água exerce a mais determinante influência sobre ele pois, da sua absorção resulta a reidratação dos tecidos com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes para a retomada do crescimento pelo eixo embrionário (Carvalho & Nakagawa, 2000). A velocidade de embebição está diretamente relacionada com a temperatura, sendo maior à medida que esta se eleva (Borges & Rena, 1993).

O conhecimento do teor de água da semente e as modificações ocasionadas são de vital importância para todos aqueles que trabalham com sementes florestais (Wang, 1974; Bonner & Turner, 1980; Bonner, 1981 e 1984). No entanto, para a maioria das espécies florestais nativas, esse parâmetro é desconhecido.

A temperatura e a luz são outros dois fatores externos que influenciam a germinação das sementes. De acordo com Bewley & Black (1985), a temperatura afeta a capacidade germinativa e a velocidade de germinação.

A temperatura juntamente com a umidade do substrato e a luz, são os principais fatores que influenciam a germinação de sementes (Meyer, 1986). A temperatura ideal de germinação, de forma geral, varia na faixa de temperaturas encontradas no local e na época ideal à emergência e estabelecimento das plântulas.

As sementes são capazes de germinar sob uma amplitude de temperatura definida para cada espécie, existindo uma temperatura máxima e uma mínima, acima e abaixo das quais, respectivamente, a germinação não ocorre. Na faixa de temperatura ótima ocorre a maior porcentagem de germinação no menor espaço de tempo, sendo a relação temperatura-tempo fundamental. De acordo com Borges & Rena (1993), as espécies tropicais e subtropicais têm se comportado melhor em temperaturas variando de 20°C a 30°C. No entanto, o grau de exigência das sementes de algumas espécies pode extrapolar esses limites, como foi verificado por Hebling (1997) para *Enterolobium contortisiliquum*, onde o autor observou que os valores de temperatura ótima de germinabilidade das sementes situam-se no intervalo de 15 a 39°C, expressando máximo potencial germinativo a 21°C.

Sementes de muitas espécies expressam seu máximo potencial germinativo em temperaturas constantes, enquanto algumas o fazem sob regime de temperaturas alternadas; outras espécies são indiferentes, e consideradas termoblásticas neutras (Figliolia *et al.*, 1993) como é o caso das sementes de *Pterogyne nitens*, cuja germinação ocorreu em ampla faixa de temperatura, podendo ser classificada como euritérmica (Nassif, 1996).

No tocante ao fator luz, toda a teoria existente está embasada em sementes agrícolas. No entanto, para espécies florestais, os processos ocorrem de maneira peculiar, envolvendo não somente as interações que ocorrem no ecossistema, como também o grupo funcional da espécie dentro do processo de sucessão.

De acordo com Hicks & Chabot (1995) o dossel da vegetação afeta tanto a qualidade como a intensidade da irradiação que atinge os estratos próximos ao solo. Sabe-se que em florestas tropicais e florestas temperadas decíduas o dossel não somente filtra a luz, mas também diminui a sua intensidade no subdossel.

Um aspecto de grande interesse ecológico é que em condições naturais as folhas das árvores absorvem preferencialmente a luz nas faixas do azul e do vermelho, sendo a luz que passa através das folhas predominantemente constituída de radiação vermelho-extremo (Smith *apud* Labouriau, 1983). Em consequência, as sementes que estão à sombra das folhas de outras plantas e são fotoblásticas positivas têm o seu fitocromo (F) predominantemente sob a forma inativa Fv. Este efeito é tanto mais pronunciado quanto maior é a densidade da folhagem, de modo que a baixa concentração de Fve funciona como um sinal de baixa intensidade luminosa, impedindo que as sementes que exigem certa proporção de Fve/Ftotal germinem nestas condições. Esse efeito inibidor da germinação é adaptativo, porque tende a confinar a germinação às clareiras, onde há maior probabilidade de sobrevivência das plântulas, devido às melhores condições de iluminação (Labouriau, 1983; Salisbury & Ross, 1992).

Em função dessa complexidade, as espécies apresentam comportamentos germinativos diversos. Cita-se como exemplo, sementes de *Euphorbia heterophylla* L. que apresentaram comportamento indiferente à luz, como foi observado por Suda & Pereira (1997) e de sementes de *Schinus terebinthifolius* que apresentaram fotoblastismo positivo, sendo a germinação das sementes estimulada pelas luzes vermelho-extremo ($0,22 \mu\text{w}/\text{cm}^2$) e azul ($0,12 \mu\text{w}/\text{cm}^2$) e inibida pela luz vermelha ($1,1 \mu\text{w}/\text{cm}^2$), em especial sob temperatura de 20°C (Nogueira *et al.*, 1997). As condições típicas de clareiras (luz vermelha e temperatura superior a 30°C) foram restritivas à germinação de sementes de aroeira. Esses resultados demonstraram capacidade de germinar sob o dossel florestal,

onde há dominância do comprimento de onda vermelho-extremo e temperaturas mais baixas que em áreas abertas (Nogueira *et al.*, 1997).

Para cada um dos grupos ecológicos pode se encontrar respostas diferenciadas. As espécies pioneiras apresentam capacidade de germinar em condições de maior incidência de luz do tipo vermelho, predominante em áreas mais abertas (Vásquez-Yánes & Sada, 1985), enquanto as clímax podem responder à predominância de luz do tipo vermelho-extremo, cuja taxa é maior em áreas sombreadas do sub-bosque florestal (Djanguren & Vásquez-Yánes *apud* Oliveira *et al.*, 1989). Há o caso de espécies que só germinam na ausência de luz devido às condições específicas de ocorrência, como é o caso de *Tabebuia cassinoides*, que ocorre em mangue (Figliolia *et al.*, 1993). Embora as características evolutivas de cada espécie possam alterar tal quadro, este comportamento vem sendo confirmado pelas pesquisas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Cinco árvores de *Schinus terebinthifolius* foram selecionadas em área de mata tropical nativa, remanescente de Mata Atlântica, no Parque Estadual da Cantareira, pertencente ao Instituto Florestal, localizado no município de São Paulo. Os frutos, colhidos em março de 1999, foram separados pela cor, selecionando-se os róseos e os vermelhos por serem os que atingiram a maturidade fisiológica (Barbedo *et al.*, 1993), os quais consistiram em uma única amostra. Parte do pericarpo foi removida por atrito dos frutos sobre uma peneira, sob água corrente, pois, de acordo com Oliveira *et al.* (1989) essa prática favorece a germinação das sementes. Em seguida, as sementes foram levemente maceradas sem danificá-las, e colocadas para secar à sombra sobre papel toalha.

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Instituto Florestal de São Paulo-SP, Órgão da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores tipo câmara, sendo as sementes colocadas para germinar em caixas plásticas (gerbox), contendo duas folhas de papel de filtro autoclavado e esterilizado a 120°C (Oliveira *et al.*, 1989), com quatro repetições, contendo 25 sementes cada.

Foram avaliados os efeitos da luz vermelho-extremo e da luz branca, com fotoperíodo de 8 horas, e da ausência de luz. Para os tratamentos no escuro as sementes foram colocadas em gerbox preto e para luz branca foram utilizados gerbox transparentes. Para obtenção da luz vermelho-extremo foram confeccionados filtros coloridos, de acordo com Souza & Pereira (1992), consistindo no emprego de três folhas de papel celofane azul mais duas folhas de papel celofane vermelho. Os gerbox transparentes contendo as sementes foram envolvidos por esse filtro. As contagens de sementes expostas à luz vermelho-extremo e ao escuro foram efetuadas em ambientes iluminados com lâmpadas fluorescentes de 15 w, envolvidas por três folhas de papel celofane verde.

Com relação à temperatura, foram utilizadas as constantes de 20°C, 25°C e 30°C, para simular as condições de mata sob dossel e a alternada de 20-30°C, para simular área aberta, monitorada por termômetros de máxima e mínima.

As quantidades de água do substrato foram iguais a 2,0; 2,5 e 3,0 vezes o peso do substrato, correspondendo a 10; 12,5 e 15 mL de água destilada, por gerbox, conferindo-lhes condição úmida, muito úmida e encharcada, respectivamente, não tendo sido realizada a reposição de água até o encerramento do teste.

A fim de evitar ou minimizar a ocorrência de fungos e bactérias, as sementes foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 4%, com imersão por 4 minutos, lavadas com água destilada e a seguir efetuada a instalação do experimento.

Após a instalação os gerbox foram envolvidos em filme plástico a fim de impedir a perda de água por evaporação. Considerou-se germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com todas as estruturas essenciais, mostrando, dessa maneira, potencial para continuar o seu desenvolvimento no campo e originar plantas normais (Brasil, 1992). Foram feitas contagens diárias após o início da germinação, utilizando-se como critério a emissão de raiz primária com, no mínimo 2 mm, para avaliar o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme Maguire (1962).

As análises de variância foram efetuadas sob o esquema fatorial triplo, 4 x 3 x 3, considerando-se os tratamentos: temperatura x teor de água no substrato x luz, em delineamento inteiramente casualizado, e as médias comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1976). Para fim de análise estatística, os dados originais de porcentagem de germinação foram transformados em $(X + 0,5) \frac{1}{2}$ (Steel & Torrie, 1960).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados de porcentagem e de índice de velocidade de germinação mostrou significância para as interações duplas: temperatura x luz, teor de água do substrato x temperatura e teor de água do substrato x luz, mas não para a interação tripla. Desta forma, os dados serão apresentados e discutidos considerando-se as interações duplas.

Para os dois parâmetros estudados, a análise de variância permitiu constatar, conforme se verifica nas TABELAS 1 e 2, efeito significativo da luz e da temperatura na porcentagem e velocidade de germinação das sementes, bem como da interação entre esses dois fatores, a 5% de probabilidade.

Verifica-se, pelos dados apresentados na TABELA 1, que a 20°C as porcentagens de germinação das sementes de aroeira-vermelha obtidas nas luzes branca e vermelho-extremo não diferem entre si, mas foram superiores à obtida na ausência de luz. As sementes nas temperaturas constantes de 20, 25 e 30°C, submetidas à luz branca, apresentaram maiores valores de germinação do que as mantidas na luz vermelho-extremo e no escuro, embora nem sempre significativamente; a 25°C a luz branca e ausência de luz foram semelhantes à luz vermelho-extremo, não diferindo entre si. As porcentagens de germinação na presença e ausência de luz branca não diferem entre si a 5%, mas foram superiores quando comparadas à luz vermelho-extremo, em temperatura constante de 30°C e alternada de 20-30°C.

A análise comparativa dos dados estatísticos revelou melhores resultados nas temperaturas constante de 20°C na presença de luz, alternadas de 20-30°C sob ausência de luz e constante de 20°C na presença de luz vermelho-extremo (TABELA 1). Por outro lado, a temperatura constante de 30°C não foi favorável à germinação das sementes de aroeira-vermelha, sob a luz vermelho-extremo, na presença e ausência de luz (TABELA 1). Além disso, nesta temperatura houve infestação por fungos dos gêneros *Alternaria* sp, *Pestalotia* sp, *Penicillium* sp, *Rhizopus* sp, *Aspergillus* sp, *Phoma* sp e *Epicoccum* sp, resultando, ao final do teste, sementes em estado avançado de deterioração.

SILVA, M. C. C. da; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha).

TABELA 1 - Valores médios de germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* submetidas à diferentes temperaturas e espectro de luz.

Temperatura (°C)	Luz		
	Vermelho-extremo	Branca	Escuro
20	83,36 Aa	96,26 Aa	66,47 Bb
25	66,70 Ba	80,65 Aba	74,45 Aba
20 - 30	61,34 Bb	82,26 Aba	86,99 Aa
30	28,19 Cb	73,59 Ba	60,76 Ba
Valor de F para luz (L)			18,33*
Valor de F para temperatura (T)			15,56*
Valor de F para interação (L x T)			5,76*
Coeficiente de variação (%)			14,39

(a, b) Em cada linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.
 (A, B) Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.
 (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2 - Valores médios do índice de velocidade de germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* obtidos em diferentes temperaturas e espectro de luz.

Temperatura (°C)	Luz		
	Vermelho-extremo	Branca	Escuro
20	1,74 Aa	1,93 Aa	1,48 Ba
25	1,17 Abb	1,71 Aab	1,81 Aba
20 - 30	1,49 Abb	1,88 Aab	2,24 Aa
30	0,84 Bb	2,07 Aa	1,61 Aba
Valor de F para luz (L)			13,76*
Valor de F para temperatura (T)			2,85*
Valor de F para interação (L x T)			3,65*
Coeficiente de variação (%)			34,75

(a, b) Em cada linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.
 (A, B) Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.
 (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Hendricks & Taylorson (1976), sementes de algumas espécies, quando mantidas na faixa de 30 a 35°C, sofrem alterações na camada de lipídios das membranas e aumento da lixiviação de aminoácidos, com o conseqüente decréscimo na germinação. A lixiviação de substâncias orgânicas pode ter um efeito prejudicial indireto, estimulando o crescimento de microrganismos na superfície das sementes (Bewley, 1986).

Os dados de velocidade de germinação das sementes obtidos nos tratamentos testados são apresentados na TABELA 2. Verifica-se que a maior velocidade de germinação foi obtida nas temperaturas alternadas de 20-30°C, na ausência de luz, seguida da luz branca a 30°C, embora esta não tenha diferido dos valores obtidos nas demais temperaturas. É interessante ressaltar que o menor valor de germinação para esta

temperatura foi obtido nessa condição. Já, na presença de luz vermelho-extremo, a maior velocidade foi revelada na temperatura constante de 20°C, sem diferir de 25°C e 20-30°C ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se pela TABELA 2 que, de maneira geral, a maior velocidade de germinação foi obtida na temperatura alternada de 20-30°C, na ausência de luz branca, embora não corresponda ao maior valor de germinação, e a menor velocidade de germinação foi obtida na temperatura de 30°C, na presença da luz vermelho-extremo. Em termos médios a luz branca foi a que apresentou maior valor de IVG.

Os valores médios de porcentagem e velocidade de germinação das sementes de aroeira-vermelha submetidas aos diferentes tratamentos de umidade e temperatura, bem como os valores de F, com as significâncias, são apresentados nas TABELAS 3 e 4.

TABELA 3 - Valores médios de germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* submetidas à diferentes temperaturas e quantidade de água (em vezes o peso do substrato).

Água	Temperatura (°C)			
	20	25	20 - 30	30
2	66,32 Bab	77,12 Aa	90,04 Aa	47,85 Ab
2,5	92,02 Aa	71,62 Aab	81,05 Abab	59,56 Ab
3	87,57 Aba	72,79 Aab	59,85 Bbc	49,74 Ac
Valor de F para umidade (U)				2,32 ^{ns}
Valor de F para temperatura (T)				15,56*
Valor de F para interação (U x T)				3,63*
Coeficiente de variação (%)				14,39

(a, b) Em cada linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(A, B) Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(^{ns}) Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Valores médios do índice de velocidade de germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* obtidos em diferentes quantidades de água e temperaturas.

Água	Temperatura (°C)			
	20	25	20 - 30	30
2	1,59 Ab	1,78 Aab	2,36 Aa	1,37 Ab
2,5	1,92 Aa	1,58 Aa	1,98 Aa	1,90 Aa
3	1,63 Aa	1,34 Aa	1,27 Ba	1,24 Aa
Valor de F para umidade (U)				9,31*
Valor de F para temperatura (T)				2,85*
Valor de F para interação (U x T)				2,97*
Coeficiente de variação (%)				34,75

(a, b) Em cada linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(A, B) Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

SILVA, M. C. C. da; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha).

As sementes, quando submetidas à temperatura constante de 20°C com volume de água igual a 2,5 vezes o peso do substrato, apresentaram maior porcentagem de germinação, seguida de volume de água igual a 3,0 vezes o peso do substrato, as quais não diferem entre si a 5% de probabilidade. Já, as sementes submetidas às temperaturas alternadas de 20-30°C, com o volume de água igual a 2,0 vezes o peso do substrato, foram as que apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação, seguidas de 2,5 vezes o peso do substrato, que não diferem entre si a 5% de probabilidade (TABELAS 3 e 4).

Na temperatura de 30°C ocorreram os mais baixos valores para porcentagem e velocidade de germinação das sementes quando se umedeceu o substrato com a quantidade de água equivalente a 2,0 e 3,0 vezes o peso do substrato.

Segundo Belcher (1975), quando os níveis de umidade no substrato são baixos, esses não atingem o teor mínimo necessário para que haja início do desenvolvimento da raiz primária e

alongamento do hipocótilo, ficando o desenvolvimento do eixo embrionário prejudicado. Neste trabalho, o tratamento com a menor quantidade de água provavelmente não atingiu esse teor desfavorável à germinação.

Analisando o fator temperatura, verifica-se que os melhores resultados de germinação foram obtidos nas temperaturas constantes de 20°C, com teores de água de 2,5 e 3,0 vezes o peso do substrato e, alternadas de 20-30°C, nos teores de água com 2,0 e 2,5 vezes, que não diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade, seguidos da temperatura de 25°C, que não diferiu de 20°C e 20-30°C, nestes teores de água (TABELA 3). Esses resultados são fortalecidos pelos valores de velocidade de germinação obtidos para essas temperaturas e teores de umidade (TABELA 4), refletindo a adequação dessas condições para a germinação das sementes.

Os valores médios de porcentagem e velocidade de germinação das sementes de aroeira-vermelha submetidas aos diferentes tratamentos de umidade e luz são apresentados nas TABELAS 5 e 6.

TABELA 5 - Valores médios de germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* submetidas à diferentes quantidades de água e espectro de luz.

Água	Luz		
	Vermelho-extremo	Branca	Escuro
2	71,65 Aab	83,74 Aa	54,53 Bb
2,5	56,93 Abb	85,59 Aa	86,21 Aa
3	46,55 Bb	79,72 Aa	76,68 Aa
Valor de F para umidade (U)			2,32 ^{ns}
Valor de F para luz (L)			18,33*
Valor de F para interação (U x L)			7,82*
Coeficiente de variação (%)			14,39

(a, b) Em cada linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(A, B) Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(^{ns}) Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

SILVA, M. C. C. da; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha).

TABELA 6 - Valores médios do índice de velocidade de germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* obtidos a diferentes quantidades de água e espectro de luz.

Água	Luz		
	Vermelho-extremo	Branca	Escuro
2,0	1,86 Aa	2,07 Aa	1,39 Bb
2,5	1,17 Bb	1,98 ABa	2,38 Aa
3,0	0,90 Bb	1,64 Ba	1,58 Ba
Valor de F para umidade (U)			9,30*
Valor de F para luz (L)			13,76*
Valor de F para interação (U x L)			8,98*
Coeficiente de variação (%)			34,75

(a, b) Em cada linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(A, B) Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade.

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que os tratamentos com luz branca e luz vermelho-extremo em substrato úmido (2,0 vezes o peso do substrato) não diferiram entre si mas foram superiores ao tratamento com ausência de luz. Já, em substrato muito úmido e encharcado (2,5 e 3,0 vezes o peso do substrato, respectivamente) a capacidade germinativa das sementes foi superior estatisticamente na presença e ausência de luz branca quando comparada à luz vermelho-extremo (TABELA 5). Semelhante comportamento foi constatado para os índices de velocidade de germinação (TABELA 6).

Na luz vermelho-extremo o mais baixo valor para porcentagem e velocidade de germinação das sementes foi observado quando se umedeceu o substrato com a quantidade de água equivalente a 3,0 vezes o peso do substrato (TABELAS 5 e 6), o mesmo ocorrendo a 30°C (TABELA 1). Nesta luz, quando a espécie foi submetida a pouca umidade, observou-se ser este o recurso exigido pela semente para expressar o seu máximo potencial germinativo. Neste tratamento, possivelmente o excesso de água tenha dificultado as trocas gasosas, diminuindo o processo respiratório e provocando atraso ou paralisação da germinação, ou até mesmo a morte das sementes

(Maguire, 1973; Popinigis, 1985; Marcos Filho *et al.*, 1987; Carvalho & Nakagawa, 2000).

Os valores médios de sementes mortas de *S. terebinthifolius* obtidos nos diferentes tratamentos são apresentados na TABELA 7.

Constatam-se elevados valores médios de sementes mortas presentes em todas as temperaturas, sendo que nos teores de água iguais a 2,0 vezes o peso do substrato no escuro, exceto na temperatura alternada de 20-30°C; e com 3 vezes o peso do substrato, na luz vermelho-extremo foram mais altos, quando comparados a 2,5 vezes o peso do substrato, exceto a 25°C (TABELA 7). Os menores valores médios de sementes mortas foram na ausência de luz, a temperaturas alternadas de 20-30°C, com teor de água igual a 2,5 vezes o peso do substrato; na luz vermelho-extremo, à temperatura constante de 20°C, com teor de água igual a 2,5 vezes o peso do substrato e, na presença de luz branca, à temperatura constante de 20°C, com teor de água igual a 3,0 vezes o peso do substrato. Observa-se que à temperatura de 30°C obteve-se a maior porcentagem de sementes mortas na luz vermelho-extremo, justificando o pior comportamento dessa condição em termos de porcentagem e velocidade de germinação.

SILVA, M. C. C. da; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha).

TABELA 7 - Valores médios de sementes mortas de *Schinus terebinthifolius* expressos em porcentagem, obtidos nas temperaturas, quantidade de água e espectro de luz.

Luz	Temperatura (°C)	Água		
		2,0	2,5	3,0
Branca	20	5,62 Ab	1,50 Bb	0,62 Bc
	25	6,35 Bb	27,80 Ab	21,39 Aab
	20 - 30	4,57 Ba	18,33 Aa	22,50 Ab
	30	35,74 Aa	4,19 Bc	22,77 Ab
Vermelho-extremo	20	8,82 Bb	7,69 Ba	21,88 Aa
	25	17,69 Bb	43,77 Aa	33,61 Aa
	20 - 30	7,79 Ca	25,84 Ba	62,92 Aa
	30	43,42 Ba	70,71 Aa	77,68 Aa
Escuro	20	63,25 Aa	3,37 Bab	4,88 Bb
	25	32,75 Aa	22,73 ABb	13,22 Bb
	20 - 30	4,19 Ba	2,78 Bb	26,03 Ab
	30	47,46 A	15,39 Bb	23,86 Bb

(A, B) Médias para diferentes quantidades de água na mesma temperatura e mesmo espectro de luz.

(a, b) Médias para diferentes espectro de luz na mesma temperatura e mesma quantidade de água.

A sensibilidade das sementes à luz varia com a espécie. Em algumas espécies a presença da luz aumenta a capacidade e a velocidade de germinação, efeito este designado fotoblastismo positivo. Nas clareiras das florestas predomina a incidência de luz vermelha (Freire *et al.*, 1993), enquanto no sub-bosque há predomínio de luz vermelho-extremo (Jesus & Piña-Rodrigues, 1991). Embora havendo uma inibição da germinação em temperaturas mais elevadas, verificou-se que as sementes de aroeira apresentaram bom comportamento germinativo tanto na presença como na ausência de luz branca, quanto ao vermelho-extremo. Com isso pode-se afirmar que elas são capazes de germinar tanto a pleno sol, nas clareiras, como sob o dossel da floresta. Esse comportamento, de acordo com Kageyama & Viana (1991) e Sechese *et al.* (1992) é característico das espécies dos estádios mais avançados da sucessão florestal, como é o caso da aroeira, classificada por Nogueira *et al.* (1997) como espécie secundária típica.

Os mesmos autores verificaram que a temperatura de 30°C também foi restritiva à germinação das sementes de aroeira-vermelha.

Porém, convém recordar que dentro de uma mesma espécie pode haver variações segundo a procedência, por variação genética e outras causas. Isso, provavelmente, explica o fato de sementes de *Cedrela fissilis* ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro serem restritivas à germinação na temperatura constante de 30°C (Piña-Rodrigues *et al.*, 1996) e as ocorrentes no Estado de São Paulo apresentarem boa germinação à temperatura constante de 30°C (Figliolia & Silva, 1997). Melhem (1975) cita que a temperatura mínima para a germinação das sementes de plantas tropicais encontra-se na faixa de 10 a 20°C.

No caso da aroeira, os resultados demonstraram que suas sementes apresentaram uma exigência de flutuação de temperaturas durante o desenvolvimento do processo germinativo, sob determinadas situações de umidade ou luz, o que vem ao encontro do proposto por Oliveira *et al.* (1989) onde recomendam a inclusão de temperaturas alternadas em pesquisas relacionadas à metodologia de análise de germinação de sementes florestais, uma vez que essas simulariam flutuações de temperaturas que ocorrem próximo ao solo, sob condições naturais.

SILVA, M. C. C. da; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha).

As porcentagens de germinação das sementes provenientes dos níveis de umidade igual a 2 e 2,5 vezes o peso do substrato tenderam a ser mais elevadas que a 3 vezes o peso do substrato (TABELAS 5 e 6). Essa diferença é consequência da maior porcentagem de sementes mortas detectada nessa condição, o que leva a crer que, com excesso de umidade, a quantidade de oxigênio presente foi insuficiente para o início da germinação e para o desenvolvimento das estruturas vitais do embrião (TABELA 7). Na luz vermelho-extremo, com algumas exceções, ocorreu maior mortalidade de sementes. Essas observações levam a considerar que a espécie é pouco exigente quanto à germinação e estaria adaptada a germinar e apresentar bom desenvolvimento em áreas abertas e de pequenas clareiras, nunca em grandes claros onde seriam inibidas por temperaturas elevadas.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que as sementes de *Schinus terebinthifolius*:

- apresentam fotoblastismo neutro, pois germinaram tanto na presença quanto na ausência de luz;
- apresentam capacidade de germinar em condições de áreas abertas (temperatura alternada 20-30°C) e sob dossel florestal onde predomina a luz vermelho-extremo, e
- preferem substratos úmido e muito úmido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEDO, C. J. *et al.* Germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi var. *acutifolia* Engl. (aroeira-vermelha) provenientes de frutos com diferentes colorações. *Inf. ABRATES*, Brasília, DF, v. 3, n. 3, p. 119, 1993. (Resumos).
- BELCHER, E. W. Influence of substrate moisture level on the germination of seed of selected *Pinus species*. *Seed Sci. Technol.*, Zurich, v. 3, n. 3, p. 597-604, 1975.
- BEWLEY, D. J. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbation resulting from deterioration in storage. In: McDONALD, M. B.; NELSON, C. J. *Physiology of seed deterioration*. Madison: Crop Science Society of America, 1986. p. 27-46.
- BEWLEY, D. J.; BLACK, M. *Seeds - physiology of development and germination*. New York: Plenum, 1985. p. 175-235.
- BONNER, F. T. *Measurement and management of seed moisture*. New Orleans: United States Department of Agriculture, Southern Forest Experiment Station, 1981. 10 p. (For Serv. Res. Pap. SO, 177).
- _____. Tolerance limits in measurement of tree seed moisture. *Seed Sci. Technol.*, Zurich, v. 12, p. 789-94, 1984.
- _____.; TURNER, B. J. Rapid measurement of the moisture content of large seeds. *Tree Planter's Notes*, Washington, v. 31, p. 9-10, 1980.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 83-136.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: SNAD/DND/CLAV, 1992. 365 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CARVALHO, P. E. R. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA/SPI, 1994. 640 p.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 137-174.
- _____.; SILVA, A. da. Ecofisiologia da germinação de sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell - Meliaceae), em diferentes regimes de temperatura, umidade e luz. *Inf. ABRATES*, Brasília, DF, v. 7, p. 208, 1997. (Resumos).
- FREIRE, R. M.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; NUNES, M. V. Ecologia da germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. *Inf. ABRATES*, Brasília, DF, v. 3, p. 111, 1993.

SILVA, M. C. C. da; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha).

HEBLING, S. A. Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Velloso) Monrong. 1997. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, R. B. Variation in germination and amino acid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. *Plant Physiol.*, Bethesda, v. 58, p. 7-11, 1976.

HICKS, D. J.; CHABOT, B. F. Deciduous forest. In: CHABOT, B. F.; MOONEY, H. A. *Physiological ecology of northern american plant communities*. London: Chapman and Hall, 1995. p. 257-277.

JESUS, R. M.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Programa de produção de sementes florestais da Florestas Vale do Rio Doce S. A.: uma discussão dos resultados obtidos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. *Anais...* São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1991. p. 59-86.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. *Anais...* São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.

LABOURIAU, L. G. *A germinação de sementes*. Washington: Secretaria da O. E. A., 1983. 173 p.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 302 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, Madison, v. 1, p. 176-77, 1962.

_____. Physiological disorders in germination seeds induced by environment. In: HEIDECKER, W. (Ed.). *Seed ecology*. London: Butterworths, 1973. 578 p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MEDINA, E. *Introducción a la ecofisiologia vegetal*. Washington: Secretaria Geral da O. E. A., 1977. 97 p.

MELHEM, T. S. Fisiologia da germinação das sementes de *Dipteryx alata* Vog. (Leguminosae - Papilionoideae). *Hoehnea*, São Paulo, v. 5, p. 59-90, 1975.

MEYER, A. M. How do seeds their environment? Some biochemical aspects of the sensing of water potencial, light and temperature. *Isr. Bot.*, Oxford, v. 35, p. 3-16, 1986.

NASSIF, S. M. L. *Pterogyne nitens* Tul: estudos referentes ao comportamento germinativo sob influência da disponibilidade hídrica, salidade, luz, profundidade de plantio, substrato, temperatura e tratamentos para quebra de dormência. 1996. 179 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

NOGUEIRA, E. S.; SOUZA, N. F.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Comportamento de germinação de sementes de embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*) e aroeira (*Schinus terebinthifolius*) sob diferentes condições de luz e temperatura. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 1997, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro: UFRRJ, 1997. 1 p.

OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Propostas para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, DF, v. 11, p. 1-42, 1989.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 4. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1976. 430 p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C.; REIS, L. L.; EULER, A. M. C. Padrões ecofisiológicos de germinação de sementes de espécies secundárias arbóreas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 11., 1996, São Carlos. *Resumos...* São Carlos: UFSCar, 1996. 70 p.

PIO-CORRÊA, M. *Dicionários das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Brasília, DF: IBAMA, 1969. 6 v.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, AGIPLAN, 1985. 289 p.

SILVA, M. C. C. da; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi-Anacardiaceae (aroeira-vermelha).

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4. ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: Sagra, 1989. 304 p.

SECHESI, F.; ISSHIKI, K.; VITTI, A. P. Ecofisiologia da germinação de espécies arbóreas. Sér. Téc. IPEF, Piracicaba, v. 8, n. 25, p. 9-11, 1992.

SMITH, H. Light quality and germination: ecological implications. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: Butterworths, 1973. p. 219-31.

SOUZA, R. P.; PEREIRA, M. F. D. A. Interação de luz, GA₃ e estratificação na germinação de sementes de *Impatiens wallerana*. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, Londrina, v. 4, p. 21-5, 1992.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. London: Mc Graw Hill, 1960. 481 p.

SUDA, C. N. K.; PEREIRA, M. F. D. A. Sensibilidade à luz de sementes de *Euphorbia heterophylla* L. durante a germinação. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, Londrina, v. 9, p. 61-6, 1997.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronomia Ceres, 1977. 224 p.

VÁSQUEZ-YÁNES, C.; SADA, S. G. Caracterización de los grupos de árboles de la selva húmeda. In: GOMEZ-POMPA, A. E.; DEL AMO, S. (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas em Vera Cruz**. Mexico: Alhambra Mexicana/INIRB, 1985. v. 12, p. 241-254.

WANG, B. S. P. **Tree seed storage**. Ottawa: Canadian Forestry Service, 1974. 32 p. (Publication, 01335).