

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
***Poecilanthe parviflora* Benth**
(FABACEAE - FABOIDEAE)

Jane Valadares de Moraes
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
***Poecilanthe parviflora* Benth**
(FABACEAE - FABOIDEAE)

Jane Valadares de Moraes

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

2007

M827m Moraes, Jane Valadares
Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora*
Bentham (Fabaceae – Faboideae) / Jane Valadares de Moraes. –
Jaboticabal, 2007
viii, 78 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientador: Rinaldo César de Paula
Banca examinadora: Nelson Moreira Carvalho, Sonia Cristina
Juliano Gualtieri de Andrade Perez
Bibliografia

1. Sementes florestais. 2. Qualidade fisiológica. 3. Tetrazólio. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.531:634.0.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

JANE VALADARES DE MORAES -- nascida em 11 de maio de 1960 em Viçosa, Minas Gerais, é Engenheira agrônoma formada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, em julho de 1982. Trabalha como sócia-proprietária na firma L. G. DE MORAES JR E CIA LTDA (JARDIM SANTA MARTHA) atuando na produção de mudas frutíferas, ornamentais, espécies nativas, gramados e na execução e formação de projetos paisagísticos, em Ribeirão Preto, São Paulo, desde outubro de 1982. Em 2005, iniciou a pós-graduação em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, São Paulo, em nível de mestrado.

A Deus e ao meu pai,

pela presença constante,

Ofereço

Aos meus filhos, Natália e Léo Neto,

Pelo carinho e incentivo,

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tornar este sonho possível, dando-me força e perseverança para vencer obstáculos.

À UNESP, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao meu orientador, Professor Dr. Rinaldo César de Paula, pelo apoio e ensinamentos que foram imprescindíveis na elaboração deste trabalho.

Aos Professores Doutores da FCAV/UNESP, especialmente a Nelson Moreira de Carvalho, Teresinha de Jesus Déleo Rodrigues e Carlos Ferreira Damião Filho, pelos conhecimentos transmitidos, compreensão e amizade.

Aos amigos Victor Antenor Morilha e Adriano Aparecido de Lucca, engenheiros agrônomos da Usina São Martinho em Pradópolis, São Paulo, pela gentileza ao me fornecerem as mais lindas sementes de Poecilanthe parviflora.

Ao Leo, pelo carinho e proteção.

Na verdade, torna-se difícil mencionar e agradecer a todas as pessoas que de uma forma direta ou indireta, participaram, já que são tantas e tão diversas as maneiras de colaboração.

Meu muito obrigada a todos!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Espécie Estudada.....	4
2.2. Germinação de Sementes.....	5
2.2.1. Fatores externos.....	6
2.2.1.1. Água.....	6
2.2.1.2. Temperatura.....	7
2.2.1.3. Luz.....	7
2.2.1.4. Oxigênio.....	8
2.2.2. Fatores internos.....	8
2.2.2.1. Inibidores da germinação.....	9
2.2.2.2. Promotores da germinação.....	9
2.3. Tipos de Germinação.....	10
2.4. Caracterização Morfológica de Sementes e Plântulas.....	10
2.5. Avaliação da Qualidade Fisiológica das Sementes.....	11
2.5.1. Teste deTetrazólio.....	13
2.5.2. Teste de Condutividade Elétrica.....	18
2.5.2.1. Fatores que afetam os resultados do teste de condutividade elétrica.....	21
2.5.2.1.1. Teor inicial da água da sementes.....	21
2.5.2.1.2. <i>Tempo de embebição</i>	22
2.5.2.1.3. Tamanho e peso das sementes.....	23
2.5.2.1.4. Temperatura de embebição.....	24
2.5.2.1.5. Outros fatores que influenciam a leitura da condutividade elétrica.....	25
2.5.3. Teste de Envelhecimento Acelerado.....	26

3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. Obtenção de Sementes e Locais de Realização dos Experimentos.....	29
3.2. Morfologia de Sementes e Plântulas.....	30
3.3. Biometria das Sementes.....	30
3.4. Determinação do Teor de Água.....	31
3.5. Teste de Germinação.....	31
3.6. Teste de Tetrazólio.....	32
3.7. Teste de Condutividade Elétrica.....	33
3.8. Teste de Envelhecimento Acelerado.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Biometria e Descrição Morfológica de Sementes e Plântulas.....	36
4.2. Teste de Germinação.....	41
4.3. Teste de Tetrazólio.....	48
4.4. Teste de Condutividade Elétrica.....	52
4.3. Teste de Envelhecimento Acelerado.....	57
5. CONCLUSÕES.....	61
6. REFERÊNCIAS.....	62

MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Poecilanthe parviflora* Bentham (FABACEAE - FABOIDEAE)

RESUMO - *Poecilanthe parviflora* é uma planta arbórea com potencial para uso em áreas degradadas e no paisagismo. Este trabalho teve por objetivo caracterizar biometricamente as sementes, descrever e ilustrar os aspectos morfológicos de sementes e plântulas, avaliar condições de temperatura para condução do teste de germinação e adaptar metodologia para condução dos testes de tetrazólio, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. O teste de germinação foi conduzido sob temperaturas constantes (10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C) e sob temperaturas alternadas (20-30, 25-35 e 20-35°C), utilizando quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Para o teste de de tetrazólio, as sementes foram condicionadas durante 42 horas a 25°C e, após a retirada do tegumento, imersas em soluções de diferentes concentrações de tetrazólio (0,05, 0,075 e 0,1%) a 35°C, por uma, duas e três horas, em duas repetições de 10 sementes. A condutividade elétrica foi avaliada em diferentes períodos de embebição (24, 48, 72, 96 e 120 horas) a 25°C, utilizando quatro repetições de 10 sementes. As sementes foram envelhecidas durante 72 horas a 42°C, utilizando-se quatro repetições de 20 sementes. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. A semente é exalbuminosa e a emergencia de plântula, hipógea. Concluiu-se que o teste de germinação pode ser conduzido a 25 e a 25-35°C; a solução de tetrazólio foi eficiente a 0,1%, por duas horas; o teste da condutividade elétrica foi eficiente na diferenciação dos lotes nos períodos de 96 e 120 horas de embebição das sementes a 25°C; o envelhecimento acelerado foi mais eficiente que o teste de germinação, na diferenciação dos lotes.

Palavras-chave: condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, qualidade fisiológica, sementes florestais, tetrazólio

MORPHOLOGY AND GERMINATION OF *Poecilanthe parviflora* Bentham (FABACEAE - FABOIDEAE) SEEDS

SUMMARY - *Poecilanthe parviflora* is a tree with a good potential for revegetation and ornamental purposes. The objectives of this research were: evaluate biometrical characteristics of the seed and seedling, determine the best temperatures for the germination test, and determine the best conditions for the tetrazolium, electrical conductivity and accelerated aging tests. Four replicates of 25 seeds each and constant temperatures of 10, 15, 20, 25, 30, 35, and 40°C and alternate temperatures of 20-30, 25-35, and 20-35°C were used for germination test. For the tetrazolium test, the seeds were submitted to a pre-imbibition during 42 hours at 25°C and then had their tegument removed before immersing two replicates of 10 seeds each in the tetrazolium solution. The tetrazolium solution concentrations were of 0.05, 0.075, and 0.1%. At a temperature of 35°C, the seeds remained in the tetrazolium solution for 1, 2, and 3 hours. Electrical conductivity was carried out after the seeds (four replicates of 10 seeds each) had remained imbibing water for 24, 48, 72, 96, and 120 hours at a temperature of 25°C. The accelerated aging test was conducted submitting four replicates of 20 seeds each to conditions of 42°C for a period of 72 hours. The seed is an exalbuminous and its germination of the hypogeal type. Either a constant temperature of 25°C or alternate temperatures of 25-35°C were found to be the ideal ones for the germination test. The best tetrazolium results were found when the seeds were immersed in a 0.1% tetrazolium solution for 2 hours. The best electrical conductivity results were obtained when the seeds remained imbibing water for either 96 or 120 hours. The accelerated aging test showed a efficiency in separating seed lots higher than that of the germination test.

Keywords: accelerated aging, electrical conductivity, forest seeds, physiological quality tetrazolium

1. INTRODUÇÃO

O homem altera todo o ecossistema com a retirada da cobertura vegetal. O uso inadequado dos recursos naturais acarreta graves conseqüências a todo planeta e a regeneração e/ou recuperação de áreas degradadas pode minimizar esse problema, mantendo vivas nossas reservas florestais.

O Brasil possui uma das maiores reservas florísticas mundiais, além de grande potencial florestal, propiciada pelas condições climáticas e pela vasta extensão territorial. Entretanto, esse patrimônio biológico, um dos mais diversificados do mundo, com todo seu potencial florístico e faunístico, está fadado a desaparecer em algumas regiões, notadamente no centro-sul e sudeste, justamente pela não observância de uma política de exploração sustentada e racional (TORRES, 1996).

A conservação de florestas é necessária para a manutenção da qualidade de vida. Além da beleza paisagística, as formações florestais mantêm o equilíbrio climático e a diversidade florística, abrigando a fauna, protegendo os mananciais e prevenindo os processos erosivos, principalmente em regiões de declividade mais acentuada. O valor econômico das florestas naturais reside justamente em suas múltiplas funções ecológicas.

O trabalho de recomposição de matas está cada vez mais difundido e a demanda por dados técnicos sobre as espécies adequadas, produção de sementes, condições ideais de armazenamento, implantação de projetos, tratos culturais e manejo destas espécies no campo são de extrema importância para o êxito de programas de recuperação de áreas degradadas.

A utilização de sementes de boa qualidade constitui fator determinante para o êxito do empreendimento florestal, e o principal atributo da qualidade a ser considerado é a capacidade germinativa das sementes, pois, sem ela, a semente não tem valor para a semeadura, e dela também dependem a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento. Grande variabilidade genética, de maturação e de dormência é muito comum nas espécies florestais, por isso há necessidade que os testes de vigor passem

por avaliações precisas para que estes sejam válidos em seus procedimentos e interpretações.

Nos laboratórios, rotineiramente, são feitos testes de germinação para a avaliação do potencial fisiológico das sementes. O teste de germinação, muitas vezes, não é suficiente para a avaliação da qualidade fisiológica de um lote de sementes, tornando-se necessário utilizar outros métodos de avaliação, como por exemplo, os testes de vigor. Estes têm a finalidade de identificar diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes, não detectadas pelo teste de germinação, pois o teste de germinação é conduzido sob condições ótimas em laboratório, igualando lotes de sementes com potencial fisiológico distinto. A tecnologia de sementes tem procurado aperfeiçoar os testes de germinação e vigor, objetivando resultados que expressem a qualidade real de um determinado lote de sementes em campo.

De acordo com MARCOS FILHO (2005), um teste de vigor eficiente deve fundamentar-se em base teórica consistente, envolver procedimentos simples, de baixo custo, fornecer resultados confiáveis em um curto espaço de tempo e, freqüentemente, relacionados com a emergência das plântulas em campo.

Programas internos de controle de qualidade desenvolvidos pelas entidades produtoras de sementes têm buscado o uso de testes que apresentem rapidez na obtenção dos resultados. Entre estes testes pode-se destacar o de tetrazólio, o de condutividade elétrica e o de envelhecimento acelerado.

O teste de tetrazólio se destaca, pois, além de avaliar viabilidade e vigor, permite a identificação dos fatores que influenciam a qualidade das sementes, como danos mecânicos, ocasionados por secagem, insetos e deterioração por umidade. Os dados obtidos através desse teste podem ser utilizados no estabelecimento de bases para a comercialização, determinação do ponto de colheita e controle de qualidade durante o armazenamento (MARCOS FILHO et al., 1987). Segundo MENEZEZ et al. (1994), este teste possibilita a determinação da viabilidade de maneira rápida, em um período inferior a 24 horas.

O teste da condutividade elétrica também apresenta vantagens de rapidez e praticidade, mostrando-se promissor para avaliação do vigor de lotes de sementes. Este teste baseia-se na integridade das membranas celulares possibilitando que o processo de deterioração seja detectado em sua fase inicial e, conseqüentemente, que sejam tomadas medidas pertinentes, visando reduzir ou minimizar o seu efeito na qualidade fisiológica da semente (DIAS & MARCOS FILHO, 1995)

Outro teste que merece destaque é o de envelhecimento acelerado, o qual consiste em submeter as sementes a condições de temperatura e umidade elevadas, procurando prever o potencial relativo de armazenamento (AOSA, 1983).

De acordo com GROTH & LIBERAL (1988), o estudo da morfologia interna e externa das unidades dispersoras é importante para a identificação das espécies e para o planejamento do tipo de beneficiamento da semente. Estudos como este, também, permitem informações prévias sobre a germinação das sementes, bem como, caracterizar problemas de dormência relacionados com a sua morfologia, como por exemplo testa impermeável, que impossibilita a entrada de água e gases, ou mesmo dormência causada pela imaturidade do embrião. Também, estudos morfológicos de sementes e plântulas são importantes para facilitar pesquisas sobre banco de sementes do solo, bem como para auxiliar na identificação de espécies em estudos de regeneração natural de áreas degradadas.

Desta forma o presente trabalho teve por objetivo caracterizar biometricamente as sementes, descrever e ilustrar os aspectos morfológicos de sementes e plântulas, avaliar a temperatura ideal para condução do teste de germinação e adaptar metodologia para condução dos testes de tetrazólio, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado para as sementes de *Poecilanthe parviflora*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Espécie Estudada

Poecilanthe parviflora Bentham é denominada popularmente como canela-de-brejo, coração-de-negro, ipê-coração e jacarandá-de-mato-grosso; pertence à família Fabaceae (CARVALHO, 2003), sub-família Faboideae (SOUZA & LORENZI, 2005).

Ocorre de forma natural no nordeste da Argentina e no oeste do Uruguai. No Brasil ocorre nos seguintes estados: Bahia, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo (CARVALHO, 2003).

Trata-se de uma espécie secundária (PINTO, 1997). O coração-de-negro é uma planta invasora de pastagem reproduzindo-se assexuadamente por brotamento das raízes, tornando-se praga de pastos; não sendo roçada, forma com outras espécies, verdadeiras capoeiras. Porém, suas sementes não apresentam dormência. A madeira de coração-de-negro é indicada para fabricação de móveis e carpintaria; na construção civil é usada como esquadrias, tacos e tábuas para assoalho, vigas, caibros e ripas; é empregada, também, em estruturas externas, como postes, dormentes, cruzetas, mourões e cercas. A lenha é de ótima qualidade, ardendo mesmo quando verde. Produz celulose para papel de baixa qualidade. Pode também ser recomendada para a recuperação de ecossistemas degradados (CARVALHO, 2003).

A árvore é extremamente ornamental graças à sua folhagem verde-escura reluzente, podendo ser empregada com sucesso no paisagismo; é particularmente útil para arborização de ruas e avenidas. Sua madeira é muito pesada, de alta resistência ao apodrecimento e ao ataque de cupins de madeira seca (LORENZI, 1992).

2.2. Germinação de Sementes

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado botanicamente como a retomada do crescimento do eixo embrionário, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnólogos de sementes, a germinação é reconhecida como tal, desde que as plântulas apresentem tamanho suficiente para que se possam avaliar a normalidade de suas partes e a sua possibilidade de sobrevivência (LABOURIAU, 1983).

A semente (do latim *seminilla*, diminutivo de *semen*, esperma) é o órgão responsável pela dispersão e perpetuação das espermatófitas, as plantas que as produzem. O termo semente é utilizado para designar um óvulo maduro, possuindo um eixo embrionário em algum estágio de desenvolvimento, material de reserva alimentar (raramente ausente) e um envoltório protetor, o tegumento. As funções das sementes relacionam-se com a dispersão e a sobrevivência de plantas sob condições favoráveis como também desfavoráveis, tais como extremos de temperatura (até certos limites) e de seca (DAMIÃO FILHO & MÔRO, 2001).

O embrião da semente inicia sua formação a partir do momento da fertilização do óvulo e desenvolve-se durante a maturação, até que seu crescimento cessa e o grau de umidade diminui a um nível tão baixo que permite apenas reduzida atividade metabólica. Nestas condições, a semente encontra-se no estado de quiescência, pois a disponibilidade de água (teor de água da semente), via de regra, é insuficiente para desencadear o processo germinativo. A germinação, assim, pode ser considerada como o reinício de crescimento do eixo embrionário, paralisado nas fases finais da maturação. Em síntese, tendo-se uma semente viável em repouso, por quiescência ou dormência, quando são satisfeitas todas as condições externas (do ambiente) e internas (intrínseca do órgão), ocorrerá o crescimento do eixo embrionário, o qual conduzirá à germinação. Por isso, do ponto de vista fisiológico, germinar é simplesmente sair do repouso e intensificar a atividade metabólica (BORGES & RENA, 1993).

2.2.1. Fatores externos

2.2.1.1. Água

A água é fator imprescindível, pois é com a absorção de água por embebição que se inicia o processo da germinação. Para que isso aconteça, há necessidade de que a semente alcance um nível adequado de hidratação, a qual permita a reativação dos processos metabólicos. A umidade adequada é variável entre as espécies. Sementes de *Shorea materialis* germinaram imediatamente após embebição de pequena quantidade de água, enquanto as de *Shorea roxburghii* necessitaram de alto teor de água (YAP, 1981).

A embebição processa-se, em geral, em três etapas. A primeira é um processo rápido e puramente físico. Na primeira etapa, a entrada de água na semente se dá por adsorção. A união entre um sítio polar da água e de uma substância de reserva não é influenciável por inibidor da germinação. Este comportamento se verifica em qualquer semente, morta ou viva. A segunda etapa é lenta, sendo inclusive, a que determina o tempo gasto por uma semente para germinar. A terceira etapa é rápida. A embebição varia, também, com a natureza do tegumento, com a composição química e tamanho da semente e com a temperatura (CHING, 1972).

A água influi na germinação, atuando no tegumento, amolecendo-o, favorecendo a penetração do oxigênio, e permitindo a transferência de nutrientes solúveis para as diversas partes da semente (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977). A absorção de água é maior em certas espécies, quando a temperatura é mais alta, podendo haver variações no tempo de embebição, de minutos a horas, ou até de vários dias (CHING, 1972).

O excesso de água, em geral, provoca decréscimo na germinação, visto que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante. Para *Opea odorata*, o excesso de água também causou infestação das sementes por fungos, levando à redução na viabilidade (YAP, 1981). A deficiência hídrica também é nociva à

germinação, porquanto a semente não terá condições de manter o metabolismo adequado. Sementes de *Populus tremuloides* germinaram bem quando submetidas a potenciais hídricos superiores a -0,2 MPa, mas a germinação foi fortemente reduzida a -0,4 MPa e eliminada a -0,78 MPa, tanto em condições de campo, quanto de laboratório (McDONOUGH, 1979).

2.2.1.2. Temperatura

Enfocando a germinação como resultado de uma série de reações bioquímicas, observa-se a existência de estreita dependência da temperatura. Como em qualquer reação química, existe uma temperatura ótima na qual o processo se realiza mais rápida e eficientemente, e as temperaturas máxima e mínima, ultrapassadas as quais, a germinação é zero. Esta faixa de temperatura é variável entre as diferentes espécies. Acima e abaixo dos limites máximo e mínimo, respectivamente, pode ocorrer a morte das sementes ou termo dormência. A faixa de 20 a 30°C mostra-se adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais. À medida que a semente deteriora ela fica mais exigente quanto à temperatura, passando a ter necessidades específicas para que a germinação ocorra (BEWLEY & BLACK, 1994).

A temperatura adequada para a germinação de sementes de espécies arbóreas nativas vem sendo determinada por muitos pesquisadores. Como exemplo, foram definidas como ótimas para germinação, a temperatura de 25 °C para sementes de *Stevia rebaudiana* Bert. (RANDI & FELIPE, 1981), as de 30 e 35°C para sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (PEREZ & MORAES, 1990), e as de 25 e 30°C para sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (LEAL FILHO & BORGES, 1992), dentre outros.

2.2.1.3. Luz

No tocante ao comportamento germinativo de espécies sensíveis à luz, encontram-se sementes que germinam após rápida exposição à luz, outras que necessitam de período relativamente longo de luz e outras em que a germinação é

desencadeada somente no escuro (VIDAVER, 1980). Além disso, existem as sementes que são indiferentes à luz, germinando em qualquer ambiente luminoso (VAZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1991).

Na germinação de sementes sensíveis à luz, deve-se levar em conta, também que a sensibilidade das sementes ao regime luminoso pode ser alterada por vários fatores como, temperatura, idade das sementes, condição de armazenamento, tratamento para superação de dormência e condição de cultivo da planta. A luz pode ser considerada um fator importante na quebra de dormência em sementes. Os efeitos da luz na quebra de dormência podem ser dependentes da temperatura (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

2.2.1.4. Oxigênio

Existem sementes cujos tegumentos são tidos como impermeáveis ao oxigênio ou ao gás carbônico e, não havendo trocas gasosas, as sementes não conseguem germinar. O oxigênio é necessário para a promoção de reações metabólicas importantes na semente, especialmente a respiração. Ainda que a respiração nos primeiros momentos da germinação seja em geral anaeróbica, logo em seguida ela passa a ser absolutamente dependente de oxigênio. A respiração da semente é também afetada por diversos outros elementos, tais como o tipo de tegumento, o teor de água, a temperatura, a concentração de CO_2 , a dormência e alguns fungos e bactérias. Antes que a radícula rompa o tegumento, as reações ocorrem em meio anaeróbico. Na primeira fase de absorção de água, o oxigênio não é fator limitante, sendo-o, entretanto para a emergência da radícula, isto é, a dependência de respiração aeróbica inicia-se na segunda fase de absorção de água (BORGES & RENA, 1993).

2.2.2. Fatores internos

Hormônios e substâncias inibidoras hormonais são importantes controladores internos que regulam a germinação das sementes.

2.2.2.1. Inibidores da germinação

O inibidor hormonal mais conhecido, e provavelmente o único, é o ácido abscísico (AAb). Sua localização nas sementes é bastante variável. Os tegumentos podem atuar no bloqueio à germinação pelo fornecimento de inibidores. Muitas barreiras são impostas pelos envoltórios das sementes ao embrião e, para que este os penetre, é necessário haver uma certa pressão de crescimento. A habilidade de crescer do eixo embrionário está relacionada, entre outros fatores, com a diminuição da concentração de inibidores na semente e/ou com o aumento da concentração nos tecidos de agentes promotores da germinação (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

2.2.2.2. Promotores da germinação

Tratamentos com certas substâncias químicas e pré-resfriamento têm sido eficazes na promoção da germinação de algumas espécies. Além das giberelinas, outras substâncias têm mostrado resultados similares sobre a germinação de várias espécies. É possível que a atividade das citocininas, durante a germinação, esteja relacionada com o crescimento da radícula. É provável que haja interação das citocininas, giberelinas, inibidores, germinação/dormência, sendo a germinação o resultado do balanço existente entre eles. A concentração e a duração do tratamento dependem da espécie a ser tratada, e a principal vantagem desses compostos químicos é a facilidade de utilização e a rapidez na obtenção de resultados. Embora tenham sido observadas mudanças nos níveis de promotores do crescimento (giberelinas e citocininas) e inibidores (AAb) nas sementes, o papel dessas substâncias na germinação ainda é motivo de controvérsia (BORGES & RENA, 1993). Pré-embebição de sementes de *Nothofagus obliqua* e *Nothofagus procera*, em GA₃ 200 ppm, reduziu o tempo de germinação de 28 para oito e seis dias, respectivamente (SHAFIQ, 1980).

2.3. Tipos de Germinação

Sob o ponto de vista morfológico, distinguem-se dois tipos de germinação: epígea (epi - acima de; geo - terra) e a germinação hipógea (hypo - abaixo de). No caso da germinação hipógea, há maior desenvolvimento do epicótilo, de forma que os cotilédones permanecem abaixo do nível do solo. Na germinação epígea, ao contrário da hipógea, há maior desenvolvimento do hipocótilo, de forma que os cotilédones do embrião são elevados acima da superfície do solo. Neste tipo de germinação, freqüentemente há formação de uma alça na extremidade do hipocótilo, próximo ao nó cotiledonar, de tal maneira a facilitar o levantamento dos cotilédones acima do nível do solo, permitindo a saída da parte aérea, sem injúria (DAMIÃO FILHO & MÔRO, 2001).

2.4. Caracterização Morfológica de Sementes e Plântulas

Os estudos sobre a morfologia dos frutos, sementes e plântulas são extremamente importantes para melhor compreensão dos processos de dispersão e regeneração natural das espécies, processos estes que garantem a continuidade de sua sobrevivência.

De acordo com GROTH & LIBERAL (1988), o estudo da morfologia interna das unidades dispersoras é importante para a identificação das espécies e para o planejamento do tipo de beneficiamento da semente. Estudos como este, também, permitem informações prévias sobre a germinação das sementes, bem como, caracterizar problemas de dormência relacionados com a sua morfologia, como por exemplo testa impermeável, que impossibilita a entrada de água e gases, ou mesmo dormência causada pela imaturidade do embrião.

A fase de plântula, além de crítica, é também pouco conhecida, pois, levando-se em consideração a enorme diversidade de espécies existentes em nossa flora, ainda são poucos os trabalhos sobre morfologia de plântulas de espécies arbóreas (DONADIO, 2000).

De acordo com PIÑA-RODRIGUES & VALENTINI (1995), o conhecimento da estrutura e morfologia das sementes são essenciais, também, para avaliação da viabilidade de sementes a partir do teste de tetrazólio, pois permite padronizar condições de preparo e coloração das sementes, como avaliar a extensão dos danos indicados pela localização das manchas sem coloração ou intensamente coloridas, a partir de observações das partes vitais, eixo embrionário (radícula, hipocótilo, epicótilo e plúmula) e tecido de reserva, conforme a espécie em estudo.

Muitos autores ressaltam que além da unidade de dispersão é imprescindível um melhor conhecimento da germinação, do crescimento e do estabelecimento da plântula para compreender o ciclo biológico e a regeneração natural da espécie. Assim, os aspectos morfológicos das plântulas vêm sendo enfatizados já há algum tempo, para identificar as plantas de uma determinada região, diferenciar as espécies em banco de sementes, estudar a ecologia da espécie, como para facilitar a interpretação dos testes de germinação, em laboratório, pelos tecnologistas e analistas de sementes (OLIVEIRA, 1993).

Nos testes de laboratório, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), as sementes são consideradas germinadas quando demonstram sua aptidão para produzir plântula normal sob condições ideais, ou seja, suas estruturas essenciais precisam estar em estado suficiente de desenvolvimento, que permitam a identificação de plântulas anormais que não teriam possibilidade de produzir plantas normais. Para espécies florestais nativas do Brasil não existem padrões para que a avaliação dos testes de germinação seja feita com segurança, como existe para a maioria das grandes culturas.

2.5. Avaliação da Qualidade Fisiológica das Sementes

Conforme mencionado por MARCOS FILHO (2005), a qualidade fisiológica das sementes é influenciada diretamente pelo genótipo, sendo máxima por ocasião da maturidade. A partir deste momento, alterações degenerativas começam a ocorrer, de modo que a qualidade fisiológica pode ser mantida ou decrescer, dependendo das

condições do ambiente no período que antecede a colheita, dos cuidados durante a colheita, secagem, beneficiamento e das condições de armazenamento.

Partindo do princípio de que o uso de sementes de alta qualidade é fundamental para a instalação de uma cultura (SILVA et al., 1998) e sendo o teste de germinação o único indicativo oficial da qualidade fisiológica, VIEIRA et al. (1994) mencionam algumas limitações apresentadas por este teste, que comprometem a avaliação da qualidade das sementes. Desta forma, pesquisadores têm procurado utilizar testes de vigor para confirmar a real qualidade das sementes. Além do mais, as empresas produtoras e as instituições oficiais têm incluído esses testes em programas internos de controle de qualidade e/ou para garantia da qualidade das sementes destinadas à comercialização (MARCOS FILHO, 1999b).

Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000), um teste de vigor deve ser rápido, de fácil execução, não exigir equipamentos complexos, sendo também de baixo custo, devendo ser igualmente aplicável para determinar o vigor ora de uma semente como de um lote delas e com eficiência para detectar tanto pequenas como grandes diferenças de vigor.

A instalação de uma cultura geralmente é efetuada com base nos resultados do teste de germinação, realizado rotineiramente em laboratórios de análise de sementes. Sua condução segue instruções detalhadas apresentadas nas Regras para Análise de Sementes, editadas em diversos países, dentre os quais o Brasil (BRASIL, Ministério da Agricultura, 1992), e por organizações internacionais, como a International Seed Testing Association (ISTA) e a Association of Official Seed Analysts (AOSA).

Os testes de vigor de uso mais comum para espécies florestais é o índice de velocidade de germinação (IVG). Este teste baseia-se no princípio de que os lotes que apresentam maior velocidade de germinação das sementes são os mais vigorosos, ou seja, há uma relação direta entre a velocidade de germinação e o vigor das sementes. O teste pode ser estabelecido conjuntamente com o teste de germinação, obedecendo as prescrições e as recomendações contidas nas regras para análise de sementes (BRASIL, 1992).

Outro teste que também é utilizado na avaliação da qualidade fisiológica das sementes é o teste da massa seca e/ou fresca das plântulas. Sendo que as amostras que apresentam maiores valores de matéria seca e fresca de plântulas são consideradas mais vigorosas. Com o mesmo conceito de avaliação de vigor, outro teste utilizado é o da determinação do comprimento médio de plântulas normais, tendo em vista também que amostras que apresentam os maiores valores médios são as mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999).

Diversos outros testes de vigor têm sido idealizados, procurando avaliar com precisão o comportamento de lotes de sementes em laboratório e no campo. Contudo, BONNER (1998) afirma que as pesquisas prévias sugerem que os testes de vigor em sementes florestais nunca conseguirão precisão e igual aplicação presentes em testes de vigor com sementes agrícolas.

2.5.1. Teste de Tetrazólio

O teste de tetrazólio, desenvolvido por Lakon em 1939 e posteriormente aperfeiçoado e divulgado por Moore em 1972 (PRETE et al., 1993), baseia-se na atividade das desidrogenases nos tecidos vivos (AOSA, 1983 e MENEZEZ et al., 1994). Estas enzimas catalisam reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Durante a respiração ocorre a liberação de íons de hidrogênio, com os quais o sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio, ou simplesmente tetrazólio, incolor e solúvel, reage formando uma substância de cor vermelha e insolúvel denominada formazam (KRZYZANOSWSKI et al., 1991a e FRANÇA NETO et al., 1998).

A amostra de sementes a ser utilizada na realização do teste deve ser representativa do lote e coletada conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes. Cada teste deve ser efetuado em duas repetições de 100 ou quatro repetições de 50 sementes (BRASIL, 1992). Para PIÑA-RODRIGUES & SANTOS (1988) e PIÑA-RODRIGUES & VALENTINI (1995) o número de repetições e de sementes a serem utilizadas dependem do resultado que se quer obter e recomendam o emprego de quatro repetições de 100, podendo ser reduzido para, duas de 100 (boa

estimativa), ou duas de 50 e/ou uma de 100 (informações confiáveis) e, ou uma de 50 (estimativa aproximada).

Várias concentrações da solução de tetrazólio podem ser utilizadas na condução do teste, dependendo da espécie avaliada, do método de preparo das sementes e da permeabilidade do tegumento (MARCOS FILHO et al., 1987). Entretanto, em virtude do preço elevado do sal e da possibilidade de melhor visualização dos distúrbios de coloração dos tecidos e identificação dos diferentes tipos de injúrias, preferência era dada para as menores concentrações (MARCOS FILHO et al., 1987; KRZYZANOWSKI et al., 1991a e FRANÇA NETO et al., 1998). Segundo relato destes mesmos autores, as concentrações mais utilizadas são 0,075; 0,1; 0,2; 0,5 e 1,0%. Nos últimos anos muitas empresas começaram a produzir o sal de tetrazólio levando a redução no preço ao consumidor. Concentrações menores dificultam a visualização.

Para obtenção de uma coloração adequada, a solução de tetrazólio deve apresentar pH entre 6 e 8 (FRANÇA NETO et al., 1998). Soluções ácidas não proporcionam coloração ideal, pois alteram a velocidade e a intensidade de coloração dos tecidos, dificultando a interpretação dos resultados (PIÑA-RODRIGUES & SANTOS, 1998).

Para ROCHA (1976), a precisão do teste não é afetada por temperaturas situadas entre 20 e 45°C. Entretanto, para se obter uma coloração mais rápida recomenda-se colocar as sementes em recipientes com solução de tetrazólio e levá-las à estufa com temperatura entre 35 e 40°C (BHÉRING et al., 1996 e FRANÇA NETO et al., 1998). Para espécies florestais recomenda-se o uso de temperaturas entre 30 e 40°C (PIÑA-RODRIGUES & VALENTINI, 1995). A utilização de temperaturas superiores a 45°C não é recomendada. Em temperaturas acima de 45°C poderá ocorrer a inativação de enzimas.

Conforme PIÑA-RODRIGUES & SANTOS (1988), a velocidade com que o sal de tetrazólio atinge os tecidos das sementes colorindo-os, depende do número de barreiras que este encontra. Em muitas espécies, o preparo da semente se faz necessário visando uma rápida, mas não brusca, penetração de tetrazólio. Entre os métodos de

preparo mais utilizados encontram-se a punção, o corte e a retirada do tegumento. A remoção do tegumento das sementes de amendoim, antes de serem submetidas à solução de tetrazólio, embora seja uma operação delicada e trabalhosa, possibilita reduzir em torno de 5 horas o tempo necessário para que estas adquiram a coloração necessária (BITTENCOURT & VIEIRA, 1999).

A embebição das sementes para a instalação do teste provoca o amolecimento das mesmas, facilitando a retirada do tegumento e os cortes de preparo e a ativação do sistema enzimático, facilitando a penetração da solução de tetrazólio e o desenvolvimento de uma coloração mais clara e evidente. A remoção do tegumento após o pré-condicionamento, geralmente, possibilita maior uniformidade e rapidez no desenvolvimento da coloração. No entanto, os resultados podem ser alterados em virtude da ocorrência de danos ao embrião durante a remoção (MARCOS FILHO et al., 1987; VIEIRA & VON PINHO, 1999; ZUCARELI et al., 2001 e FOGAÇA, 2000).

Durante o período de coloração, as sementes devem ser mantidas submersas na solução de tetrazólio em ausência de luz, pois esta pode provocar alteração da coloração da solução e, portanto, possíveis erros na interpretação do teste. O sal de tetrazólio tem sensibilidade à luz que pode ser considerada alta. O importante é que o tetrazólio, alterado pela luz, pode não reagir com o hidrogênio ou, reagir mas não originar formazam. O período necessário para o desenvolvimento da coloração é variável de acordo com a espécie, mas geralmente varia entre 30 e 240 minutos (MARCOS FILHO et al., 1987). Após o período de coloração, as sementes devem ser lavadas e mantidas submersas em água até o momento da avaliação (PIÑA-RODRIGUES & VALENTINI, 1995 e FRANÇA NETO et al., 1998). Caso não seja possível a análise das sementes imediatamente após a coloração, estas podem ser mantidas em ambiente refrigerado por um período de até 12 horas. No caso de espécies florestais, as sementes podem permanecer em água no refrigerador por até 24 horas, no escuro (PIÑA-RODRIGUES & VALENTINI, 1995).

Para que a interpretação do teste de tetrazólio se torne mais eficiente e menos cansativa, recomenda-se que seja efetuada sob lupa de seis aumentos (6X), com

iluminação fluorescente (KRZYZANOWSKI et al., 1991a; BHÉRING et al., 1996; FRANÇA NETO et al., 1998 e DIAS & BARROS, 1999).

A viabilidade das sementes deve ser analisada individualmente, observando-se interna e externamente os danos ocorridos, sua localização e extensão (BHÉRING et al., 1996). Maior ênfase deve ser dada aos seguintes tópicos: cor, localização das manchas, presença de fraturas e turgescência dos tecidos (PIÑA-RODRIGUES & VALENTINI, 1995). A coloração é apenas um dos fatores que deve ser analisado durante a interpretação, devendo-se observar também a turgescência dos tecidos e a ausência de fraturas ou lesões localizadas em regiões vitais da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Tecidos vigorosos tendem a colorir gradual e uniformemente e, quando embebidos, apresentam-se túrgidos. A ocorrência de vermelho intenso poderá ser característica de tecidos em deterioração, que permitem maior difusão da solução de tetrazólio através das membranas celulares já comprometidas. Estes tecidos, quando expostos ao ar, perdem sua turgidez mais rapidamente que os tecidos vigorosos. A cor branca poderá indicar tecidos mortos, geralmente flácidos, que não apresentam atividade enzimática necessária para a produção de trifenilformazam (FRANÇA NETO et al., 1998).

A interpretação precisa do teste de tetrazólio depende do conhecimento das estruturas da semente e da plântula, da germinação da semente, do entendimento do mecanismo do teste e de suas limitações, da interpretação dos padrões de coloração combinados com outros aspectos visíveis da qualidade de sementes, e da experiência em realizar testes de germinação comparativos (DIAS & BARROS, 1999).

Na maioria das vezes, o que se examina é apenas o embrião. Basta apenas uma fratura ou um pequeno ponto morto em uma posição vital ou crítica para tornar não viável uma semente que, não fora isso, seria sadia. Em sementes de leguminosas, a área vital ou crítica inclui a radícula, o hipocótilo, o epicótilo, a plúmula e a região de inserção entre os cotilédones e o eixo embrionário. Em gramíneas, a área vital da semente compreende a plúmula, a região central do escutelo, a parte superior da

radícula, e a região situada entre a plúmula e a radícula, onde se encontram as raízes seminais (MARCOS FILHO et al., 1987).

Os resultados obtidos no teste de tetrazólio tendem a ser maiores que os obtidos no teste de germinação, em função de não se verificar a presença de fungos e não se identificar a ocorrência de sementes dormentes (PIÑA-RODRIGUES & SANTOS, 1988). Na realidade, os valores obtidos pelo teste de tetrazólio variam 10 pontos percentuais em relação à média de germinação. Para evitar problemas de discrepâncias entre os resultados dos testes de tetrazólio e de germinação, recomenda-se, caso necessário, que as sementes sejam submetidas a tratamento para superação da dormência antes de realizar o teste padrão de germinação (DELOUCHE et al., 1976 e FOGAÇA, 2000).

O teste de tetrazólio apresenta as seguintes vantagens: não é afetado por diversas condições que podem alterar o teste de germinação; analisa as condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente individualmente; permite rápida avaliação de viabilidade; permite a identificação de diferentes níveis de viabilidade; fornece o diagnóstico da causa da perda da viabilidade das sementes; e requer equipamento simples e barato (FRANÇA NETO et al., 1998 e FRANÇA NETO, 1999).

Não obstante estas vantagens, o teste de tetrazólio apresenta as seguintes limitações: requer treinamento especial sobre a estrutura embrionária da semente e sobre técnicas de interpretação; é relativamente tedioso, uma vez que as sementes são avaliadas uma a uma, requerendo experiência e paciência; embora rápido, consome maior número de homem/hora que o teste padrão de germinação; não mostra a eficiência de tratamentos químicos, nem as injúrias que estes podem causar; e requer do analista capacidade de decisão pelas características do teste (KRZYZANOWSKI et al., 1991a; FRANÇA NETO et al., 1998 e FRANÇA NETO, 1999).

O teste de tetrazólio mostra-se muito promissor na avaliação da viabilidade em sementes florestais, principalmente em espécies que exigem longo período de germinação, dificultando a obtenção dos resultados. Para a maioria das espécies ainda se faz necessário definir procedimentos a serem adotados, sua divulgação e utilização em análise de rotina (PIÑA-RODRIGUES & VALENTINI, 1995).

2.5.2. Teste de Condutividade Elétrica

Dentre os testes considerados mais importantes, tanto pela ISTA como pela AOSA, para estimar o vigor de sementes, aparece o teste da condutividade elétrica. Este possui base teórica consistente, objetividade, rapidez, facilidade de execução e possibilidade de ser padronizado como teste de rotina por causa de sua reprodutibilidade (KRZYZANOWSKY & MIRANDA, 1990; VIEIRA et al., 1994; TORRES et al., 1998; VIEIRA & KRZYZANOWSKY, 1999). A condutividade elétrica tem como princípio o aumento da permeabilidade da membrana, à medida que a semente se deteriora, aumento este causado pela desestruturação das membranas. O teste baseia-se na modificação da resistência elétrica, causada pela lixiviação de eletrólitos dos tecidos da semente para a água destilada em que ficou imersa, ou seja, na capacidade da membrana em regular o fluxo de entrada e saída dos solutos (CARVALHO, 1994).

Em sua grande maioria, as pesquisas relacionadas com condutividade elétrica foram realizadas com sementes de ervilha e, posteriormente, com sementes de soja. Assim sendo, as principais alterações efetuadas no teste para obtenção de resultados consistentes foram obtidas através de experimentos realizados com estas duas espécies (FRATIN, 1987; KRZYZANOWSKI et al., 1991a; DIAS, 1994; DIAS & MARCOS FILHO, 1995). Daí em diante, a medição da condutividade elétrica na solução de embebição das sementes passou a ser estudada e utilizada para diferentes espécies (AOSA, 1983; MARCOS FILHO et al., 1987).

No Brasil, o uso do teste de condutividade elétrica tem se mostrado promissor para sementes de milho (VON PINHO, 1995; VIEIRA et al., 1995), soja (VIEIRA, 1994; DIAS & MARCOS FILHO, 1995; PAIVA AGUERO, 1995) e mais recentemente para algumas espécies florestais na tentativa de se adaptar a metodologia, com vistas a se determinar a qualidade fisiológica de lotes de sementes.

BONNER (1991), trabalhando com cinco espécies de *Pinus*, estabeleceu quatro classes de germinação e, para cada uma das espécies, determinou os limites dos valores de condutividade elétrica. BARBEDO & CÍCERO (1998), com sementes de *Inga uruguensis*, de forma semelhante ao trabalho anterior, dividiram as sementes em três

classes de germinação associando-se a estas valores de condutividade elétrica. MARQUES et al. (2002a; 2002b), com sementes de *Dalbergia nigra*, estudaram as influências da temperatura, volume de água e tempo de embebição e o número de sementes nos padrões de liberação de lixiviados das sementes. GONÇALVES (2003), com sementes de *Guazuma ulmifolia*, avaliou os padrões de condutividade elétrica, variando-se o número de sementes, volumes de água e tempos de embebição.

O teste da condutividade elétrica tem sido classificado como teste bioquímico de vigor, embora também envolva o princípio físico, relacionado à avaliação da condutividade elétrica através de uma ponte de condutividade da solução de embebição, e o biológico, que diz respeito à perda de lixiviados do meio interior da célula para o exterior (VIEIRA, 1994).

Fisicamente, a condutividade elétrica pode ser medida por aparelhos capazes de monitorar a qualidade de exsudato das sementes liberado para o meio externo, quando imersas em água. Esta consta de duas alternativas: a chamada condutividade de massa ou sistema de copo ("bulk conductivity"), em que as sementes que compõem a amostra são avaliadas em conjunto; e a avaliação da condutividade individual de cada semente (STEERE et al., 1981; KRZYŻANOWSKY et al., 1991b; VIEIRA, 1994; DIAS & BARROS, 1995; HAMPTON, 1995).

Como princípio biológico, a quantidade e a intensidade de material lixiviado estão diretamente relacionados à permeabilidade das membranas e, conseqüentemente, com o nível de vigor das sementes. Estes solutos, com propriedades eletrolíticas, apresentam carga elétrica podendo, então, ser detectados por aparelhos próprios (condutímetro), constituindo este um importante método para avaliação da qualidade fisiológica das sementes (McDONALD JR & WILSON, 1980; POWELL, 1986; VIEIRA, 1994; DIAS & BARROS, 1995; PAIVA AGUERO, 1995). A condutividade elétrica tem como finalidade avaliar o vigor de sementes, uma vez que sementes com baixo vigor apresentam, geralmente, certa desorganização na estrutura das membranas, proporcionando um aumento na quantidade de lixiviados que são exsudados pelas células. Como consequência, isto resulta em maior perda de açúcares, aminoácidos,

enzimas, nucleosídeos, ácidos graxos e íons inorgânicos, tais como K^+ , Ca^+ , Mg^+ e Na^+ (AOSA, 1983; DOIJODE, 1988).

O aumento na quantidade de eletrólitos na água de embebição está diretamente relacionado à degradação das membranas e conseqüente perda do controle da permeabilidade. Ocorrendo aumento do grau de deterioração, tem-se uma diminuição na capacidade de reorganização das membranas celulares. Como reflexo direto, tem-se decréscimo da germinação e do vigor das sementes, como observado por LIN (1990) para sementes de feijão. No teste de condutividade elétrica avalia-se a condutividade total desses lixiviados, sem diferenciar a quantidade nem a importância relativa que teria cada um destes compostos. Pesquisas nesta área mostraram que os íons inorgânicos apresentam uma participação mais significativa. Tanto é verdade que, alguns autores (MARCOS FILHO et al., 1984; DIAS, 1994; CUSTÓDIO, 1995), determinaram o efeito isolado da liberação do potássio, como um teste de vigor para sementes de soja.

De acordo com ABDUL-BAKI (1980), durante a embebição, o sistema de membranas das sementes reorganiza-se, readquirindo o controle da permeabilidade. Seria ideal que esse processo ocorresse no menor período de tempo possível para reduzir a perda de lixiviados para o meio externo. Logo a velocidade de reorganização do sistema de membranas reflete o vigor da semente.

Portanto, aceita-se que a integridade e a organização das membranas não se completam durante, pelo menos, alguns minutos após a embebição. Contudo, com o decorrer do tempo, esta situação altera-se com a retomada natural de sua configuração mais estável, ou através da restauração por algum mecanismo enzimático ainda não identificado claramente. Em sementes mais deterioradas, ou não viáveis, esses mecanismos de reparo estariam ausentes ou seriam ineficientes ou, ainda, as membranas estariam tão profundamente danificadas, que seria impossível o reparo (BEWLEY & BLACK, 1994). Esta relação entre a quantidade de lixiviados, teor de água, nível de organização das membranas e condutividade elétrica da solução de embebição das sementes é a base teórica que permite relacionar a condutividade elétrica com o vigor de sementes em que altos valores de condutividade elétrica (alta perda de

lixiviados) indicam baixo vigor, e baixos valores (baixa perda de eletrólitos), alta qualidade fisiológica de sementes; logo, alto vigor (SAMPAIO et al., 1995).

Segundo POWELL (1998), o teste de condutividade elétrica satisfaz os critérios para um teste de vigor, pois apresenta uma base teórica consistente, correlaciona-se bem com a emergência em campo e pode ser reproduzido. No entanto, como todos os testes que associam as propriedades da membrana para a determinação do potencial de germinação, a condutividade elétrica é afetada por inúmeros fatores. Estes fatores, afetando as membranas e o tegumento da semente, podem, de forma direta ou indireta, afetar nos valores de condutividade elétrica.

2.5.2.1. Fatores que afetam os resultados do teste de condutividade elétrica

2.5.2.1.1. Teor inicial de água das sementes

O teor de água das sementes, por ocasião do início da instalação do teste, é um fator importante na padronização da metodologia do teste de condutividade elétrica (VIEIRA, 1994).

Para soja, tem-se observado que o teor de água das sementes, no início do teste, deve se situar entre 11% e 17% (AOSA, 1983). Quando o teor de água se situa abaixo de 11%, o valor da condutividade elétrica aumenta significativamente (LOEFFLER et al., 1988; HAMPTON et al., 1992). No caso específico de sementes de soja, LOEFFLER et al. (1988) recomendaram o uso de sementes com teor de água entre 13% e 18%.

Observações feitas por HAMPTON et al. (1992) mostraram aumento significativo na condutividade elétrica, de sementes de feijão-mungo e soja, quando o teor de água das sementes era inferior a 10%. Por outro lado, diferenças significativas na condutividade elétrica de sementes de feijão foram observadas em sementes que apresentaram 10%, 14% e 18% de água.

O teor de água inicial encontrado nas sementes apresenta uma relação inversa com a condutividade elétrica (HAMPTON et al., 1992). Foi sugerido por TAO (1978),

que o teste fosse conduzido com sementes cujo teor de água fosse superior a 13%, pois, estudos conduzidos com sementes de soja, variando entre 13%, 15% e 19,5%, apresentaram valores de condutividade semelhantes, ao passo que houve uma significativa elevação nas medidas de condutividade, quando o teor de água inicial foi inferior a 8,8%.

PENARIOL (1997) avaliou o efeito do teor de água de sementes de seis cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), sobre os resultados do teste de condutividade elétrica. Os dados obtidos mostraram que sementes com teor de água inferior a 11% apresentaram valores de condutividade muito altos, ocorrendo o inverso para sementes com teor de água mais altos. Os dados de condutividade elétrica mostraram, também, uma tendência de estabilização ao redor de um teor de água de 13%.

2.5.2.1.2. Tempo de embebição

Entre as variáveis que afetam a leitura da condutividade elétrica, o tempo de embebição das sementes, sem dúvida, é uma das mais importantes. Logicamente, o tempo de embebição necessário para se avaliar a condutividade elétrica varia em função de cada espécie e da qualidade das sementes, representadas pela deterioração ou integridade das membranas. Sementes de ervilha, feijão e girassol, ao mesmo tempo que absorvem água, exsudam substâncias solúveis durante um período que se estende por muitas horas, podendo durar até um dia. Um segundo grupo de sementes, que inclui algumas umbelíferas, completam sua embebição e liberação de exudados em uma hora ou menos (SAMPAIO et al., 1995).

O período de embebição pode ser afetado por características morfológicas do tegumento da semente, como variações na capacidade de absorção, devido a forma, tamanho e funcionalidade dos poros, controle da troca de água, material ceroso que constitui a epiderme do tegumento e o grau de aderência da testa ao cotilédone (MARCHI & CICERO, 2002).

Grande parte dos trabalhos envolvendo embebição das sementes e condutividade elétrica têm sido desenvolvida com espécies de sementes relativamente grandes. Neste caso, tem-se recomendado um período de embebição de 24 horas; porém, a separação entre lotes de sementes de soja, principalmente quando a diferença de vigor é grande, já foi possível num período menor (MARCOS FILHO et al., 1990). Entretanto, por conveniência da organização das atividades do laboratório de análise de sementes, tem-se recomendado o período de 24 horas.

2.5.2.1.3. Tamanho e peso das sementes

Outro aspecto que tem influenciado os resultados da condutividade elétrica é o tamanho das sementes. TAO (1978) relatou que as sementes maiores aumentavam a leitura da condutividade. Entretanto, esta interferência pode ser eliminada através da pesagem das sementes, antes de se iniciar o teste, expressando a condutividade com base no peso das sementes, ou seja, em $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes (LOEFFLER et al., 1988; VIEIRA, 1994). Segundo HEPBURN et al. (1984), o uso desse procedimento tem contribuído para a padronização e comparação entre resultados obtidos em diferentes laboratórios. Embora a apresentação dos resultados, com base no peso, ou seja, $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes, reduza significativamente o efeito do tamanho das sementes, não elimina, porém, o problema completamente (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

Em se tratando de sementes pequenas, tem-se observado que a lixiviação máxima pode ocorrer num período inferior a duas horas (MURPHY & NOLAND, 1982), enquanto que, em sementes maiores (soja por exemplo), verificou-se um aumento de lixiviação até 24-30 horas após o início da embebição, a uma temperatura de 25°C (LOEFFLER et al., 1988).

ILLIPRONTI et al. (1997) observaram que as diferenças de tamanho das sementes de soja aumentaram o coeficiente de variação do teste de condutividade elétrica. Sementes grandes lixiviam maior quantidade de exsudatos, em relação às pequenas. Estudos conduzidos com espécies de sementes pequenas demonstraram que a liberação de eletrólitos foi pouco significativa quando se empregou o teste de

condutividade de massa, visto que exsudatos tornaram-se bastante diluídos na água de embebição, impossibilitando a detecção de diferenças na qualidade fisiológica das sementes (DESWAL & SHEORAN, 1993).

2.5.2.1.4. Temperatura de embebição

Atenção especial vem sendo dispensada aos efeitos da temperatura sobre a água de embebição e perda de solutos, pois pode causar alterações na viscosidade da água, influenciando, assim, a quantidade de eletrólitos lixiviados, bem como sua velocidade de liberação (MURPHY & NOLAND, 1982).

LEOPOLD (1980) observou que, principalmente em tecidos mortos, a elevação da temperatura aumenta a quantidade de material lixiviado pelas sementes. POWELL (1986) e LOEFFLER et al. (1988) evidenciaram que o aumento da temperatura aumentou a fluidez da membrana plasmática, facilitando, assim, a movimentação de água através dessa. Porém, o aumento excessivo da temperatura pode levar à ruptura das membranas, permitindo a lixiviação de eletrólitos para o meio externo. Deve-se dar atenção especial aos primeiros momentos de processo de embebição, onde um aumento de temperatura proporciona um aumento na taxa de absorção.

Variação de 5°C na temperatura da água de embebição, antes da leitura da condutividade, pode alterar, significativamente, os resultados (LOEFFLER et al., 1988). Daí, esses mesmos autores recomendarem que o número de amostras retiradas da câmara deve ser suficiente para ser avaliado num período de 15 minutos.

RODO et al. (1998), estudando o efeito da temperatura nos resultados do teste de condutividade elétrica em sementes de tomate, concluíram que a temperatura de 25 °C apresentou maior eficiência na separação dos lotes das cultivares IAC e KADA, em relação a 20°C.

2.5.2.1.5. Outros fatores que influenciam a leitura da condutividade elétrica

Vários outros fatores podem afetar os resultados da condutividade elétrica. Dentre esses, pode-se mencionar a qualidade e volume de água e o tamanho do recipiente utilizado para a embebição das sementes (TAO, 1978 e LOEFFLER, 1981).

No caso da fonte de água, deve-se utilizar água deionizada, com no máximo $2\text{-}3\ \mu\text{s cm}^{-1}\text{ g}^{-1}$ (LOEFFLER, 1981). Por outro lado, deve-se utilizar um recipiente cujo volume de água seja suficiente para cobrir as sementes, como o erlenmeyer de 125 mL ou mesmo copo de plástico de 200 mL (VIEIRA, 1994; VIERA & KRZYZANOSWSKI, 1999).

O número de sementes, conjuntamente com o volume de água para embebição, têm sido objetos de estudo de vários autores, objetivando-se uma combinação ótima destes dois fatores para obtenção de resultados precisos no teste de condutividade elétrica.

RODO et al. (1998), testaram o efeito do número de sementes (25 e 50) e do volume de água (50 e 75 mL) sobre os resultados da condutividade elétrica em sementes de tomate, das cultivares IAC e Kada. Os autores concluíram que, para cada material genético, existe uma combinação ótima que permite melhor diferenciação entre lotes, sendo esta de 50 sementes embebidas em 50 mL de água para a cultivar IAC e de 25 sementes em 50 mL de água para a cultivar Kada.

Segundo BONNER (1998), o maior problema com o teste da condutividade elétrica como indicador de vigor de sementes florestais é a grande variação genética que está presente nos lotes de sementes vindas de populações silvestres.

Destacam-se também como fatores que podem alterar a condutividade, o tamanho do recipiente usado durante a embebição das sementes; o equipamento utilizado para a leitura da condutividade; danos mecânicos e injúrias nas sementes; idade das sementes e expressão dos resultados (MARCHI & CICERO, 2002).

2.5.3. Teste de Envelhecimento Acelerado

O teste de envelhecimento acelerado ou envelhecimento precoce ou, ainda, de envelhecimento artificial, baseia-se no fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa (MARCOS FILHO et al., 1987). Nessa situação, sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período de envelhecimento acelerado (TORRES & MARCOS FILHO, 2001).

Inicialmente, este teste foi desenvolvido com a finalidade de estimar o potencial de armazenamento de sementes, mas é eficiente também na comparação do vigor entre lotes de sementes e na estimativa do potencial de desempenho em condições de campo (MARCOS FILHO, 2005).

De acordo com a AOSA, como os testes de vigor se constituem em índices da qualidade fisiológica mais sensíveis que o teste de germinação; qualquer um dos eventos do processo de deterioração, anterior à perda total do poder germinativo das sementes, pode se constituir em fundamento para o desenvolvimento de um teste de vigor. Da mesma forma, quanto mais distante (cronologicamente) o parâmetro estiver da morte da semente, mais sensível será a avaliação do vigor. Nessa situação, os testes que avaliam indiretamente a permeabilidade das membranas celulares, como o da condutividade elétrica, seriam os mais sensíveis. Por outro lado, o decréscimo do potencial de armazenamento é a segunda manifestação fisiológica da deterioração, após a redução da velocidade de germinação. Conseqüentemente, o teste de envelhecimento acelerado pode ser considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor, entre os disponíveis (MARCOS FILHO, 1999a).

Segundo TEKRONY (1995), o teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência.

De acordo com PIANA et al. (1995), dentre os testes estudados, o de envelhecimento acelerado foi um dos que mais se relacionou à emergência das

plântulas de cebola em campo e à obtenção de mudas vigorosas, além de identificar os lotes com diferentes níveis de vigor.

No Brasil são duas as técnicas empregadas para a condução do teste de envelhecimento acelerado: câmara de envelhecimento acelerado e o método do “gerbox” (IRIGON & MELLO, s/d). FRATIN & MARCOS FILHO (1984) concluíram que o teste de envelhecimento conduzido pelo método do “gerbox” proporcionou informações semelhantes às obtidas com o “método câmara”; no entanto, o emprego do primeiro apresentou maior praticidade, possibilidade de padronização e precisão, além de não necessitar de equipamento específico para a realização do teste.

Atualmente, o teste de envelhecimento acelerado é utilizado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies e está incluído em programas de controle de qualidade conduzido por empresas produtoras de sementes, pois em poucos dias, pode-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes processados e, dependendo do histórico do lote, do potencial de emergência das plântulas em campo (MARCOS FILHO, 1999a).

Na descrição do teste de envelhecimento, cita-se a possibilidade da utilização da temperatura de 40 a 45°C. Mais recentemente, o teste vem sendo realizado com a temperatura de 41°C. Em condições brasileiras, o teste de envelhecimento acelerado tem sido estudado principalmente em grandes culturas, plantas forrageiras e hortaliças, sendo ainda restrito o seu uso em espécies florestais (BALISTIERO et al., 1980; AGUIAR et al., 1987; VALENTINI & PIÑA-RODRIGUES, 1995).

Diversos fatores afetam o comportamento das sementes durante o teste, como: tamanho das sementes, teor inicial de água, disposição das sementes às condições de envelhecimento, interação da temperatura com o período de exposição, abertura da “câmara” durante o teste, tamanho da amostra e genótipo (MARCOS FILHO, 1999a).

BORGES et al. (1990) submeteram sementes de *Cedrela fissilis* (cedro) ao envelhecimento a 40 e 50°C, por até 96 horas, e verificaram que a 40°C não houve grandes variações na germinação e nem nos níveis de carboidratos, lipídios e liberação de exsudados, porém a 50°C, estas características foram significativamente alteradas, a exceção do teor de lipídios.

PIZETTA et al. (2001) submeteram sementes de *Poecilanthe parviflora* (coração-de-negro) a até 120 horas de envelhecimento, a 42°C, e observaram que estes períodos não foram suficientes para provocar alterações na germinação de sementes desta espécie.

ARAÚJO NETO (2001), trabalhando com *Acacia polyphlla* (monjoleiro), verificou redução significativa da qualidade fisiológica das sementes com a sua exposição por 48 horas, a 41°C.

GONÇALVES (2003), trabalhando com sementes escarificadas de *Guazuma ulmifolia* (mutamba), recomendou que o teste de envelhecimento acelerado de sementes desta espécie pode ser realizado a 41°C, por pelo menos 120 horas, ou a 45°C, por 96 horas.

Conforme comentaram VALENTINI & PIÑA-RODRIGUES (1995) e, diante do exposto, pode-se considerar que o uso de envelhecimento acelerado com espécies florestais, principalmente nativas, com metodologia conhecida, ainda é pequeno.

Com relação às espécies nativas, muitos trabalhos de pesquisa são necessários, tendo em vista o grande número de espécies e as características e exigências peculiares a cada uma (AGUIAR, 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção das Sementes e Locais de Realização dos Experimentos

O presente trabalho foi desenvolvido usando sementes de coração-de-negro, *Poecilanthe parviflora* Benthham (Fabaceae - Faboideae), provenientes de três localidades:

- a) Usina São Martinho (USM), no município de Pradópolis, SP, onde se fizeram duas colheitas (1ª colheita no dia 02/04/2005, em 2 matrizes, lote denominado de USM1; 2ª colheita no dia 06/05/2005, em 5 matrizes, lote denominado de USM2);
- b) Câmpus da UNESP em Jaboticabal, lote denominado de JABOTICABAL;
- c) Vale do Paraíba, sementes adquiridas na SEMEX em São Paulo, lote denominado de SEMEX.

O beneficiamento constou da abertura dos frutos para obtenção das sementes, eliminação de sementes mal formadas e chochas. As sementes destes quatro lotes foram classificadas de acordo com a cor em claras (CL) e escuras (ESC), formando assim, oito lotes de sementes: USM1-ESC, USM1-CL, USM2-ESC, USM2-CL, JABOTICABAL-ESC, JABOTICABAL-CL, SEMEX-ESC e SEMEX-CL. Após o beneficiamento, as sementes foram acondicionadas em sacos de plástico e armazenadas em câmara fria ($7 \pm 3^{\circ}\text{C}$; $65 \pm 5\%$ UR) até início de cada experimento, que ocorreu entre os meses de maio de 2005 e janeiro de 2006.

A caracterização biométrica e os testes de germinação e vigor foram conduzidos no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas e Florestais do Departamento de Produção Vegetal e os estudos morfológicos de sementes e plântulas no Laboratório de Morfologia Vegetal do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, ambos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista/Unesp, município de Jaboticabal, São Paulo.

3.2. Morfologia de Sementes e Plântulas

Para o estudo da morfologia das sementes e plântulas foram utilizadas sementes do lote USM2-CL, por ter apresentado maior quantidade de sementes e boa aparência do mesmo.

Foram realizados cortes longitudinais com lâmina de barbear para a descrição morfológica interna das sementes e estas foram observadas em esteriomicroscópio e esquematizadas com auxílio de câmara clara, verificando-se assim, o tipo do tecido de reserva, posição e forma do eixo embrionário e cotilédones.

Para a descrição do processo de germinação e morfologia da plântula, foram semeadas quatro repetições de seis sementes em caixas de plástico tipo “gerbox”, tendo como substrato areia lavada, e mantidas em laboratório. A cada dois dias foram retiradas plântulas representativas de cada fase de desenvolvimento que foram colocadas em solução de álcool 70% para conservação, sendo posteriormente desenhadas com auxílio de câmara clara, acoplada a uma lupa com aumento de 8X. A caracterização morfológica das sementes e plântulas foi realizada conforme DAMIÃO FILHO (1993) e DAMIÃO FILHO & MÔRO (2001).

3.2. Biometria das Sementes

Para as avaliações biométricas, foram utilizadas 100 sementes do lote USM2-CL. Mediu-se o comprimento, largura e espessura, utilizando-se paquímetro digital marca Mitutoyo, com precisão de 0,1 mm. Foram calculadas as médias, os desvios-padrões e os coeficientes de variação para cada característica. Estimou-se, também, o número de sementes por quilograma através do peso de oito repetições de 100 sementes, do lote USM2-ESC, em balança analítica marca Marte modelo AL 200.

3.4. Determinação do Teor de Água

Foi efetuado pelo método estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram utilizadas duas amostras de 10 sementes para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote.

3.5. Teste de Germinação

Foram realizados dois experimentos paralelos utilizando 100 sementes (quatro repetições de 25 sementes) de cada lote, distribuídas em caixas de plástico tipo “gerbox” contendo como substrato papel de filtro umedecido com quantidade de água 2,5 vezes o peso do papel, de acordo com a Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

No experimento 1 foi utilizado o lote JABOTICABAL que foi submetido a germinação em diferentes temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C e alternadas de 20-30, 25-35 e $20-35^{\circ}\text{C}$, totalizando 10 tratamentos. No experimento 2 foram utilizados os lotes denominados de USM, SEMEX e JABOTICABAL que foram submetidos a temperatura constante de 25°C e à temperatura alternada de 20- 30°C , com fotoperíodo de 12 horas, totalizando seis tratamentos. No caso das temperaturas alternadas, o período luminoso correspondeu à temperatura mais elevada. Nos dois experimentos, a duração do teste foi de 21 dias.

O número de sementes germinadas foi avaliado, em dias alternados, adotando-se o critério da protrusão da raiz primária (maior que 0,5 cm). Ao final do experimento foram avaliados a porcentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme MAGUIRE (1962):

$$\text{IVG} = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}, \text{ sendo:}$$

G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Determinou-se o comprimento total de plântula, utilizando-se das plântulas normais em cada lote e repetição, computando-se, também, o número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em cm/plântula, com duas casas decimais. Também foi determinada a massa fresca e seca das plântulas normais, as quais foram colocadas em sacos de papel e pesadas descontando o peso da embalagem, para determinar a matéria fresca e, posteriormente, levadas para secar em estufa com circulação de ar aquecido (60 °C), por 24 horas. Após esse período as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador, sendo então pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, determinando-se a matéria seca total das plântulas normais componentes, resultando no valor médio da matéria seca por plântula, expresso em g/plântula.

Para o experimento 1 foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos (10 temperaturas para o lote JABOTICABAL) e quatro repetições de 25 sementes por tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Adicionalmente, usando-se apenas os dados relativos às temperaturas constantes, procedeu-se ao ajuste de regressão polinomial de até 3º grau para o estudo das temperaturas cardeais do processo germinativo. Para o experimento 2 também foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3x2 (3 lotes e 2 temperaturas), totalizando 6 tratamentos, sendo as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3.6. Teste de Tetrazólio

Sementes dos lotes USM2-CL e do lote SEMEX-ESC (100 sementes de cada lote) foram submetidas à embebição em rolos de papel umedecidos (4 vezes o peso do papel, quantidade esta necessária ao umedecimento do papel) e mantidas em germinador a 25°C, por 42 horas (período que permitiu facilidade de corte). Após a

embebição, as sementes tiveram seu tegumento retirado e foram submetidas a diferentes concentrações da solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio (pH 6,5 a 7,0) em copos de plástico de 50 mL com quantidades da solução suficiente para cobrir as sementes. As concentrações avaliadas foram 0,05, 0,075 e 0,1% por 1, 2 e 3 horas de incubação a 35°C, em câmaras tipo B.O.D, na ausência de luz, totalizando 18 tratamentos. Foram utilizadas duas repetições de 10 sementes por tratamento.

Após cada período de embebição na solução de tetrazólio, as soluções foram drenadas e as sementes lavadas em água destilada. Posteriormente as sementes foram submetidas a corte longitudinal para separação dos cotilédones e permaneceram umedecidas, envoltas em papel molhado, para que não houvesse o ressecamento das mesmas. Para facilitar a interpretação e a visualização de todos os detalhes utilizou-se uma lupa de mesa de seis aumentos (6X), com lâmpada fluorescente. Observando-se, uma a uma, as sementes que foram coloridas foi possível caracterizar os níveis de viabilidade através da visualização do dano e das condições físicas das estruturas embrionárias. De acordo com os critérios estabelecidos para o teste de tetrazólio (DELOUCHE et al., 1976; BHÉRING et al., 1996; FRANÇA NETO, 1999) observou-se a diferenciação das cores dos tecidos: vermelho brilhante ou rosa (tecido vivo e vigoroso); vermelho-carmim forte (tecido em deterioração) e branco leitoso ou amarelado (tecido morto). A definição da melhor preparação e condições de coloração baseou-se nos aspectos do tecido e na intensidade e uniformidade de coloração (FRANÇA NETO, 1999), adotando-se como referência os resultados do teste de germinação.

3.7. Teste de Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica foi avaliada nos lotes USM1-ESC, USM1-CL, USM2-ESC, USM2-CL, JABOTICABAL-ESC, JABOTICABAL-CL e SEMEX-ESC usando-se quatro sub-amostras (repetição) de 10 sementes as quais foram pesadas com precisão de 0,001g e, a seguir, colocadas em copos de plástico com capacidade para 200 mL, contendo 75 mL de água deionizada (condutividade elétrica de 3 $\mu\text{S cm}^{-1}$) e deixadas para embeber por 24, 48, 72, 96 e 120 horas, em germinadores com temperatura de

25°C. Após cada período realizou-se, imediatamente, a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição, agitando-se levemente a mesma, utilizando-se um condutímetro marca Marconi, modelo CA 150. O resultado da leitura foi dividido pela massa (g) da respectiva subamostra, resultando em um valor expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes. Antes da instalação do teste, determinou-se o teor de água (2 repetições de 10 sementes), conforme o item 3.4. e instalado o teste de germinação (quatro repetições de 20 sementes por tratamento) em que a protrusão da raiz primária ($> 0,5 \text{ cm}$) foi adotada como critério para considerar a semente germinada; determinando-se os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas para tempo de embebição. As parcelas foram representadas pelos diferentes lotes e as sub-parcelas pelos períodos de embebição, totalizando 35 tratamentos (7 lotes e 5 períodos de embebição), com quatro repetições de 10 sementes. As médias de condutividade elétrica entre os lotes foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e a evolução dos valores de condutividade elétrica com os períodos de embebição foram submetidas a análise de regressão polinomial.

3.8. Teste de Envelhecimento Acelerado

Neste experimento foram utilizadas sementes dos seguintes lotes: USM1-ESC, USM1-CL, USM2-ESC, USM2-CL, JABOTICABAL-ESC, JABOTICABAL-CL e SEMEX-ESC. As sementes de cada um dos lotes foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado (EA) por 72 horas, na temperatura de 42°C. Foram utilizadas caixas transparentes de plástico (“gerbox”) com 11 x 11 x 3 cm, com tampa, adaptadas como mini-câmaras, dentro das quais foram acondicionado 40 mL de água destilada. Acima da lâmina d’água, foi colocada uma tela de aço inox sustentada por quatro calços (ou ressaltos) internos, situados à meia altura de cada um dos cantos da caixa. Sobre estas

telas, em cada “gerbox”, foram colocadas 60 sementes, utilizando assim, dois “gerbox” por lote, num total de 120 sementes por lote.

Após o período de envelhecimento, os “gerbox” foram retirados do germinador, para montagem dos ensaios de germinação e para determinação do teor de água. Para determinação do teor de água foram utilizadas duas amostras de 10 sementes para cada lote, conforme procedimentos já descritos. Para o teste de germinação utilizaram quatro repetições de 20 sementes de cada lote, distribuídas em caixas de plástico tipo “gerbox” contendo como substrato papel de filtro umedecido com quantidade de água 2,5 vezes o peso do papel. O número de sementes germinadas foi avaliado, em dias alternados, adotando-se o critério da protrusão da raiz primária (maior que 0,5 cm). Ao final do experimento foram avaliados a porcentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG) conforme MAGUIRE (1962).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos (7 lotes), e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biometria e Descrição Morfológica de Sementes e Plântulas

As sementes do lote USM2-CL apresentaram em média 15,80 mm de comprimento; 14,13 mm de largura e 3,19 mm de espessura. Na Figura 1 são apresentados histogramas de frequência de ocorrência de sementes quanto ao comprimento, largura e espessura, em cinco classes formadas a partir da amplitude de variação individual destas características em 100 sementes. Para o comprimento, a maioria das sementes pertence à classe de frequência de 14,90 a 16,43 mm com 66% das sementes nesta faixa. Para largura, a maioria das sementes pertence à classe de frequência de 13,60 a 14,66 mm com 41% das sementes nesta faixa. Para espessura, a maioria das sementes pertence à classe de frequência 2,89 a 3,20 mm com 44% das sementes nesta faixa. O desvio padrão para comprimento, largura e espessura foram respectivamente 0,8545, 1,0522 e 0,2928. O coeficiente de variação foi de 5,40% para o comprimento, 7,44% para largura e 9,18% para espessura. O peso médio de 1000 sementes foi de 416,82 g, correspondendo a 2.399 sementes por quilograma ou 0,42 g por semente. Entre as repetições, para determinação do peso das sementes, o desvio padrão foi de 0,7887 e o coeficiente de variação de 1,89%, o que indicou pouca variação entre as sementes. A pouca variação entre as sementes pode ser explicada devido as sementes serem de um mesmo lote, provenientes de matrizes próximas. De acordo com PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993), o tamanho e peso das sementes de determinada espécie são características extremamente plásticas, alterando-se de local para local, de ano para ano e entre e dentro de indivíduos. Teria sido interessante ter determinado essas características em sementes de diferentes lotes.

As sementes de *Poecilanthe parviflora* são exalbuminosas e glabras, a coloração da testa varia de alaranjada a preta, de textura coriácea e lisa. O formato das sementes é circular e chata (Figura 2 e 3A). A micrópila é inconspícua e o hilo elíptico e heterocromo (Figura 3B).

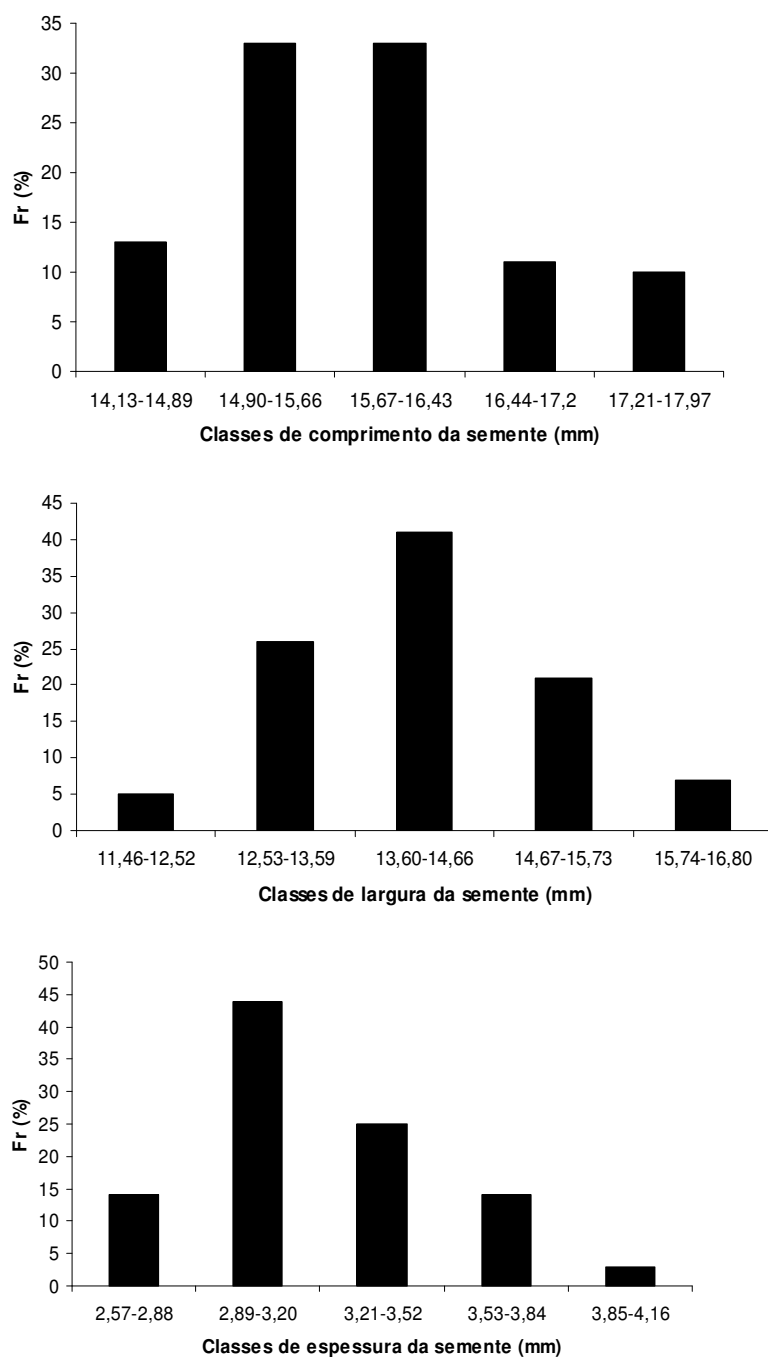


Figura 1. Distribuição da frequência relativa (Fr) do comprimento, largura e espessura de sementes de *Poecilanthe parviflora*.



Figura 2. Aspectos gerais da semente de *Poecilanthe parviflora*.

O embrião é cotiledonar, no qual se distingue, perfeitamente, o eixo hipocótilo-radícula e os cotilédones, de coloração clara a amarelada. O eixo embrionário é basal. Os cotilédones são oblongos a elíticos, plano-convexos, crassos, dispostos paralelamente ao eixo embrionário que é curto e oculto entre os cotilédones, na parte interna (Figuras 3C e 3D).

A germinação é hipógea (Figura 4), tendo início a partir do quinto dia, quando ocorre a protrusão da raiz primária que se apresenta glabra, cilíndrica e de coloração branca. Com o desenvolvimento pode-se perceber a formação de primórdios de raízes secundárias. O coleto é definido pela diferença de coloração entre a raiz primária e o hipocótilo; é cilíndrico, levemente curvo, glabro, de coloração verde-claro. Com o desenvolvimento do epicótilo, também verde-claro, a plúmula é posta para fora do substrato. A plúmula é esverdeada dando início ao crescimento das folhas primárias que originarão os nomófilos simples, com pecíolos curtos, limbo de forma elíptica, margem lisa e venação reticulada, com nervura principal bem evidente em ambas as faces. Na Figura 5 podem ser observados aspectos de uma muda de *Poecilanthe parviflora*, com cinco meses de idade.

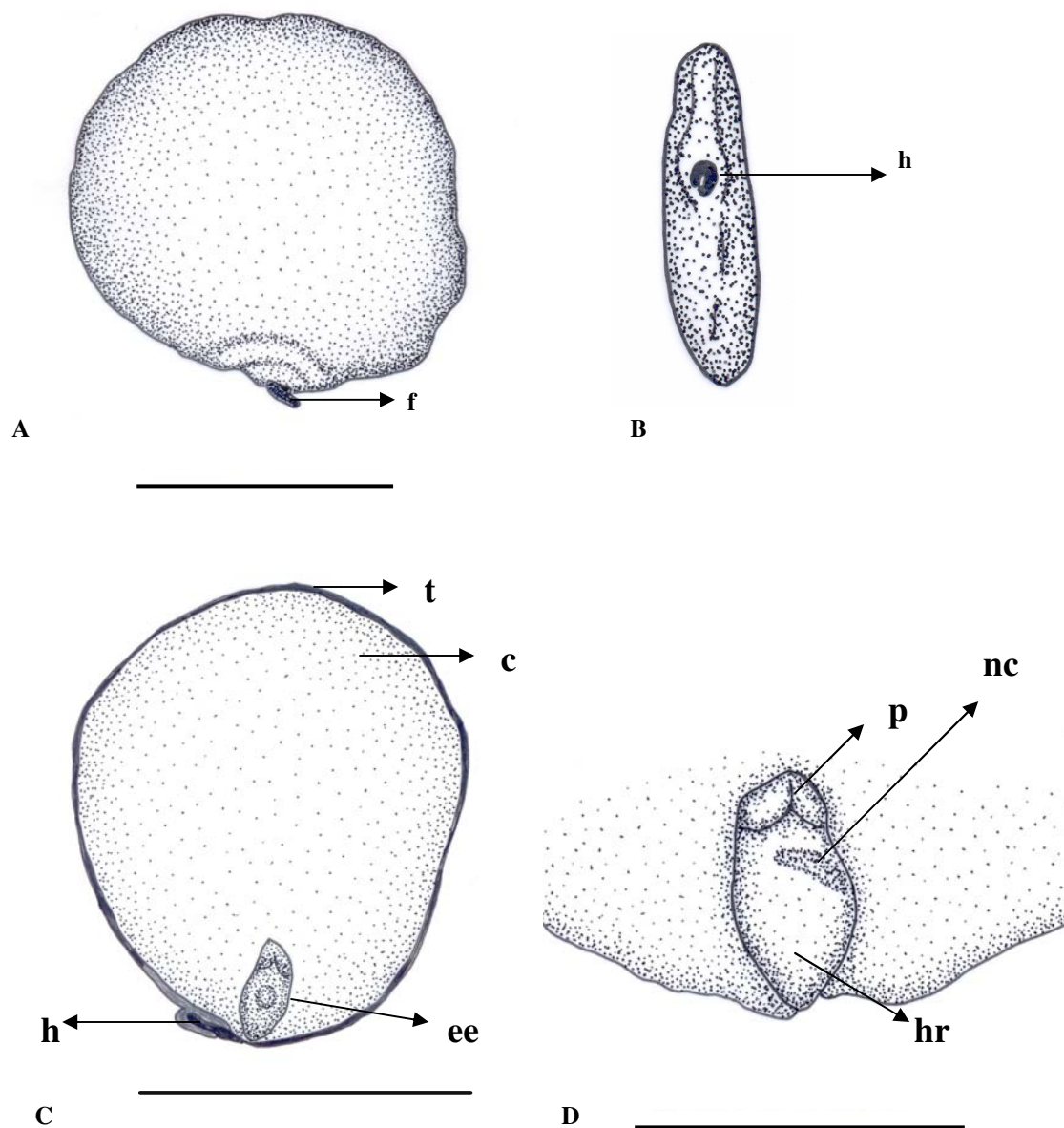


Figura 3. A. Aspectos externos da semente de *Poecilanthe parviflora* Benth. (f. resquícios do funículo). B. Vista frontal da região do hilo (h. hilo). C. Aspectos internos da semente (t. tegumento, c. cotilédone, h. hilo, ee. eixo embrionário) D. Detalhe do eixo embrionário (p. plúmula, nc. nó cotiledonar, hr. eixo hipocótilo-radícula). Barra = 1cm.

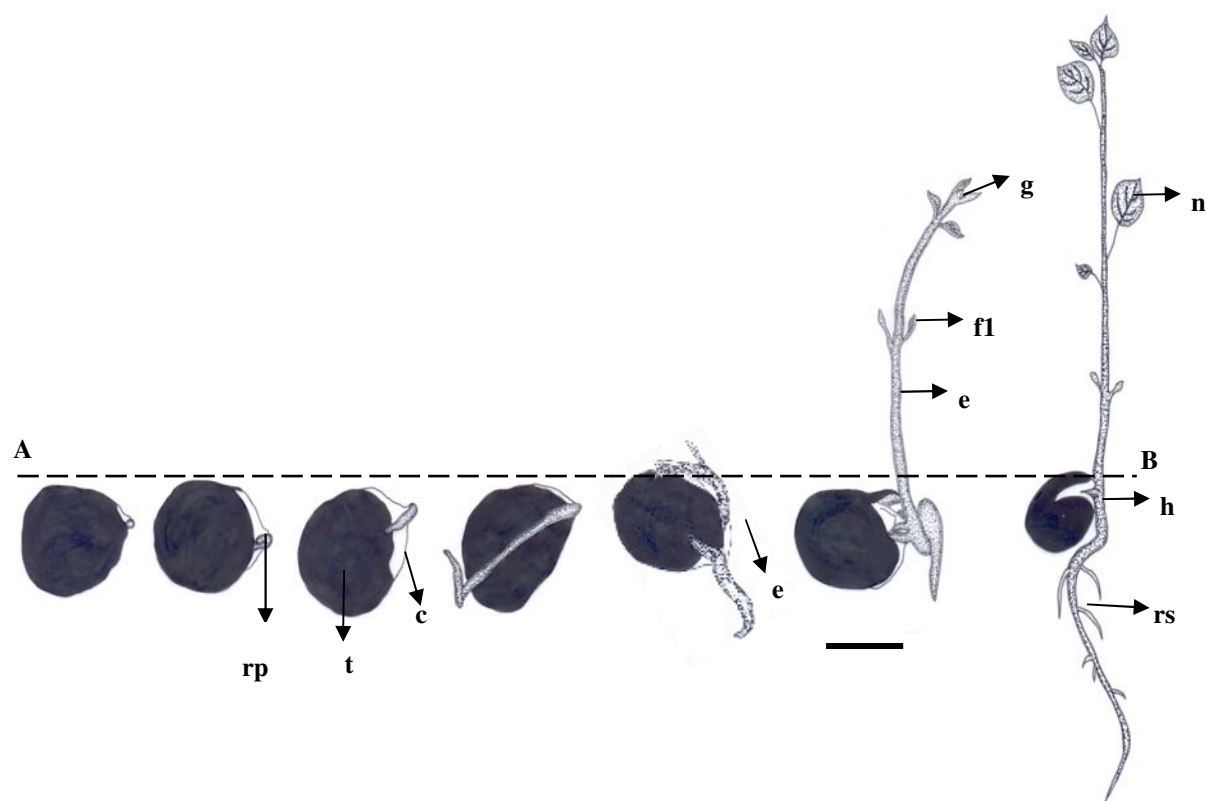


Figura 4. Seqüência da germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora*. rp = raiz primária; t = tegumento; c= cotilédone; e = epicótilo; f1 = eófilo; g = gema apical; rs = raiz secundária; h = hipocótilo; n = nomófilo; AB = nível do substrato. Barra = 1cm.

NASCIMENTO & DAMIÃO FILHO (1998) descreveram os aspectos da morfologia das sementes e plântulas de *Genipa americana* L. FERREIRA et al. (2001) descreveram e ilustraram os aspectos externos e internos da semente, e as fases de germinação e de plântula de *Qualea grandiflora*. CUNHA & FERREIRA (2003) descreveram e ilustraram os aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis*. ARAÚJO et al. (2004) descreveram os caracteres morfológicos dos frutos, sementes e plântulas bem como o processo germinativo de *Sesbania virgata*. ABREU et al. (2005) estudaram a germinação e descreveram a morfologia de sementes e frutos de *Allophylus edulis*. Trabalhos de

descrição morfológica de sementes e plântulas são importantes pois facilitam a identificação e reconhecimento de espécies em bancos de sementes e de plântulas e auxiliam na interpretação do teste de germinação e de tetrazólio, dentre outros.



Figura 5. Aspectos de uma muda de *Poecilanthe parviflora*, com 5 meses de idade, cultivada em substrato, a pleno sol.

4.2. Teste de Germinação

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise de variância para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, a partir do critério da protrusão da raiz primária, porcentagem de plântulas normais, comprimento de plântula, massa fresca e massa seca de plântulas obtidas de sementes de *Poecilanthe parviflora* (lote JABOTICABAL), submetidas à germinação, em diferentes temperaturas. Pode-se

constatar que as temperaturas influenciaram significativamente, ao nível de 1% de probabilidade, todas as características avaliadas. Os coeficientes de variação experimental (CV) foram relativamente altos, variando de 22,24% para MS a 39,31% para PN, indicando alta variabilidade, o que é normal para sementes de espécies arbóreas nativas, mesmo em condições de ambiente controlado.

TABELA 1. Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) e médias de germinação (G, %), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN, %) e comprimento (CP, cm), massa fresca (MF, g/plântula) e massa seca de plântulas (MS, g/plântula), obtidas de sementes de *Poecilanthe parviflora* (lote JABOTICABAL), submetidas à germinação em diferentes temperaturas.

Fontes de variação	Quadrados Médios						
	GL	G	IVG	PN	CP	MF	MS
Temperatura	9	2487,289**	2,7694**	1742,267**	42,2952**	0,2178**	0,0826**
Erro	30	70,3999	0,1125	86,8	1,5938	0,01199	0,002
Média		35	1,077	24	4,5245	0,3209	0,2019
CV %		23,7	31,16	39,31	27,9	34,11	22,24

Médias						
Temperatura	G	IVG	PN	CP	MF	MS
10°C	0 c	0,000 c	0 d	0,00 c	0,000 c	0,000 c
15°C	1 c	0,012 c	0 d	0,00 c	0,000 c	0,000c
20°C	53 a	1,037 b	15 c	5,69 b	0,449 a	0,269 a
25°C	62 a	1,962 a	55 a	7,68 a	0,526 a	0,331 a
30°C	50 b	2,068 a	43 a	6,37 b	0,498 a	0,309 a
35°C	44 b	1,367 b	28 b	6,27 b	0,431 a	0,278 a
40°C	0 c	0,000 c	0 d	0,00 c	0,000 c	0,000 c
20-30°C	42 b	0,995 b	37 b	7,49 a	0,511 a	0,309 a
25-35°C	57 a	2,004 a	46 a	7,20 a	0,522 a	0,318 a
20-35°C	45 b	0,995 b	13 c	4,54 b	0,272 b	0,204 b

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

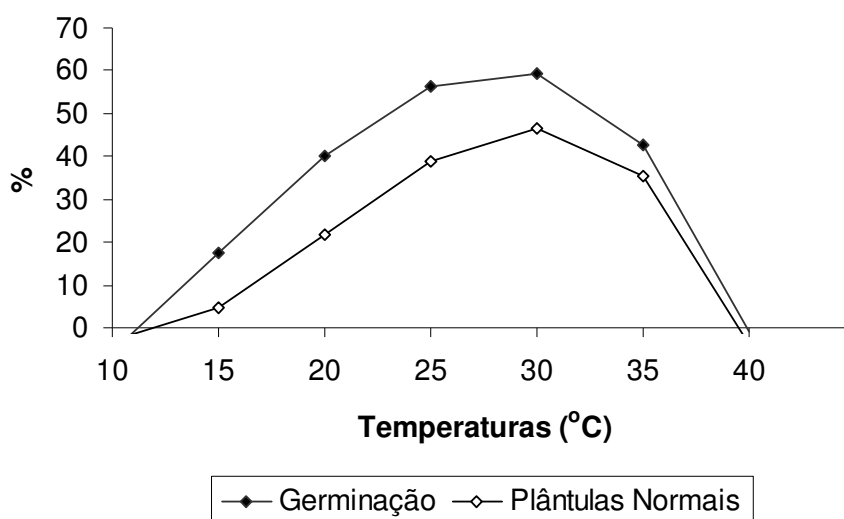
Nas temperaturas de 10 e 40°C não houve germinação. Na temperatura de 15°C observou-se pequena porcentagem de sementes com protrusão de raiz primária, não havendo, contudo, o desenvolvimento de plântulas normais. Nas demais temperaturas, a germinação ocorreu normalmente, sendo que as mais adequadas para a germinação foram as temperaturas constantes de 20 e 25°C e a temperatura alternada de 25-35°C.

O IVG e a porcentagem de PN apresentaram os maiores valores nas temperaturas constantes de 25 e 30°C e na temperatura alternada de 25-35°C. Para MF e MS de plântulas os maiores valores foram verificados nas temperaturas de 20, 25, 30, 35, 20-30 e 25-35°C. Para estas duas características (MF e MS) verifica-se ampla faixa de temperatura em que os resultados foram satisfatórios, o que pode ser explicado pela competição entre plântulas nos “gerbox”. Mesmo nos lotes que apresentaram menores porcentagens de plântulas normais, estas se desenvolveram atingindo mais massa fresca e seca de plântulas por estarem sujeitas a uma menor competição entre elas. Esta competição poderia ser por espaço, água e luz. À semelhança do IVG, a massa seca de plântulas presta-se para comparar adequadamente o vigor de lotes com germinação semelhante. Lotes com menor germinação tendem a apresentar maiores valores de massa seca de plântulas que lotes com germinação maior, talvez por usufruírem de maior espaço nas caixas de germinação (NAKAGAWA, 1999).

BORGES & RENA (1993) citam que a faixa de temperatura entre 20 e 30 °C é adequada à germinação da maioria das espécies tropicais. Acrescentam, ainda, que determinadas espécies, notadamente, as pertencentes aos estágios iniciais da sucessão secundária germinam melhor sob temperaturas alternadas.

Pela Figura 6 verifica-se que a curva para plântulas normais apresenta valores sempre abaixo dos valores apresentados pela curva de germinação, o que é normal, pois nem toda semente germinada produz plântula normal.

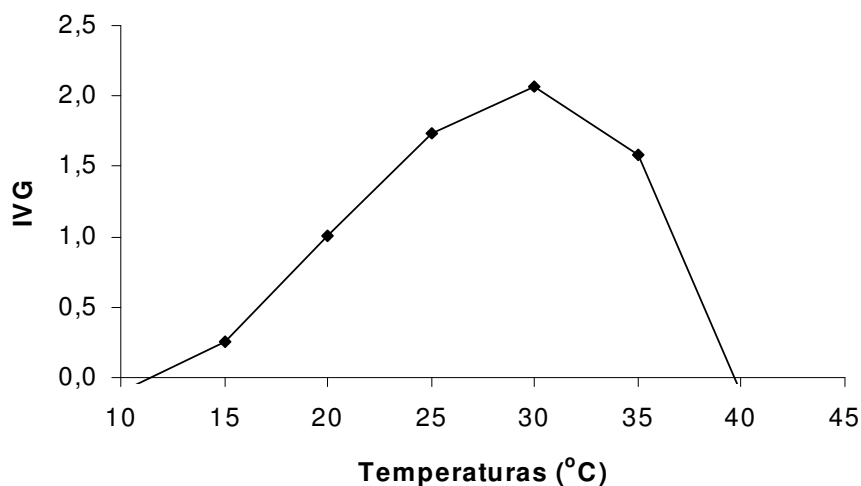
Pelas Figuras 6 a 9 pode-se determinar que as temperaturas ótima, máxima e mínima foram, respectivamente, de 28,45°C, 39,92°C e 11,26°C, para a protrusão da raiz primária; de 29,96°C, 39,66°C e 12,97°C, para a produção de plântulas normais; de 29,94°C, 39,8°C e 12,47°C, para o índice de velocidade de germinação; de 29,4°C, 39,99°C e 11,58°C, para o comprimento de plântula; de 29,1°C, 39,95°C e 11,47°C, para matéria fresca e de 29,3°C, 39,98°C e 11,54 °C, para matéria seca de plântula.



$$G = -24,07143 - 1,256349 X + 0,401428 X^2 - 88,88889 X^3 \quad R^2 = 0,88 \quad (F = 24,35^{**})$$

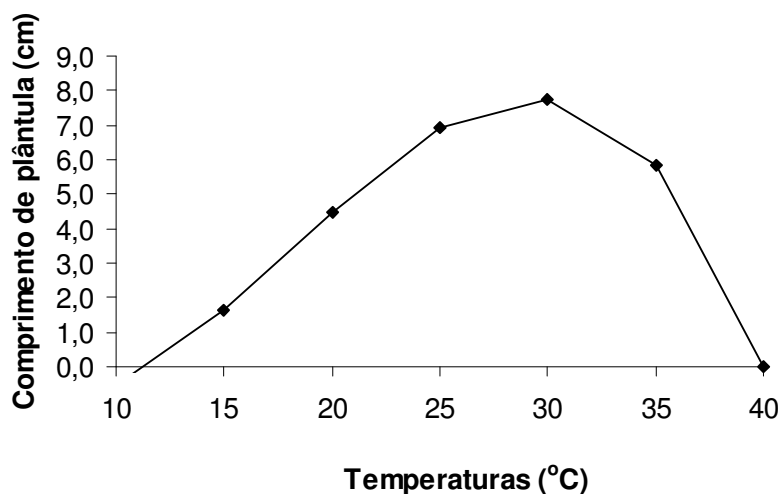
$$PN = 46,64286 - 11,1746 X + 0,7457143 X^2 - 1,244444 X^3 \quad R^2 = 0,86 \quad (F = 40,20^{**})$$

FIGURA 6. Porcentagem de germinação e de plântulas normais obtidas de sementes de *Poecilanthe parviflora*, provenientes do lote JABOTICABAL submetidas ao teste de germinação em diferentes temperaturas.



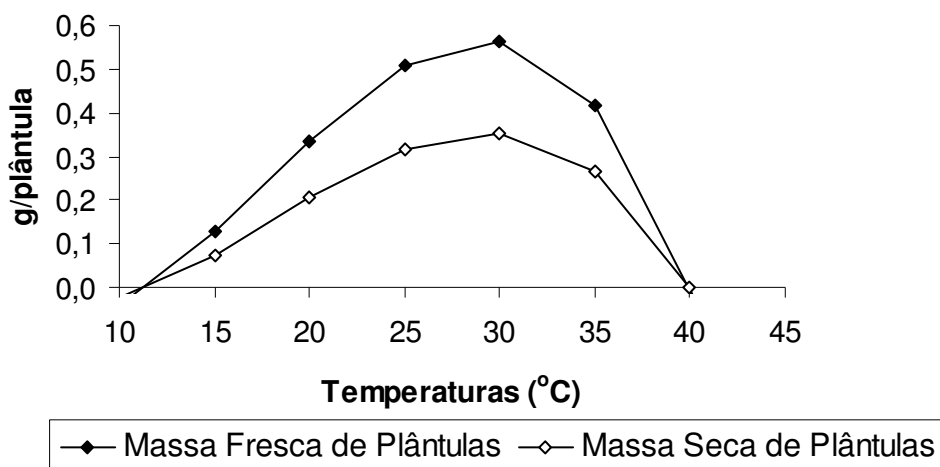
$$IVG = 1,924750 - 0,4656700 X + 3,158000 X^2 - 530,0556 X^3 \quad R^2 = 0,96 \quad (F = 41,45^{**})$$

FIGURA 7. Índice de velocidade de germinação (IVG) obtido de sementes de *Poecilanthe parviflora*, provenientes do lote JABOTICABAL, submetidas ao teste de germinação em diferentes temperaturas.



$$CP = 2,03232 - 0,942688 X + 8,418095 X^2 - 15,47222 X^3 \quad R^2 = 0,91 \quad (F = 86,52^{**})$$

FIGURA 8. Comprimento de plântula (cm) obtido de sementes de *Poecilanthe parviflora*, provenientes do lote JABOTICABAL, submetidas ao teste de germinação em diferentes temperaturas.



$$MF = 7,250000 - 5,702440 X + 56,43929 X^2 - 106,666 X^3 \quad R^2 = 0,91 \quad (F = 16,45^{**})$$

$$MS = 9,369643 - 4,307083 X + 38,43929 X^2 - 7066,66 X^3 \quad R^2 = 0,92 \quad (F = 1030,18^{**})$$

FIGURA 9. Massa fresca e massa seca de plântulas (g/plântula) obtidas de sementes de *Poecilanthe parviflora*, provenientes do lote JABOTICABAL, submetidas ao teste de germinação em diferentes temperaturas.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise de variância para os três lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* submetidos a germinação a 25°C e 20-30°C. Houve diferença significativa entre os lotes estudados para todos os caracteres avaliados e efeito significativo de temperatura sobre G, IVG e PN. A interação lote x temperatura foi significativa apenas para germinação (G).

O coeficiente de variação variou de 5,09 para MS a 15,66% para o IVG, valores normais para as variáveis estudadas. O lote denominado USM apresentou as maiores médias para todos os caracteres avaliados, seguido pelo lote SEMEX e, por último, pelo lote JABOTICABAL que apresentou as menores médias.

A temperatura de 25°C proporcionou maiores valores de G, IVG e PN, comparativamente à temperatura alternada de 20-30°C. Para CP, MF e MS não houve diferença entre médias nas duas temperaturas estudadas.

TABELA 2. Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) e médias de germinação (G, %), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN, %) e comprimento (CP, cm), massa fresca (MF, g/plântula) e seca de plântulas (MS, g/plântula) obtidas de sementes de *Poecilanthe parviflora*, provenientes de três lotes, submetidas à germinação em duas temperaturas.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		G	IVG	PN	CP	MF	MS
Lote (L)	2	3764,667**	4,8267**	3794,00**	14,8393**	0,7609**	0,0360**
Temperatura (T)	1	240,667**	7,0092**	486,00*	0,1066 ^{ns}	0,0168 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
L x T	2	280,667**	0,0969 ^{ns}	122,00 ^{ns}	0,1788 ^{ns}	0,0110 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
Erro	18	46,444	0,1236	73,55	0,8905	0,0093	0,0003
Média		71,83	2,2453	64,5	8,845	0,8024	0,3782
CV %		9,48	15,66	13,29	10,67	12,07	5,09
Lotes		Médias					
JABOTICABAL		52 c	1,4786 c	46 c	7,585 c	0,5190 c	0,3201 c
USM		95 a	3,0317 a	88 a	10,29 a	1,1308 a	0,4517 a
SEMEX		69 b	2,2256 b	59 b	8,66 b	0,7573 b	0,3628 b
25°C		75 A	2,7857 A	69 A	8,7783 A	0,7759 A	0,3811 A
20-30°C		69 B	1,7049 B	60 B	8,9116 A	0,8289 A	0,3753 A

**Valor significativo pelo teste F ($P \leq 0,01$).

*Valor significativo pelo teste F ($P \leq 0,05$).

^{ns}Valor não significativo pelo teste F ($P > 0,05$).

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula para lotes e maiúscula para temperaturas, não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Pela Tabela 3, observa-se que a 20-30°C, houve a separação dos três lotes em três classes de vigor (USM de melhor qualidade, SEMEX de qualidade intermediária e JABOTICABAL de qualidade inferior) e a temperatura 25°C separou os lotes em duas classes (USM de melhor qualidade e SEMEX e JABOTICABAL de qualidade inferior). A temperatura mais indicada para o processo germinativo é a temperatura constante de 25°C, pois nesta temperatura o lote de pior qualidade (JABOTICABAL) apresentou melhor resultado (62% de germinação). O lote de melhor qualidade fisiológica (USM) apresentou o mesmo desempenho (95% de germinação) nas duas temperaturas estudadas (25°C e 20-30°C), comprovando a qualidade superior deste lote, pois, lotes de sementes de melhor qualidade são menos exigentes em relação ao fator temperatura. O lote JABOTICABAL apresentou a menor porcentagem de germinação (42%) na temperatura alternada de 20-30°C. Este lote apresentou seu melhor desempenho na temperatura de 25°C, com 62% de germinação, o que caracteriza a preferência deste lote pela temperatura ótima. Lotes de qualidade inferior são mais exigentes quanto ao fator temperatura. Fica evidente que 25°C é a temperatura ótima para *Poecilanthe parviflora*. O efeito mais benéfico da temperatura constante do que das alternadas seria uma indicação de tratar-se de uma espécie não pertencente aos estágios iniciais da sucessão secundária. Os outros lotes (USM e SEMEX) não apresentaram diferença significativa, quanto às médias, dentro de cada temperatura.

TABELA 3. Desdobramento da interação Lote X Temperatura para germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora*, provenientes de três lotes submetidos à germinação em duas temperaturas.

Lotes	Temperaturas (°C)	
	25°C	20-30°C
JABOTICABAL	62 A b	42 B c
USM	95 A a	95 A a
SEMEX	68 A b	69 A b

Médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

SANTOS & AGUIAR (2000) estudando a germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* constataram que a germinação foi máxima aos 14 dias, em temperatura alternada (20-30°C). Em temperatura constante de 25°C, a germinação aumentou gradativamente e atingiu o valor máximo apenas aos 28 dias após a semeadura. KRAEMER et al. (2000) estudando a germinação de sementes de *Tibouchina urvilleana* constataram maior velocidade e homogeneidade das sementes para germinar a 25°C, diminuindo nas temperaturas acima e abaixo desta; sob 10°C, não ocorreu germinação. ALVES et al. (2002) relatam que a temperatura de 25°C mostrou-se mais adequada para a condução do teste de germinação em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*, independentemente do substrato utilizado. ARAÚJO NETO et al. (2003) constataram que a temperatura constante de 25°C foi a mais adequada para a germinação das sementes de *Acacia polyphylla*.

4.3. Teste de Tetrazólio

Na Figura 10 estão ilustrados os diferentes padrões de coloração obtidos pelas sementes, conforme as condições de preparo e de coloração a que foram submetidas. As sementes passaram por uma pré-embebição; tiveram seu tegumento retirado; foram imersas na solução de tetrazólio; sofreram corte longitudinal na região de separação dos cotilédones e, então, realizadas as observações. Com uma hora de embebição na solução de tetrazólio, independente da concentração utilizada, apresentaram coloração fraca ou insatisfatória (sem coloração), tanto externa quanto internamente. Com duas horas de embebição apresentaram coloração adequada ou satisfatória, permitindo a diferenciação dos tecidos, principalmente nas concentrações elevadas e com três horas de embebição, coloração intensa (vermelho), principalmente, externamente.

A Tabela 4 apresenta um resumo geral das condições de coloração a que foram submetidas as sementes durante o desenvolvimento do teste de tetrazólio. Observa-se que as sementes embebidas por uma hora a 35°C, com retirada do tegumento, independente da concentração da solução de tetrazólio, apresentaram coloração fraca tanto externa quanto internamente para os dois lotes de sementes utilizados (USM2-CL

e SEMEX-ESC). Para o período de duas horas de embebição, o lote USM2-CL apresentou coloração adequada tanto externa quanto internamente, nas três concentrações utilizadas. Então, para este lote fica a recomendação de duas horas de embebição na concentração de 0,05%, atingindo os objetivos de custo e rapidez. Já para o lote SEMEX-ESC este tempo de embebição só forneceu coloração adequada quando se utilizou a maior concentração do sal (0,1%). Para o período de três horas de embebição, o lote SEMEX-ESC apresentou coloração intensa na maior concentração utilizada (0,1%) e coloração adequada nas outras duas concentrações (0,075 e 0,05%). Para este lote (SEMEX-ESC) a recomendação econômica e viável seria utilizar o sal na concentração de 0,05% utilizando o período de embebição de três horas. As sementes do lote USM2-CL apresentaram coloração intensa, nas três concentrações utilizadas, quando o período de embebição foi de três horas.

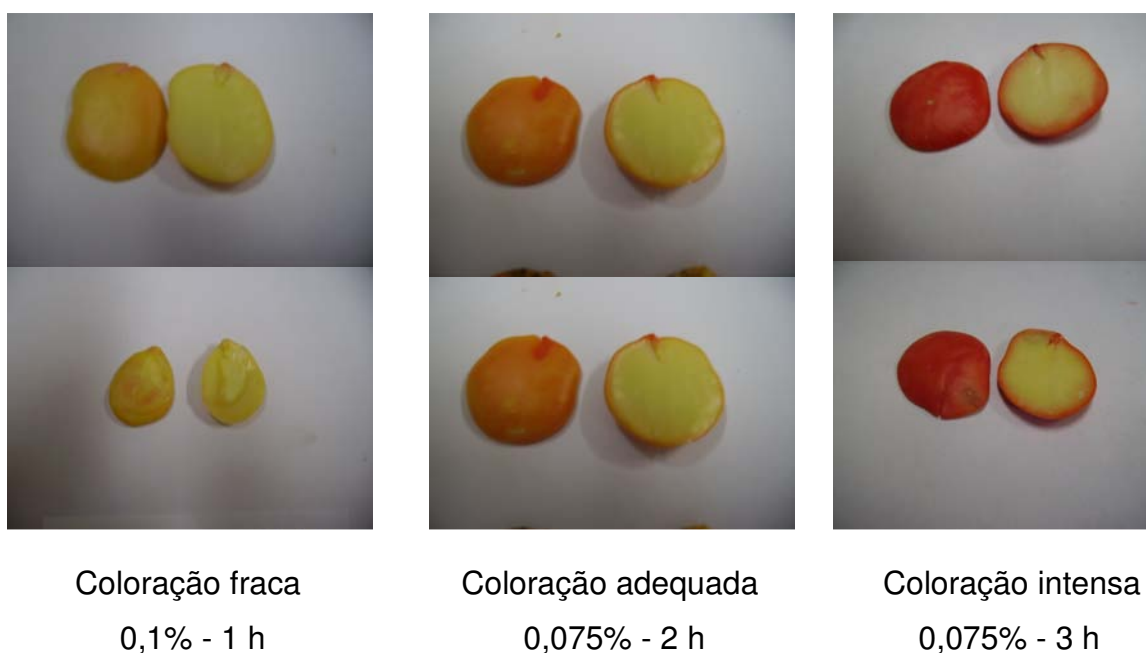


Figura 10. Padrões de coloração obtidos em sementes de *Poecilanthe parviflora*, quando submetidas à coloração em solução de tetrazólio, em diferentes concentrações, e períodos de coloração.

No teste de germinação, realizado paralelamente ao teste de tetrazólio, a porcentagem de germinação foi de 90% para o lote USM2-CL que apresentou uma média de 86% de sementes viáveis, no teste de tetrazólio. O lote SEMEX-ESC apresentou 61% de germinação e 61% de sementes viáveis. O teste de germinação foi conduzido sob condições adequadas para proporcionar máxima germinação, por isso, ele pode superestimar o desempenho das sementes e o teste de tetrazólio é subjetivo. Nota-se, contudo, concordância nas avaliações realizadas entre os dois testes.

Considerando-se, os resultados dos dois lotes em conjunto, pode-se recomendar que o teste de tetrazólio seja conduzido na concentração de 0,1% por duas horas, após pré-condicionamento das sementes a 25°C por 42 horas e retirada do tegumento. Esta condição possibilitou coloração adequada tanto para o lote USM2-CL, considerado de boa qualidade (90% de germinação) como para o lote SEMEX-ESC, considerado de qualidade intermediária (61% de germinação).

TABELA 4. Padrões de coloração obtidos submetendo as sementes de *Poecilanthe parviflora* a diferentes condições de coloração, após pré-condicionamento a 25 °C por 42 horas e retirada do tegumento.

Lote	Concentração	Tempo de coloração	Grau de coloração	% Sementes viáveis
USM2-CL	0,1	1	fraca	85
USM2-CL	0,075	1	fraca	90
USM2-CL	0,05	1	fraca	90
USM2-CL	0,1	2	adequada	80
USM2-CL	0,075	2	adequada	90
USM2-CL	0,05	2	adequada	90
USM2-CL	0,1	3	intensa	65
USM2-CL	0,075	3	intensa	100
USM2-CL	0,05	3	intensa	80
Teste de germinação - 90%				
SEMEX-ESC	0,1	1	fraca	80
SEMEX-ESC	0,075	1	fraca	65
SEMEX-ESC	0,05	1	fraca	80
SEMEX-ESC	0,1	2	adequada	60
SEMEX-ESC	0,075	2	fraca	40
SEMEX-ESC	0,05	2	fraca	35
SEMEX-ESC	0,1	3	intensa	55
SEMEX-ESC	0,075	3	adequada	75
SEMEX-ESC	0,05	3	adequada	55
Teste de germinação - 61%				

Na Figura 11 são apresentados os padrões de coloração representando as classes de sementes viáveis (Classe 1) e inviáveis (Classe 2) encontrada em *Poecilanthe parviflora*.

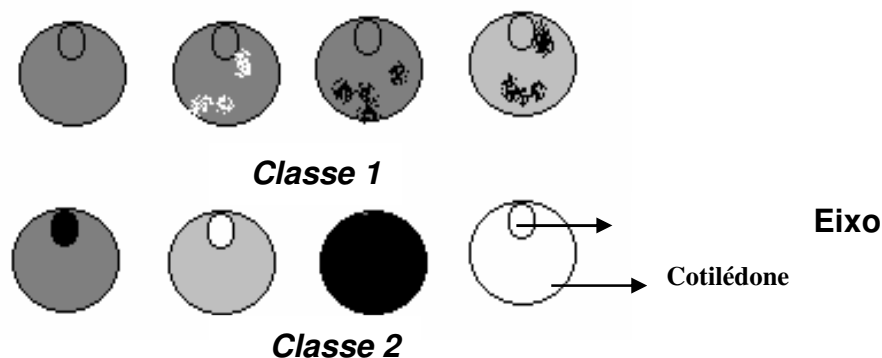


Figura 11. Representação diagramática das classes de viabilidade para sementes de *Poecilanthe parviflora*: Viáveis (Classe 1); Inviáveis (Classe 2).

Legenda: Rósea Rósea clara Vermelha intensa Branca

Classe 1 - Viáveis: sementes com colorações rósea e rósea clara uniforme, com pontuações claras ou escuras, desde que não estejam sobre o eixo embrionário. Os tecidos da semente apresentam aspectos normais.

Classe 2 - Inviáveis: sementes sem coloração (brancas) ou com coloração vermelha intensa no eixo embrionário ou em toda a semente. A não coloração do embrião, principalmente do eixo embrionário, é indicativo de tecido morto.

COSTA et al. (1998) constataram que o pré-condicionamento das sementes de *Glycine max*, à temperatura de 41°C por seis horas, possibilitou o desenvolvimento de coloração nítida para o teste de tetrazólio. OLIVEIRA et al. (2005) relataram que a concentração 0,1% da solução de tetrazólio por 150 minutos a 25°C permitiu avaliar a qualidade de lotes de sementes de *Peltophorum dubium*. NASCIMENTO & CARVALHO (1998) constataram que o pré-condicionamento por 24 horas, à temperatura de 30°C, expondo os embriões de *Genipa americana* na solução de tetrazólio a 0,25% durante duas horas sob 40°C, foi o procedimento mais eficiente. ZUCARELI et al. (2001) relataram que para as sementes de *Albizia hasslerri* a embebição seguida pela retirada do tegumento e solução de tetrazólio com concentração de 0,1% por cinco horas de coloração, mostrou-se como alternativa viável na avaliação da viabilidade pelo teste de tetrazólio.

4.4. Teste de Condutividade Elétrica

Os resultados referentes aos teores de água (TA, %), germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG), na época da montagem do teste de condutividade elétrica, estão apresentados na Tabela 5. Os valores dos teores de água dos lotes analisados não variaram muito entre si, 9,5% (USM2-ESC) a 8,2% (SEMEX-ESC), embora o lote que apresentou o menor teor de água (SEMEX-ESC; 8,2%) também apresentou os maiores valores de condutividade elétrica (Tabela 6). Segundo VIEIRA & KRZYZANOWSK (1999), altos valores de condutividade elétrica em lotes com baixo teor de água podem ser entendidos como uma resposta a uma rápida entrada d'água nas sementes, ocasionando o rompimento das membranas e liberando, assim, grande quantidade de solutos para o meio. Os valores dos teores de água (8,2 a 9,2%; Tabela 5) dos lotes do experimento estão um pouco abaixo do recomendado para sementes de soja (11 a 17%), AOSA (1983). MARQUES (2001) utilizou sementes de *Dalbergia nigra* com teores de água variando de 9,4% a 10,6% e considerou que estas diferenças não afetaram os resultados dos testes.

TABELA 5. Teor de água (TA, %), germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sete lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora*.

Lotes	TA	G	IVG
SEMEX-ESC	8,2	45 C	1,53 C
JABOTICABAL-ESC	9,4	44 C	1,52 C
JABOTICABAL-CL	9,2	70 B	2,36 B
USM2-ESC	9,5	90 A	1,87 C
USM2-CL	8,7	88 A	2,25 B
USM1-ESC	9,3	90 A	2,94 A
USM1-CL	8,4	90 A	2,17 B

Médias seguidas por uma mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados da análise de variância e comparação de médias de condutividade elétrica das sementes dos sete lotes, embebidos em 75 mL de água deionizada e deixadas para embeber por 24, 48, 72, 96 e 120 horas, a 25°C. Ressalta-se que na interpretação dos resultados de condutividade elétrica, altos valores indicam sementes com baixa qualidade fisiológica, e baixos valores estão associados a sementes de alto vigor. Houve diferença significativa a 1% de probabilidade, entre os lotes, para todos os períodos de embebição. O coeficiente de variação foi alto, o que tem sido normal para trabalhos com sementes de espécies florestais nativas. Houve aumento nas medidas de condutividade elétrica, à medida que o período de embebição aumentou. Nos lotes de boa qualidade, a partir de 72 horas de embebição, o acréscimo nos valores de condutividade elétrica foram mínimos, ao passo que para os lotes de qualidade inferior o acréscimo permaneceu.

Segundo LOEFFLER et al. (1988), trabalhando com sementes de *Glycine max*, quanto menos acentuadas forem as diferenças de vigor entre lotes, períodos de embebição mais longos serão necessários para a diferenciação dos mesmos. Resultados concordantes aos obtidos por LOEFFLER et al. (1988), foram observados por DIAS & MARCOS FILHO (1996), também, para sementes de soja, em que períodos mais curtos de embebição das sementes podem ser utilizados para identificação de diferenças mais acentuadas entre lotes e, períodos mais longos (maior que 16 horas) mostraram-se mais adequados para diferenciar lotes menos contrastantes.

TABELA 6. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) e médias de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) obtidas de sete lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* submetidas ao teste de condutividade elétrica a 25°C por diferentes períodos de embebição e sua correlação com a germinação.

Fonte de variação	GL	24h	48h	72h	96h	120h
Lotes	6	4865,167**	15141,67**	31055,66**	39263,90**	42423,13**
Erro	21	227,6048	941,837	1894,647	1954,795	2219,186
Média		54,52	85,35	111,01	120,58	126,03
CV (%)		27,671	35,95	39,21	36,66	37,37
Lotes		Médias				
SEMEX-ESC		124,97 C	180,22 B	242,62 B	272,42 C	282,00 C
JABOTICABAL-ESC		71,02 B	166,00 B	228,12 B	244,40 C	254,90 C
JABOTICABAL-CL		57,60 B	77,75 A	110,92 A	130,07 B	140,17 B
USM2-ESC		31,30 A	45,22 A	51,60 A	52,30 A	57,52 A
USM2-CL		30,15 A	37,57 A	43,77 A	45,60 A	46,97 A
USM1-ESC		36,32 A	50,77 A	55,50 A	55,45 A	57,52 A
USM1-CL		30,27 A	39,95 A	44,57 A	43,82 A	43,17 A
Correlação (G x CE)		-0,7165	-0,7697	-0,8211	-0,8344	-0,8332

** - Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O lote SEMEX-ESC e JABOTICABAL-ESC apresentaram pior qualidade; o lote JABOTICABAL-CL apresentou qualidade intermediária e os lotes USM2-ESC, USM2-CL, USM1-ESC E USM1-CL são os lotes que apresentaram qualidade superior, não diferindo entre si, quanto a condutividade elétrica.

De acordo com a Tabela 6 verificou-se que nos períodos de 96 e 120 horas a comparação de médias de condutividade elétrica está em acordo com a germinação (Tabela 5), indicando que o teste de condutividade elétrica apresentou a mesma sensibilidade que o teste de germinação, em condições de laboratório, na avaliação do vigor dos lotes. Sabe-se que para o teste de condutividade elétrica ser considerado eficiente ele deve, no mínimo, apresentar a mesma sensibilidade apresentada pelo teste de germinação. SANTOS & PAULA (2005), trabalhando com sementes de *Sebastiania commersoniana*, também constataram que o teste de condutividade elétrica

possibilitou a mesma discriminação entre lotes que o teste de germinação em combinações variadas de número de sementes, volume de água e período de embebição. BARBEDO & CÍCERO (1998), relatam que o teste de condutividade elétrica fornece, em 24 horas, uma estimativa do potencial germinativo de lotes de sementes de *Inga uruguensis*, podendo-se separá-los em baixa (germinação inferior a 10%), média (germinação entre 10 e 40%) ou elevada (germinação superior a 50%) qualidade.

Os coeficientes de correlação entre germinação e condutividade elétrica apresentam valores negativos significando que quanto maiores forem os valores de germinação menores serão os valores da condutividade elétrica, o que vai de encontro com o princípio do teste. Caso os valores da correlação fossem positivos, o teste de condutividade elétrica seria inadequado. Valores próximos a menos um (-1) significam condições ideais de associação entre os testes o que ajuda na determinação do período em que a condutividade elétrica deva ser conduzida.

Pela Figura 12 nota-se que houve aumento linear dos valores de condutividade elétrica, para todos os lotes, com o aumento do período de embebição, exceção feita ao lote sete. Os lotes 1 (SEMEX-ESC) e 2 (JABOTICABAL-ESC), de qualidade inferior, apresentaram maiores valores de condutividade elétrica e maior acréscimo com o aumento dos períodos de embebição. O lote 3 (JABOTICABAL-CL), de qualidade fisiológica intermediária, apresentou valores intermediários de condutividade elétrica e de acréscimo da condutividade elétrica com os períodos de embebição. Os demais lotes não diferiram entre si, em quaisquer dos períodos de embebição avaliados. Para o lote 7 (USM-CL) não houve ajuste de regressão, o que indica pequena variação dos valores de condutividade elétrica entre os diferentes períodos de embebição.

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2) das equações ajustadas variaram de 0,74 para o lote 6 (USM-ESC) a 0,97 para o lote 3, indicando que as equações ajustadas explicam a maior parte da variação dos dados de condutividade elétrica destes lotes em função dos diferentes períodos de embebição.

Com base nos relatos acima pode-se afirmar pela eficiência do teste da condutividade elétrica, nos diferentes lotes estudados, quando conduzido por pelo menos 96 horas de embebição, usando-se 10 sementes embebidas em 75 mL de água

deionizada, a 25°C. Verifica-se, entretanto, que o período de 24 horas classificou os lotes de maneira quase idêntica a do de 96 horas.

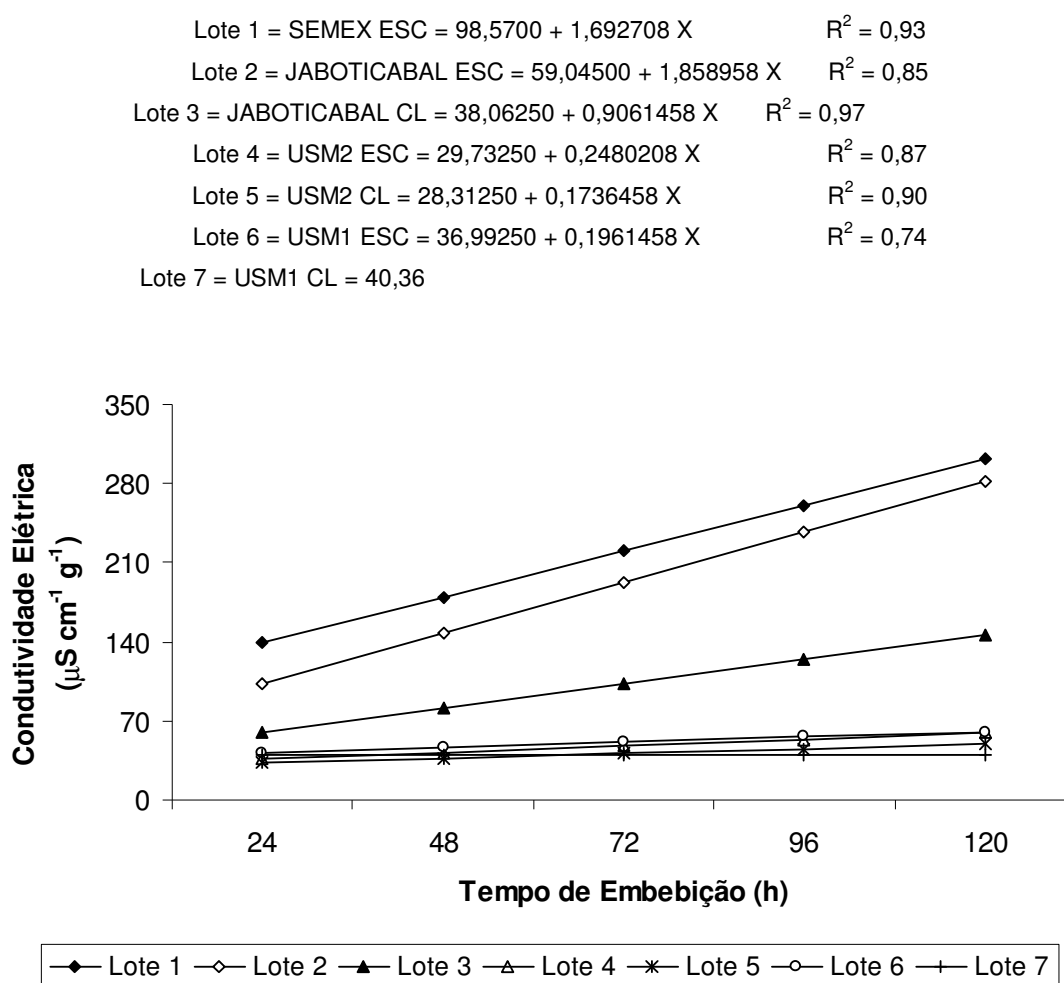


FIGURA 12. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) obtida de sete lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* embebidas em 75 mL de água deionizada por diferentes períodos a 25°C.

4.5. Teste de envelhecimento acelerado

Os sete lotes estudados apresentaram os teores de água (TA, %) relacionados na Tabela 7, antes e após o envelhecimento acelerado. Antes do envelhecimento acelerado (não envelhecidas) o lote que apresentou o menor teor de água foi o lote JABOTICABAL-CL (7,7%) e o que apresentou o maior foi o lote USM2-ESC (9,2%). O teor de água aumentou em todos os lotes, após o envelhecimento acelerado. O lote que apresentou o menor teor de água, após envelhecimento acelerado, foi o USM2-CL (31%) e os que apresentaram os maiores teores foram os lotes USM1-ESC e SEMEX-ESC, ambos com 37%.

TABELA 7. Teor de água (TA, %) de sete lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* antes (não envelhecidas) e após o envelhecimento acelerado (envelhecidas) a 42°C, por 72 horas.

Lotes	Não envelhecidas	Envelhecidas
SEMEX-ESC	8,2	37,0
JABOTICABAL-ESC	9,0	43,0
JABOTICABAL-CL	7,7	34,0
USM2-ESC	9,2	34,0
USM2-CL	8,3	31,0
USM1-ESC	8,7	37,0
USM1-CL	8,6	31,5

Pela Tabela 8 pode-se verificar que os diferentes lotes utilizados no teste apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F para as variáveis estudadas, germinação e IVG, entre sementes envelhecidas e não envelhecidas. Também, verifica-se por esta tabela que o teste de envelhecimento acelerado mostrou-se um bom teste na avaliação do vigor das sementes de *Poecilanthe parviflora* pois, após a aplicação deste, houve a separação dos quatro últimos lotes (USM2-ESC, USM2-CL, USM1-ESC e USM1-CL). Estes últimos quatro lotes não

diferem entre si quando se compara médias de germinação nas sementes não envelhecidas ou não submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. Desta forma, verifica-se que o teste de germinação igualou os quatro últimos lotes e após aplicação do teste de envelhecimento acelerado, houve a separação destes lotes. Constata-se, assim a eficiência do teste de envelhecimento acelerado conduzido a 42°C, por 72 horas.

TABELA 8. Dados de germinação (G, %) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Poecilanthe parviflora* antes (não envelhecidas) e após o envelhecimento acelerado (envelhecidas) a 42°C por 72 horas.

Causas de variação	Quadrados médios				
	Germinação		IVG		
	GL	Não envelhecidas	Envelhecidas	Não envelhecidas	Envelhecidas
Lotes	6	1814,583**	2607,143**	1,015**	3,041**
Erro	21	94,9405	139,286	0,1531	0,2594
Média		74	66	2,092	2,342
CV		13,21	17,86	18,70	21,75

Lotes	Germinação		IVG	
	Não envelhecidas	Envelhecidas	Não envelhecidas	Envelhecidas
SEMEX-ESC	45 c	37 c	1,530 c	1,300 b
JABOTICABAL-ESC	44 c	25 c	1,518 c	0,998 b
JABOTICABAL-CL	70 b	66 b	2,358 b	2,568 a
USM2-ESC	90 a	86 a	1,875 c	2,723 a
USM2-CL	87 a	76 b	2,252 b	2,438 a
USM1-ESC	90 a	77 b	2,945 a	3,033 a
USM1-CL	90 a	94 a	2,168 b	3,335 a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O lote USM1-CL apresentou a maior porcentagem de germinação (94%), após o envelhecimento acelerado (Tabela 8). Isto denota o superior potencial fisiológico deste lote. Com o envelhecimento, as sementes deste lote tiveram seu teor de água aumentado saindo do teste prontas para entrar em processo de germinação, tanto assim, que este lote apresentou o maior valor de IVG (3,335), após o envelhecimento. Seguindo este lote, em termos de porcentagem de germinação, e, não diferindo dele

significativamente, tem-se o lote USM2-ESC (86%). Assim, pelo menos para sementes de alto vigor, parece que, em alguns casos, o envelhecimento pode funcionar como um pré-condicionamento, favorecendo a porcentagem ou a velocidade de germinação. O teste de envelhecimento separou os lotes USM2-CL e USM1-ESC, dos lotes USM1-CL e USM2-ESC, demonstrando assim, maior sensibilidade que o teste de germinação na discriminação do vigor dos lotes.

De acordo com PIZETTA et al. (2001) este teste deve ser conduzido por períodos superiores a 120 horas a 42°C para as sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora*). Os dados do presente trabalho diferem dos de PIZETTA et al. (2001). Esta diferença pode estar relacionada a qualidade inicial elevada do lote usado pelos referidos autores.

VALENTINI & PIÑA-RODRIGUES (1995) sugeriram 42°C, como temperatura adequada para a condução do teste de envelhecimento acelerado. TORRES (2004), após submeter lotes de sementes de *Pimpinella asinum* L. ao teste de envelhecimento acelerado durante 72 horas, a 41°C, com o uso de solução saturada de NaCl, afirmou que o teste constitui opção promissora para avaliação do potencial fisiológico das sementes desta espécie. RAMOS et al. (2004), estudando o envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.), relataram que este teste permite classificar lotes de sementes em diferentes níveis de vigor no período de exposição de 48 horas a 41°C, com o uso de água ou solução saturada de NaCl. SILVA et al. (1998) concluíram em seu trabalho, que o período de 48 horas a 41°C permitiu melhor identificação entre lotes de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com diferentes níveis de vigor.

A descrição de teste de envelhecimento acelerado cita a possibilidade da utilização de temperaturas de 40 a 45°C; mais recentemente, grande parte dos pesquisadores que se dedicam a estudos sobre este teste indicam o uso de 41 °C (MARCOS FILHO, 1999a). De acordo com estudos realizados, ainda não há consenso entre os pesquisadores quanto aos períodos mais adequados para execução do teste de envelhecimento acelerado com sementes de diversas espécies de importância econômica.

Isto evidencia a importância de estudos para a padronização da metodologia para cada espécie. Este teste de vigor, como qualquer outro, precisa ter boa sensibilidade para separar lotes de sementes que apresentam níveis de qualidade próximos.

5. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos nos diferentes experimentos com sementes de *Poecilanthe parviflora* pode-se concluir que:

- A semente é exalbuminosa e a germinação hipógea, com 2.399 sementes/kg.
- O teste de germinação pode ser conduzido a 25 e a 25-35°C, com fotoperíodo de 12 horas, durante 21 dias.
- Para o teste de tetrazólio, recomenda-se o pré-condicionamento das sementes por 42 horas, a 25°C, seguido de retirada do tegumento e posterior coloração em solução a 0,1% por duas horas, a 35°C.
- O teste de condutividade elétrica, usando-se 10 sementes por repetição, embebidas por pelo menos 96 horas em 75 mL de água, à temperatura de 25°C, apresentou a mesma sensibilidade que o teste de germinação.
- O teste de envelhecimento acelerado foi eficiente que o teste de germinação, podendo ser conduzido a 42°C por 72 horas, pelo método do “gerbox”.

6. REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A. A. Biochemical aspects of seed vigor. **Hortscience**, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 765 - 771, 1980.
- ABREU, D. C. A.; KUNIYOSHI, Y. S.; NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 59 - 66, 2005.
- AGUIAR, I. B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 33 - 34. (Série Registros, 14).
- AGUIAR, I. B.; SADER, R.; KRONKA, S. N.; TAKAOKA, N. M. Efeito do tamanho sobre o potencial de armazenamento de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 63 - 72, 1987.
- ALVES, E. U.; PAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniefloia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 169 - 178, 2002.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Eastasing, 1983. 88 p.
- ARAÚJO, E. C.; MENDONÇA, A. V. R.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; SILVA, R.F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 104 - 109, 2004.

ARAÚJO NETO, J. C. **Aspectos fenológicos, caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC.** 2001. 199 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* D.C. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249 - 256, 2003.

BALISTIERO, M.; MARQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Utilização do teste de envelhecimento precoce para avaliar o vigor de lotes de sementes com diferentes idades e estágios de maturação. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 118, p. 1 - 4, 1980.

BARBEDO, C.; CÍCERO, S. M. Utilização de teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 249 - 259, 1998.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BHÉRING, M. C.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. N. F. S.; PENA, M. F. **Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo teste de tetrazólio**. Viçosa: UFV, 1996. 27 p.

BITTENCOURT S. R. M.; VIEIRA, R. D. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de amendoim. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8. 2 - 1 - 8. 2 - 8.

BONNER, F. T. Leachate conductivity: a rapid nondestructive test for Pine seed quality. **Tree Planter's Notes**, Washington, v. 42, n. 2, p. 41 - 44, 1991.

BONNER, F. T. Testing tree seeds for vigor: a review. **Seed Technology**, Laurence, v. 20, n. 1, p. 5 - 17, 1998.

BORGES, E. E. L.; CASTRO, J. L. D; BORGES, R. C. G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 12, n. 1, p. 56 - 62, 1990.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. M. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83 - 135.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA, DNPV, 1992. 365 p.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1 - 30.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Florestas. 2003. v. 1, p. 407 - 411.

CHING, T. M. Metabolism of germinationg seeds. In: KOZLOWSKY, T. T. (Ed.). **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972, v. 3, p. 103 - 218.

COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOOWSK, F. C.; HENNING, A. A.; PEREIRA, J. E. Avaliação de metodologia alternativa para o teste de tetrazólio para sementes de soja. **Science Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 305 - 312, 1998.

CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A. C. Smith - Cumaru - Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 89 - 96, 2003.

CUSTÓDIO, C. **Uso da lixiviação de potássio como teste para avaliar o vigor de sementes de soja**. 1995. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

DAMIÃO FILHO, C. F. **Morfologia e anatomia de sementes**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1993. 145 p. Apostila do curso Morfologia de Sementes.

DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia externa de espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 101 p.

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade das sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103 p.

DESWAL, D. P.; SHEORAN, I. S. A simple method for seed leakage measurement applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 179 - 185, 1993.

DIAS, D. C. F. S. **Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1994. 136 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 26 - 36, 1995.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Electrical conductivity tests for vigour evaluation in soybean seeds. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION CONGRESS, 24, 1995, Copenhagen. **Abstracts...** Zurich: ISTA, 1995. p. 89.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 31 - 42, 1996.

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43 p. (Circular, 88).

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de milho. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8. 4 - 1 – 8.4 - 9.

DOIJOE, S. D. Solute leakage in relation to loss of seed viability in chilli cultivars. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v. 31, p. 285 - 287, 1988.

DONADIO, N. M. M. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas de espécies arbóreas brasileiras**. 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FERREIRA, G. A.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 131 - 132.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A. O. Morfologia de sementes e plântulas de pau-terra (*Qualea grandiflora* Mart. - Vochysiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 116 - 122, 2001.

FOGAÇA, C. A. **Padronização e adequação de metodologias para avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. - caesalpinaceae**. 2000. 95 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2000.

FRANÇA NETO, J. B. Testes de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8 - 1 – 8 - 7.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p.

FRATIN, P. **Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1987. 191 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

FRATIN, P.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja em “gerbox” adaptados. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PESQUISA DE SOJA, 3., 1984, **Anais...** p. 1008 - 1016.

GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor**. 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GROTH, D.; LIBERAL, O. H. T. **Catálogo de identificação de sementes nº1**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 182 p.

HAMPTON, J. G. Conductivity test. In: VETER, H.A.vam (Ed.). **Seed vigor testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p. 10 - 28.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and french bean seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, n. 3, p. 677 - 686, 1992.

HEPBURN, H. A.; POWELL, A. A.; MATHEWS, S. Problems associated with the routine application of eletrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, n. 2, p. 403 - 413, 1984.

ILLIPRONTI JR, R. A.; LANGERAK, C. J.; LOMMEN, W. J. M. Variation in and relationship between physical and physiological seed attributes within a soybean seed lot. **Seed Science and Technology**, Wallingford, v. 25, n. 21, p. 215 - 231, 1997.

IRIGON, D. L.; MELLO, V. D. C. **Análise de sementes**. Brasília: ABEAS, s. d. 88 p.

KRAEMER, K. H.; KAMPF, A. N.; ÁQUILA, M. E. Luz e temperatura na germinação de sementes de *Tibouchina urvilleana*. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 6, n. 1/2, p. 39 - 45, 2000.

KRZYZANOWSKI, F. C.; MIRANDA, Z. F. S. Relatório do comitê de vigor da ABRATES. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 7 - 25, 1990.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15 - 50, 1991a.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Situação atual do uso de testes de vigor como rotina em programas de sementes no Brasil. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 1, n. 3, p. 42 - 53, 1991b.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA: 1983. p. 174.

LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n. 1, p. 57 - 60, 1992.

LEOPOLD, A. C. Temperature effects of soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, Rockville, v. 65, n. 4, p. 1096 - 1098, 1980.

LIN, S. S . Alterações na lixiviação eletrolítica, germinação e vigor da semente de feijão envelhecida sob alta umidade relativa do ar e alta temperatura. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 1 - 6, 1990.

LOEFFLER, T. M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**.1981. 181 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). University of Kentucky, Lexington, EUA, 1981.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. B.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 12, n. 1, p. 37 - 53, 1988.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 1992. p. 225.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176 - 177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999a. p.3.1 - 3.24.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor.: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999b. p. 1.1 - 1.21.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

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

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H. M. C.; KOMATSU, Y. H.; DEMÉTRIO, C. G. B.; FRANCELLO, A. L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 5, p. 605 - 613, 1984.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1805 - 1815, 1990.

MARCHI, J. L.; CICERO, S. M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 20 - 27, 2002.

MARQUES, M. A. **Teste de condutividade elétrica para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* Fr. Allem. (Jacarandá-da-bahia)**. 2001. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex. Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 271 - 278, 2002a.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex. Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 254 - 262, 2002b.

MATHEUS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D. A. **Handbook of vigor test methods**: Zurich: ISTA, 1981. p. 37 - 42.

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T. L. D.; PASSINATO, P. R. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 121 - 127, 1994.

McDONALD Jr., M. B.; WILSON, D. O. ASA-610 Hability to detect changes in soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 5, n. 1, p. 56 - 66, 1980.

McDONOUGH, W. T. **Quaking-aspen-seed germination and early seedling growth**. S.I.: USDA, 1979. 13 p. (Research Paper INT, 234).

MURPHY, J. B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 69, n. 2, p. 428 - 431, 1982.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desenvolvimento das plântulas. In: KRZYZANOSWSKI, F. C. H.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 2 - 24.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, N. M. Determinação da viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) através do teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 470 - 474, 1998.

NASCIMENTO, W. M. O.; DAMIÃO FILHO, C. F. Caracterização morfológica de sementes e plântulas de jenipapeiro (*Genipa americana* L. - Rubiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 143 - 147, 1998.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 175 - 213.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Leguminosae Caesalpinoideae. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 159 -166, 2005.

PAIVA AGUERO, J. A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântula de soja em campo**. 1995. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

PENARIOL, A. L. **Efeito do teor de água de sementes de soja sobre os resultados do teste de condutividade elétrica**. 1997. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

PEREZ, S. C. J. G. A.; MORAES, J. A. P. V. Influência da temperatura, da interação temperatura-giberelina e do estresse térmico na germinação de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 41 - 53, 1990.

PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 149 - 153, 1995.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.), **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 215 - 275.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. ; SANTOS, N. R. F. Teste de tetrazólio. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 91 - 100.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. ; VALENTINI, S. R. T. Teste de tetrazólio. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 61 - 73. (Série Registros, 14).

PINTO, J. R. R. **Levantamento florístico, estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva e suas correlações com variáveis ambientais em uma floresta de vale no parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso**, 1997. 85 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

PIZETTA, P. U. C.; BATISTELA FILHO, F. S.; PAULA, R. C. Efeito do envelhecimento acelerado sobre o comportamento germinativo de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth. - Fabaceae). **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 165, 2001.

POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 10, n. 2, p. 81 - 100, 1986.

POWELL, A. A. Seed improvement by selection and invigoration. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, p.126 - 133, 1998.

PRETE, C. E. C.; CICERO, S. M.; FOLEGATTI, P. R. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. **Semana Ciência Agrícola**, v. 15, n. 1, p. 32 - 37, 1993.

RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. D.; MENDONÇA, E. A. F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 26, n. 1, p. 98 - 103, 2004.

RANDI, A. M.; FELIPE, G. M. Efeito da temperatura, luz e reguladores de crescimento na germinação de *Stevia rebaudiana* Bert. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 33, p. 404 - 411, 1981.

ROCHA, F. F. **Manual do teste de tetrazólio em sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85 p.

RODO, A. B.; TILLMANN, M. A. A.; VILELA, F. A.; SAMPAIO, N. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 29 - 38, 1998.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G.; DURAN, J. M. Avaliação da qualidade de sementes através da condutividade elétrica dos exsudados de embebição. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 39 - 52, 1995.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs - Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 136 - 145, 2005.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilho (*Sebastiania commersoniana* (Bail.) Smith e Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 120 - 126, 2000.

SHAFIQ, Y. Effect of gibberellic acid (GA_3) and pré-chilling on germination per cent of *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst and *Nothofagus procera* Oerst seeds. **Indian Forester**, v. 106, n. 1, p. 27 - 33, 1980.

SILVA, M. A. S.; TORRES, S. B.; CARVALHO, I. M. S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 212 - 214, 1998.

SOUZA, C. V.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. p. 325.

STEERE, W. C.; LEVENGOOD, W. C.; BONDIE, J. M. Na eletronic analyser for evaluation seed germination and vigor. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 9, n. 2, p. 567 - 576, 1981.

TAO, J. K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**., Springfield, v. 3, n. 1, p. 10 - 18, 1978.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). **Seed vigor testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995. p. 53 - 72.

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

TORRES, G. Plantar para não devastar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.185, p. 3, 1996.

TORRES, S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 20 - 24, 2004.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 108 - 112, 2001.

TORRES, S. B.; CASEIRO, R. F.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 480 - 483, 1998.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 74 - 84. (IF Série Registros 14).

VAZQUEZ - YANES, C.; OROZCO - SEGOVIA, A. seed viability, longevity and dormancy in tropical rain forest. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 175 - 196.

VIEIRA, R. D. Testes de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP. 1994. p. 103 - 132.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 31 - 48.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOSWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOSWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1 - 4. 26.

VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; CARVALHO, N. M.; BERGAMASCHI, M. C. M. Relationship of black layer and milk line development to maize seed maturity. **Scientia Agricola**., Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 142 - 147, 1995.

VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8.1-1 - 8.1-13.

VIDAVER, W. Light and seed germination. In: KHAN, A. A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland Publishing Company, 1980. p. 181 - 192.

VON PINHO, E. V. R. **Conseqüências da autofecundação indesejável na produção de sementes híbridas de milho**. 1995. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

YAP, S. K. Collection, germination and storage of dipterocarp seeds. **Malasyan Forester**, Selangor, v. 44, n.2 - 3, p. 281 - 300, 1981.

ZUCARELI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. .A.; MALAVASI, V. C. Preparação e coloração de sementes de farinha seca (*Albizia hasslerii* (Chodat) Bur.) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 186 - 191, 2001.