

**MELHORIA DA QUALIDADE FÍSICA E  
ESTUDO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES  
DE CANDEIA (*Eremanthus incanus* (Less.) Less.  
e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)**

**OLIVIA ALVINA OLIVEIRA TONETTI**

**2004**

**OLIVIA ALVINA OLIVEIRA TONETTI**

**MELHORIA DA QUALIDADE FÍSICA E ESTUDO DA GERMINAÇÃO  
DE SEMENTES DE CANDEIA (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e  
*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**

Dissertação apresentada à universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração Florestas de Produção, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Antonio Claudio Davide

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Tonetti, Olívia Alvina Oliveira.

Melhoria da qualidade física e estudo da germinação sementes de candeia  
(*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)  
/ Olívia Alvina Oliveira Tonetti. – Lavras : UFLA, 2004.

81 p. : il.

Orientador: Antonio Claudio Davide.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Sementes florestais. 2. Raios-x. 3. Soprador de sementes. 4. Sementes vazias. 5. Germinação. 6. *Eremanthus incanus*. 7. *Eremanthus erythropappus*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.97355

**OLIVIA ALVINA OLIVEIRA TONETTI**

**MELHORIA DA QUALIDADE FÍSICA E ESTUDO DA GERMINAÇÃO  
DE SEMENTES DE CANDEIA (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e  
*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**

Dissertação apresentada à universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração Florestas de Produção, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 04 de março de 2004.

Prof. Antonio Claudio Davide

Prof. Eduardo Euclides de Lima e Borges UFV

Prof. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva UFLA

Prof. Antonio Claudio Davide  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela confiança em mim depositada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da Bolsa.

Ao Centro de Excelência em Matas Ciliares (CEMAC) e ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), pela realização dos trabalhos de coleta das sementes utilizadas.

Ao Prof. Antonio Claudio Davide, pela orientação e principalmente pelos ensinamentos do dia a dia. Foi você quem conduziu meus primeiros passos, me repreendeu nos momentos de erro e fraqueza e me incentivou nas conquistas. Sempre me lembrarei de você, não como a figura severa e inatingível de um chefe ou de um orientador, mas como um pai na minha profissão.

À prof. Maria Laene M. de Carvalho e ao Prof. Edvaldo A. Amaral da Silva, pelos valiosos ensinamentos e pela paciência com que sempre me receberam e me ajudaram durante todo o trabalho.

Aos componentes da Banca de defesa, em especial ao Professor Eduardo E. de Lima e Borges, pela presteza e pela grande ajuda na etapa final deste trabalho.

Aos meus amigos, cujos nomes omito para não cometer a injustiça de não citar alguém. Àqueles que sempre estiveram presentes numa conversa aconchegante, deram um conselho, um ombro amigo...enfim, foram minha família em Lavras. Minha vida não seria a mesma e com certeza seria mais dura se vocês não existissem.

Aos funcionários do Departamento de Ciências Florestais e do Laboratório de Sementes Florestais, que muito mais que colegas de trabalho, se tornaram meus amigos.

Ao pessoal do Laboratório de Análise de Sementes (DAG) pela ajuda e amizade, durante a realização dos trabalhos.

Aos de minha família que me apoiaram, em especial minha mãe e minha irmã, pelos seus conselhos, paciência e amor incondicionais, pela compreensão na minha ausência. Não há nada, nem palavras para expressar o que vocês representam para mim. Ao meu pai, que mesmo não estando mais entre nós, me ensina a cada dia, em minhas lembranças, a ser uma pessoa melhor.

Ao Alexandre, por estar ao meu lado por estes anos. Crescemos juntos e certamente sem você por perto (ainda que “alguns quilômetros” de estrada nos separem) seria mais difícil chegar até aqui. À sua família, em especial meu querido “quase sogro” Samuel pela confiança e pelo carinho com que sempre me acolhe.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Àqueles que durante esta fase passaram pela minha vida, me ajudaram e se deixaram ajudar por mim, dando às nossas vidas um sentido a mais.

E por último, não menos importante, mas principalmente, ao Pai Celeste, que me fez nascer e me permite continuar neste mundo, errando, acertando e aprendendo a viver.

*“Foi o tempo que perdeste com a tua rosa que fez a tua rosa tão importante para ti...Tu és responsável pela tua rosa.”*

*(Antoine de Saint Exupéry - O Pequeno Príncipe)*

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução geral.....	1
2 Referencial teórico.....	3
2.1 Caracterização das espécies.....	3
2.1.1 <i>Eremanthus incanus</i> .....	4
2.1.2 <i>Eremanthus erythropappus</i> .....	5
2.2 Formação de sementes.....	6
2.3 Germinação.....	8
2.3.1 Fatores que afetam a germinação.....	12
2.3.1.1 Fatores internos.....	13
2.3.1.2 Fatores externos.....	13
2.3.3 Substrato.....	19
2.3 Uso de raios-x na avaliação de sementes.....	20
3 Referências Bibliográficas.....	23
CAPÍTULO 2: Uso de soprador de fluxo de ar (tipo South Dakota) e de raios-x na separação de sementes vazias em lotes de sementes de candeias ( <i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less. e <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) Mac Leish) .....	27
1 Resumo.....	27
2 Abstract.....	29
3 Introdução.....	30
4 Material e métodos.....	32
4.1 Origem das sementes.....	32
4.2 Beneficiamento.....	32
4.3 Caracterização dos lotes.....	33
4.3.1 Teste de umidade.....	33
4.3.2 Pureza.....	34
4.3.3 Germinação.....	34
4.4 Calibração do aparelho de raios-x.....	35
4.4.1 Radiografias.....	35
4.4.2 Germinação.....	36
4.5 Separação das sementes.....	36
5 Resultados e discussão.....	38

5.1 Caracterização dos lotes de sementes.....	38
5.2 Calibração do aparelho de raios-x.....	38
5.3 Separação das sementes.....	42
6 Conclusões.....	47
7 Referências bibliográficas.....	48
CAPÍTULO 3: Estudo da germinação de sementes de candeias ( <i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less. e <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) Mac Leish). .....	
1 Resumo.....	50
2 Abstract.....	52
3 Introdução.....	54
4 Material e métodos.....	56
4.1 Origem das sementes e características dos lotes.....	56
4.2 Germinação.....	56
4.2.1 Primeira parte.....	56
4.2.2 Segunda parte.....	57
4.3 Curva de embebição.....	58
5 Resultados e discussão.....	59
5.1 Germinação – primeira parte.....	59
5.2 Germinação – segunda parte.....	65
5.3 Curva de embebição.....	70
6 Conclusões.....	72
7 Referências bibliográficas.....	73
ANEXOS.....	75

## LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1	Umidade, pureza e germinação dos lotes de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> utilizados nos experimentos de raios-x e separação de sementes.....	38
TABELA 2	Potências (Kv) e tempos (s) utilizados em radiografias de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> .....	39
TABELA 3	Resultados (em porcentagem) do teste de germinação das sementes cheias, mal formadas e vazias para duas espécies de candeia ( <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> ).....	41
TABELA 4	Porcentagens médias (sobre o peso original da amostra) da fração pesada de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> após passarem por soprador tipo South Dakota. Os valores representam a média obtida dos resultados das aberturas de 2,0 a 6,0.....	42
TABELA 5	Porcentagem de peso da fração pesada para sementes de dois lotes de <i>Eremanthus incanus</i> após passagem pelo Soprador de sementes tipo South Dakota ajustado para as aberturas 2, 3, 4, 5 e 6.....	43
TABELA 6	Porcentagem de peso da fração pesada para sementes de dois lotes de <i>Eremanthus erythropappus</i> após passagem pelo Soprador de sementes tipo South Dakota ajustado nas aberturas de 2, 3, 4, 5 e 6.....	43
TABELA 7	Porcentagens médias de sementes com embrião na fração pesada para os lotes 2001 e 2002.....	44
TABELA 8	Porcentagens médias de sementes com embrião na fração pesada dentro de cada abertura usada.....	44
TABELA 9	Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula e plântulas), IVG e características das sementes ao final da germinação de dois lotes de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> sob 4 regimes de temperatura.....	60
TABELA 10	Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula e plântulas), IVG e características das sementes ao final da germinação de dois lotes de sementes de <i>Eremanthus erythropappus</i> sob 4 regimes de temperatura.....	61

TABELA 11	Valores de $T_{50}$ e Uniformidade ( $U_{75-25}$ ) durante a germinação de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> a diferentes temperaturas.....	63
TABELA 12	Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula) e IVG de dois lotes de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> sob 3 regimes de temperatura e luz.....	66
TABELA 13	Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula) e IVG de dois lotes de sementes de <i>Eremanthus erythropappus</i> sob 3 regimes de temperatura e luz.....	66
TABELA 14	Porcentagens médias de germinação (plântulas normais) de dois lotes de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> sob dois regimes de temperatura e luz.....	67
TABELA 15	Valores de $T_{50}$ e Uniformidade ( $U_{75-25}$ ) durante a germinação de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> nas condições de temperaturas de 30°C com luz constante e 20-30°C com 10 horas de luz.....	68

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
FIGURA 1	Fruto (aquênio) (A) e embrião (B) de <i>Eremanthus incanus</i> (Fonte: Davide et al, 2000).....	4
FIGURA 2	Fruto (aquênio) (A) e embrião(B) de <i>Eremanthus erythropappus</i> (Fonte: Chaves & Ramalho, 1996).....	5
FIGURA 3	Padrão trifásico de absorção de água pela semente (Fonte: Bewley & Black (1994), modificado).....	9
FIGURA 4	Reação de fotorreversibilidade do fitocromo (Fonte: Coperland & McDonald, 1999).....	17
FIGURA 5	Esquema da coleta, beneficiamento e caracterização dos lotes.....	33
FIGURA 6	Esquema geral dos passos de separação das sementes vazias dos lotes de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> .....	37
FIGURA 7	Radiografia de sementes de <i>Eremanthus incanus</i> (4 linhas inferiores) e <i>Eremanthus erythropappus</i> (4 linhas superiores).....	40
FIGURA 8	Comparação das porcentagens de sementes de <i>E. incanus</i> e <i>E. erythropappus</i> com embrião, antes e depois de passar por soprador tipo South Dakota, ajustado para cada abertura testada.....	45
FIGURA 9	Número de sementes por kilograma das espécies <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> , antes e depois de passarem por tratamento de separação das sementes vazias, em soprador tipo South Dakota.....	46
FIGURA 10	Curvas de germinação (considerando plântulas normais) para sementes de <i>E. incanus</i> para os lotes 2002 (A) e 2001(B) a diferentes temperaturas.....	61
FIGURA 11	Curvas de germinação (considerando plântulas normais) para sementes de <i>E. erythropappus</i> para os lotes 2002 (A) e 2001 (B) a diferentes temperaturas.....	62
FIGURA 12	Curvas de germinação, considerando protrusão de radícula, para sementes de <i>E. incanus</i> lote 2002 (A) e 2001(B) a diferentes condições de temperatura e luz.....	68
FIGURA 13	Curvas de germinação, considerando protrusão de radícula, para sementes de <i>E. erythropappus</i> , lote 2002 (A) e 2001 (B) a diferentes condições de temperatura e luz.....	69

FIGURA 14	Curvas de germinação, considerando plântulas normais, para sementes de <i>E. incanus</i> (A) e <i>E. erythropappus</i> (B), sob 2 condições de temperatura e luz.....	69
FIGURA 15	Curvas de embebição das sementes de <i>Eremanthus incanus</i> (A) e <i>Eremanthus erythropappus</i> (B), sob temperatura de 30° C e luz constante e temperatura alternada de 20-30° C e 30- 20° C com 10 horas de luz e 14 de escuro.....	70

## RESUMO

TONETTI, Olívia Alvina Oliveira. **Melhoria da qualidade física e estudo da germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)**. Lavras: UFLA, 2004. 81p. (Dissertação – Mestrado em Florestas de Produção)\*

*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* são espécies florestais que geralmente apresentam baixos índices de germinação. Este trabalho teve como objetivo identificar e sugerir métodos para avaliação da qualidade física e fisiológica de suas sementes. As sementes utilizadas foram colhidas nos anos de 2001 e 2002 respectivamente em Morro do Pilar e Lavras (*E. incanus*) e em Carrancas e Lavras (*E. erythropappus*). As sementes foram secas, limpas e guardadas em sacos semipermeáveis, em câmara fria até o momento dos testes. Para facilitar a identificação de sementes vazias, foi desenvolvido um protocolo para utilização de raios-x em sementes destas espécies combinando potência de radiação (Kv) e tempo de exposição das sementes à radiação (segundos). Para a eliminação das sementes vazias foi realizado um experimento utilizando soprador de sementes tipo South Dakota combinando as aberturas do aparelho e tempos de ventilação. Para o estudo de germinação foram realizados dois experimentos sendo que no primeiro foram testadas temperaturas e no segundo alternância de temperaturas e sensibilidade à luz. Para os testes de germinação, as sementes foram passadas pelo soprador, lavadas em hipoclorito de sódio e colocadas sobre papel em gerbox. A primeira parte foi feita em mesa termograde e a segunda em germinadores tipo Mangelsdorff. Foram determinadas as curvas de embebição nas condições de temperatura e luz de acordo com a segunda parte do teste de germinação. O protocolo para avaliação radiológica que melhor permitiu a visualização das estruturas internas das sementes foi 30Kv por 45 segundos. A separação das sementes pelo soprador possibilitou elevar de 71,25 para 98,50% de sementes com embrião para *E. incanus* no tratamento que utilizou abertura 3,0 e tempo de 30 segundos. Para *E. erythropappus* houve um aumento de 14,75 para 93,37% de sementes com embrião na abertura 6,0 pelo tempo de 30 segundos. Os testes de germinação mostraram que as sementes não apresentaram dormência e que quando as sementes vazias foram removidas a germinabilidade das mesmas foi alta. As sementes atingiram o máximo de germinação aos 10 dias para *E. incanus* e 14 para *E. erythropappus* e a melhor condição de germinação foi alternância de

---

\* Comitê Orientador: Antonio Claudio Davide (Supervisor), Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA.

temperatura de 20-30°C com 10 horas de luz. Os estudos de germinação mostraram ainda que a germinação de sementes das duas espécies pode ocorrer na ausência de luz. Para ambas as espécies, a fase I de embebição foi completada em 6 horas de embebição e a fase II em 72 horas, independentemente da condição testada.

Palavras-chave: sementes florestais, raios-x, soprador de sementes, sementes vazias, germinação, *Eremanthus incanus*, *Eremanthus erythropappus*

## ABSTRACT

TONETTI, Olívia Alvina Oliveira. **Improvement of physical quality and studies of germination in candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. and *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish).** Lavras:UFLA, 2004.81p. \*. (Master Dissertation in Production Forest) \*

*Eremanthus incanus* and *Eremanthus erythropappus* are forest tree species that present poor germination indices. This work intended to identify and suggest methods for evaluation of the physical and physiological quality of *Eremanthus incanus* and *Eremanthus erythropappus* seeds. The seeds used in these studies were collected in 2001 and 2002 years, respectively in Morro do Pilar and Lavras (*E. incanus*) and in Carrancas and Lavras (*E. erythropappus*). The seeds were dried, cleaned and kept in semi-permeable bags at cold room until the moment of the tests. To facilitate the identification of empty seeds a protocol using x-rays of the seeds combining potency of the radiation (Kv) and time of exposition to radiation (seconds) was developed. For removal of the empty seeds from the seed lot an experiment was undertaken by using a seed blower type South Dakota combining the opening of the apparatus and time. For germination studies two experiment were performed in which initially was tested the effect of temperatures and lately temperature alternation and light sensibility. For the germination tests the seeds were first passed through a blower, washed in sodium hypochlorite (1% for 10 minutes) and placed on paper in a gerbox. The first experiment was performed in a thermogradient table and the second in germinator type Mengelsdorfii. The imbibition curves were performed under the same conditions as the second part of the germination test. The radiation of 30 kv for 45 seconds allowed evaluation of the internal structures of the seeds. Separation of seeds by the blower allowed increase from 71.25 to 98.50% the percentage of seeds with embryo for *E. incanus* in the treatment using opening 3.0 and time of 30 seconds. For *E. erythropappus* there was an increase of 14.75 to 93.37% percentage of seeds with embryo at opening 6.0 by the time of 30 seconds. The germination tests showed that the seeds showed no dormancy and when empty seeds were removed from the seed lot germinability was higher. The seeds reached the maximum germination at 10 days for *E. incanus* and 14 for *E. erythropappus* and alternation of temperature (20-30° C) for 10 hours under light was the ideal condition for germination. The germination studies revealed also that germination might take place in the absence of light for both

---

\*Guidance Committee: Antonio Claudio Davide (Supervisor), Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA.

species. For both species phase I of imbibition was attained at 6 hours of imbibition and phase II at 72 hours independently of the conditions tested.

Keywords: forestry seeds, x-ray, seed blower, empty seed, germination,  
*Eremanthus incanus*, *Eremanthus erythropappus*

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

As espécies *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* pertencem à família Asteraceae ou Compositae e são conhecidas como candeias (Correa, 1984a; Correa, 1984b). Estas espécies crescem em campos e pastagens abertas, com manchas de vegetação baixa, cobrindo rapidamente o terreno, sendo encontradas em áreas montano-campestre nos estados da Bahia até o Rio de Janeiro. São comuns nas montanhas de Minas Gerais, especialmente na região de Ouro Preto (CETEC, 1994), em altitudes que variam de 700 a 1200 (*E. incanus*) e 1000 a 1700 (*E. erythropappus*) (NEMAF, 2003).

O interesse pela espécie *Eremanthus incanus* está principalmente na madeira, que apresenta alta resistência, durabilidade e poder energético (CETEC, 1994). Já para *Eremanthus erythropappus*, o produto de maior interesse é o óleo extraído de toda a planta e que contém alfabisabolol. Este princípio ativo apresenta propriedades farmacológicas, sendo largamente utilizado na indústria de cosméticos na forma de hidratantes e loções cicatrizantes (Pérez, 2001).

Embora as espécies de candeia apresentem uma relativa distribuição, principalmente no estado de Minas Gerais, estas vêm sendo ameaçadas pelo corte indiscriminado, visto que o interesse econômico é grande. Este fato levou o Ministério do Meio Ambiente (MMA) a financiar projetos que visem a um correto manejo das espécies dando suporte à utilização racional das mesmas não comprometendo sua sobrevivência.

Uma parte do estudo destas espécies visa à implantação de plantios para futuras extrações de produtos. Para o plantio de mudas, um fator chave é a utilização de sementes de qualidade. No entanto, não existem, até o momento, estudos conclusivos sobre os aspectos físicos, fisiológicos e tecnológicos das sementes destas espécies. Trabalhos iniciais mostram que a porcentagem de germinação das sementes de algumas espécies de *Eremanthus* é bastante baixa (Davide et al., 2000; Chaves & Ramalho, 1996; CETEC 1994), sendo sua causa ainda desconhecida. Uma hipótese levantada por Chaves & Ramalho (1996) é que a baixa porcentagem de germinação de sementes de candeia seja devido a um grande número de aquênios sem sementes. Além disso, a possibilidade de ocorrência de dormência e sensibilidade à dessecação pode também contribuir para a baixa porcentagem de germinação observada.

Portanto, torna-se importante realizar estudos que possibilitem determinar a qualidade das sementes destas espécies, após a dispersão e durante a germinação. Tais estudos podem identificar as causas da baixa porcentagem de germinação observada nas sementes de candeia e propiciar a adoção da correta metodologia a ser empregada durante a análise das sementes e na produção de mudas.

Sendo assim, o principal objetivo deste trabalho foi identificar e sugerir métodos para avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*.

Mais especificamente os objetivos foram:

- a) Identificar e adotar uma metodologia de uso de raios-x para as sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*;
- b) Determinar uma metodologia de beneficiamento de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*);
- c) Determinar as condições ideais para germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização das espécies

*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* são espécies arbóreas pertencentes à família Asteraceae ou Compositae, sendo conhecidas popularmente como candeias (Correa, 1984a, b). São espécies florestais de múltiplos usos e seus produtos mais atrativos são madeiras de alta durabilidade e óleos essenciais.

Pertencem ao grupo ecológico das pioneiras, sendo consideradas precursoras na invasão de campos (Carvalho, 1994). Podem ocasionalmente aparecer em áreas de floresta mesófila, após perturbações levando a ocorrência de uma formação florestal chamada de candeal. Quando isto acontece, o candeal aparece como uma formação pioneira, onde o número de indivíduos de *Eremanthus* diminui gradativamente dando lugar a outras espécies, à medida que a floresta se torna mais estruturada (Pedralli, 1997).

A floração das candeias começa quando a planta atinge três anos de vida e, normalmente, ocorre no início do segundo semestre. No entanto, a época de floração varia de lugar para lugar e de ano para ano, visto que estes eventos estão intimamente ligados às condições ambientais, principalmente à umidade (CETEC, 1994). A frutificação se dá de dois a três meses após a floração, sendo a colheita dos frutos feita de outubro a novembro, quando os mesmos começam a apresentar queda espontânea (Cândido, citado por Silva, 2001).

Em muitas famílias, inclusive Asteraceae, a unidade de dispersão é uma semente aderida a uma estrutura de fruto (Baskin & Baskin, 1998). Para as espécies de candeia, a estrutura de dispersão é um aquênio, característico desta família (Davide et al., 2000; Chaves & Ramalho, 1996).

### 2.1.1 *Eremanthus incanus*

*Eremanthus incanus* pode ter um porte de até 10 m de altura e 25 cm de DAP. Tem como principal produto econômico a madeira empregada na confecção de moirões para cerca devido a sua durabilidade. Aparece geralmente em áreas de cerrado, florestas secundárias e na caatinga com ocorrência predominante em altitudes de 700 a 1200 m (NEMAF, 2003), em regiões que vão de Minas Gerais até São Paulo (Correa, 1984b).

A unidade de dispersão é um aquênio com 3,18mm de comprimento e 1,31mm de diâmetro contendo no máximo uma semente (Figura 1) (Davide et al., 2000).

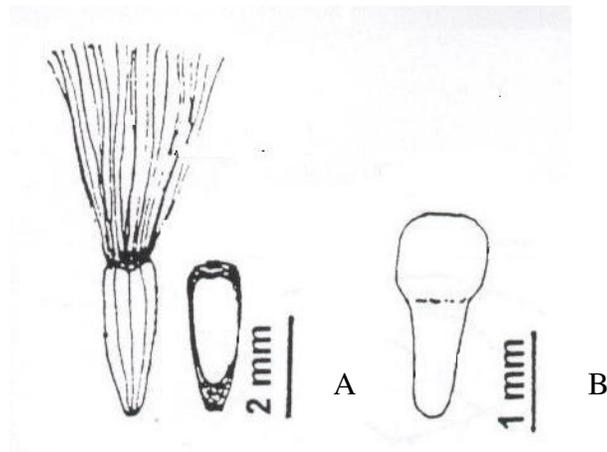


FIGURA 1 Fruto (aquênio) (A) e embrião (B) de *Eremanthus incanus* (Fonte: Davide et al., 2000).

### 2.1.2 *Eremanthus erythropappus*

Para *Eremanthus erythropappus*, existe a sinonímia botânica *Vanillosmopsis erythropappa* (Silva, 2001; Pedralli, 1997; Chaves & Ramalho, 1996). A espécie produz óleo, cujo principal componente é o alfabisabolol que apresenta propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas (Teixeira et al., 1996), sendo utilizado largamente na indústria farmacêutica e de cosméticos principalmente na forma de pomadas, géis, loções cicatrizantes e hidratantes (Pérez, 2001).

A espécie é uma árvore pequena, atingindo até 6 metros de altura e 50 centímetros de diâmetro e ocorre da Bahia até São Paulo (Corrêa, 1984a). Cresce em altitudes de 1000 a 1700 m, em solos pouco férteis, rasos e, predominantemente em áreas de campos de altitude (NEMAF, 2003).

A unidade de dispersão é um aquênio castanho escuro, com dimensões médias de 2,2mm de comprimento por 1,5mm de diâmetro e cada aquênio contém no máximo uma semente (Figura 2). O embrião possui cotilédones carnosos de cor amarelo-clara e um eixo hipocótilo-radícula curto e cilíndrico (Chaves & Ramalho, 1996).

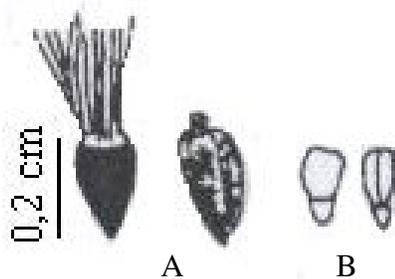


FIGURA 2 Fruto (aquênio) (A) e embrião (B) de *Eremanthus erythropappus* (Fonte: Chaves & Ramalho, 1996).

## **2.2 Formação de sementes**

A formação de uma semente tem início com a união dos gametas masculino e feminino. Nas angiospermas, o processo é conhecido com dupla fertilização, no qual ao atingir o óvulo, um núcleo espermático do grão de pólen fecunda a oosfera dando origem ao zigoto. Enquanto isso, outro núcleo espermático fecunda dois núcleos polares do óvulo dando origem ao tecido de reserva triploide (geralmente endosperma) (Coperland & McDonald, 1998; Bewley & Black, 1994; Carvalho & Nakagawa, 1988).

A partir do momento da fecundação, várias modificações ocorrem, até que ovário e óvulo se transformem respectivamente em fruto e semente (Esaú, 1974). O desenvolvimento das sementes da maioria das espécies ocorre em 3 fases distintas conhecidas como histodiferenciação, expansão (ou deposição de reservas) e secagem na maturação (Bewley & Black, 1994). A partir de um certo nível de desenvolvimento, as sementes estariam aptas a germinar, no entanto isto é impedido, principalmente, pela presença de ABA (ácido abscísico). Este inibidor é encontrado em altas concentrações no início do desenvolvimento das sementes diminuindo ao longo do processo, à medida em que as sementes perdem água durante a secagem (Bewley & Black, 1994). Ao mesmo tempo, as sementes vão adquirindo tolerância à dessecação, o que pode ser atribuído às mudanças fisiológicas que acontecem durante o desenvolvimento e pode incluir a síntese de algumas substâncias protetoras (Bewley & Black, 1994).

Vários fatores ambientais atuam, do momento da fecundação até o desenvolvimento da semente, e podem alterar sua qualidade. Os efeitos se refletem principalmente como alterações observadas sobre o tamanho e o peso das sementes (Coperland & McDonald, 1998) e no número e qualidade das sementes produzidas (Bewley & Black, 1994). Estes fatores podem atuar isoladamente ou assumindo diversas combinações, são eles:

### **Fertilidade do solo**

A maior disponibilidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio, influencia diretamente no tamanho das sementes. Assim, sementes produzidas em condições de alta disponibilidade deste nutriente geralmente são maiores devido a haver uma maior taxa de desenvolvimento das sementes durante o período de enchimento das mesmas (Coperland & McDonald, 1998).

### **Disponibilidade de água**

Secas prolongadas ou baixa umidade do solo entre o período de floração e a coleta faz com que as sementes produzidas sejam menores (Coperland & McDonald, 1998). Se a falta d'água ocorrer até a floração, também há um efeito negativo na produção, no entanto, neste caso o principal efeito é a redução do número de sementes produzidas e não sobre o tamanho das sementes (Coperland & McDonald, 1998, Bewley & Black, 1994). Em algumas espécies como soja, a falta de água, nos primeiros estádios de desenvolvimento, pode ainda induzir a abortos e abscisão (Bewley & Black, 1994).

### **Temperatura**

Temperaturas elevadas durante o desenvolvimento das sementes produzem sementes menores enquanto que temperaturas mais amenas podem favorecer a produção de sementes maiores (Coperland & McDonald, 1998). Isto ocorre porque sob condições de temperaturas mais elevadas há uma redução do período de enchimento das sementes, enquanto que a taxa de crescimento não ocorre na mesma proporção (Bewley & Black, 1994).

### **Luminosidade**

A presença de luz é essencial no processo fotossintético, sendo assim reduzida iluminação para a planta mãe resulta em sementes menores visto que há

uma queda na produção de fotoassimilados necessários para a formação das sementes. Esta redução pode ser tanto por efeitos de sombreamento quanto pela alteração do comprimento do dia (Coperland & McDonald, 1998).

### **Posição do fruto/semente na planta mãe**

A posição da semente na planta mãe pode afetar diretamente a taxa de desenvolvimento da mesma (Coperland & McDonald, 1998). No caso de algumas inflorescências, sementes com posição distal (mais distante da base) são menores visto que estão sujeitas a menores taxas e períodos de enchimento, quando comparadas com sementes proximais (localizadas mais próximas da base) (Coperland & McDonald, 1998). No caso de inflorescências de Asteraceae, a estrutura básica é conhecida como capítulo (Vidal & Vidal, 1995). Neste tipo de inflorescência, as sementes produzidas pelas flores externas são geralmente maiores (Coperland & McDonald, 1998).

Outro aspecto que deve ser considerado, é a distribuição da floração, logo da frutificação no tempo, fato freqüentemente observado em florestais silvestres. Nestes casos, como é ressaltado por Machado & Cícero (2003), durante a colheita de sementes de espécies que apresentam esta variação, é possível encontrar sementes com vários estádios de desenvolvimento, como foi verificado pelos autores em sementes de *Litsea molleoides*. Segundo Coperland & McDonald (1998), frutos menores ou com maturação mais atrasada na planta produzem sementes menores.

### **2.3 Germinação**

A germinação *sensu strictu* começa com a embebição da água pela semente e se completa com o início da elongação do eixo embrionário, (normalmente a radícula) (Bewley & Black, 1994). Sob o ponto de vista tecnológico, a germinação só se completa quando há o desenvolvimento das

estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis (Nassif et al., 1998).

De maneira geral, a germinação envolve a hidratação das sementes, a ativação das enzimas, a quebra de reservas e a retomada do crescimento do embrião. A embebição de água pela semente segue 3 fases distintas (Figura 3), ao mesmo tempo em que ocorrem eventos físicos e bioquímicos como é relatado por Coperland & McDonald (1999).

A primeira fase se apresenta, de forma geral, muito rápida na qual as sementes deixam o estado de quiescência (estado no qual as sementes estão secas e mantêm suas taxas metabólicas mínimas) aumentando a taxa de metabolismo. É a fase onde há uma rápida embebição de água pelas sementes (Figura 3).

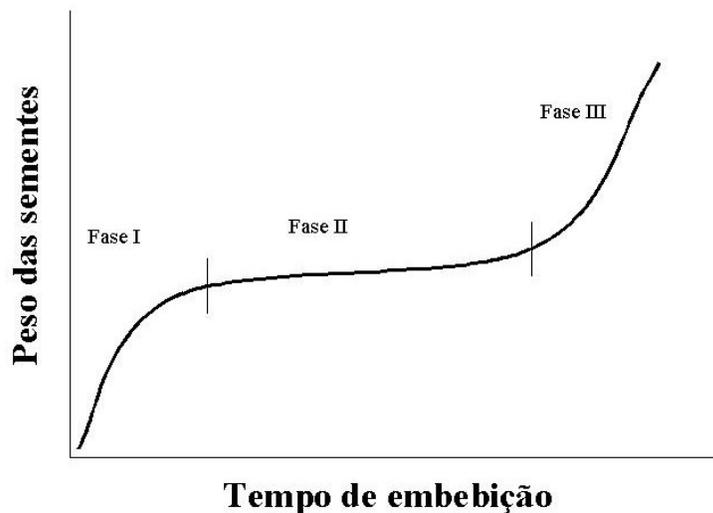


FIGURA 3 Padrão trifásico de absorção de água pela semente (Fonte: Bewley & Black, 1994, modificado).

Bioquimicamente, a fase I é caracterizada pelo aumento acentuado da atividade respiratória, ativação das enzimas e início da degradação das substâncias de reserva (Coperland & McDonald, 1999). Durante esta fase também tem início a reorganização das membranas fosfolipídicas, originalmente desorganizadas nas sementes secas e que, pouco a pouco recuperam sua configuração mais estável (Bewley, 1997).

No início da fase II, é verificado o aumento do tamanho do retículo endoplasmático, ribossomos e RNA ribossômico preparando as células para a quebra, transporte e síntese de substâncias utilizadas ao longo do processo germinativo. A ativação das enzimas é iniciada pela ação de giberelinas, que atuam na síntese de enzimas hidrolíticas como  $\alpha$ -amilase, ribonucleases, endo- $\beta$ -glucanase e fosfatases resultando na degradação do endosperma e suas paredes celulares. Nesta fase começa a ocorrer também o transporte ativo das substâncias desdobradas para os tecidos meristemáticos onde serão ressintetizadas em substâncias utilizadas no crescimento do embrião. Durante a fase II, a semente praticamente não absorve água e a atividade respiratória se estabiliza em relação à fase anterior. A duração da fase II é bastante longa sendo de 8 a 10 vezes maior que a fase I (Bewley, 1997).

A fase III é marcada pelo crescimento da radícula, que se torna funcional e ajuda na absorção de água. O início do crescimento da radícula se dá primeiramente pela alongação celular e somente após romper o tegumento, começa haver divisões celulares (Coperland & McDonald, 1999). A alongação é explicada por três processos distintos, estes podem ocorrer isoladamente ou em combinação dependendo da espécie, segundo Bewley (1997), são eles:

1 - A hidrólise dos polímeros de reserva, durante as primeiras fases de embebição, causa um acúmulo de solutos nas células provocando uma redução do potencial osmótico ( $\Psi\pi$ ). Na tentativa de equilibrar seu potencial osmótico com o meio, a célula absorve mais água, levando à alongação da mesma.

2 - As paredes celulares da radícula se tornam mais frouxas, ganhando maior extensibilidade, o que permite sua alongação. O afrouxamento é provocado pela atividade da enzima endotransglicosilase xiloglucana (XET), que atua sobre as moléculas de xiloglucana presas nas microfibrilas. O afrouxamento também pode ser promovido pela ação de expansinas que rompem as pontes de hidrogênio dos polímeros da parede celular.

3 - O enfraquecimento dos tecidos endospermáticos, que circundam a ponta da radícula permite que esta se alongue. Neste processo não há mudança no potencial osmótico. A redução da resistência é controlada pela ação de hidrolases produzidas e secretadas pelo próprio endosperma.

Com a retomada do crescimento do eixo embrionário, a atividade respiratória também aumenta. Bioquimicamente, as substâncias desdobradas são reorganizadas em substâncias mais complexas, dando origem a componentes celulares, permitindo o crescimento do eixo embrionário (Coperland & McDonald, 1999; Bewley, 1997).

Sob o ponto de vista tecnológico, Segundo Coperland & McDonald (1999), a germinação pode assumir dois tipos básicos de acordo com a posição dos cotilédones ou outros órgãos armazenadores de reservas, são eles:

Germinação epígea - Considerada a mais primitiva na qual o hipocótilo cresce como um arco que rompe o solo e projeta os cotilédones fechados para cima envolvendo uma plúmula. Logo depois, os cotilédones se abrem, a parte aérea cresce rapidamente, começa a fotossintetizar e os cotilédones caem.

Germinação hipógea - Característica das gramíneas, podendo também ser encontrada em outros grupos, inclusive algumas dicotiledôneas. Durante a germinação, os cotilédones ou órgãos de reserva continuam enterrados, enquanto uma plúmula emerge, no caso das gramíneas envolvida pelo coleótilo (tipo de cotilédone que protege a plúmula até que as estruturas rompam o solo). Neste tipo de germinação, o epicótilo cresce rapidamente e os cotilédones ou órgãos de

reserva permanecem no solo e continuam a nutrir a plântula até que toda a reserva seja esgotada e os mesmos se desintegram.

Quando se avalia um lote de sementes pelo teste de germinação, o objetivo é quantificar a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plântulas normais sob condições favoráveis, sendo também possível detectar indícios de dormência e má formação de sementes. Os testes devem ser conduzidos oferecendo às sementes as condições mais favoráveis possíveis, tais como umidade, temperatura, aeração e substrato mais adequados (Popinigis, 1977). A diversidade de sementes, principalmente quando se consideram espécies florestais, é grande. Cada uma delas tem suas próprias características durante a germinação principalmente em relação à temperatura ótima e necessidade de luz.

Estudos anteriores mostram que sementes de candeia apresentam baixa porcentagem de germinação, sendo que suas causas não são esclarecidas. Para *Eremanthus incanus*, a germinação tem início com a alongação da raiz na base do aquênio, a partir do quinto dia de semeadura atingindo um percentual germinativo em canteiro de 32% (Davide et al., 2000). Para *Eremanthus erythropappus*, a germinação tem início oito dias após a semeadura, atingindo de 6% (Chaves e Ramalho, 1996) a 45,75% de germinação em laboratório (CETEC, 1994). Chaves & Ramalho (1996) sugeriram que estes baixos valores de porcentagem de germinação podem ser conseqüência de um grande número de aquênios sem sementes.

### **2.3.1 Fatores que afetam a germinação**

A germinação é uma seqüência de eventos físicos, fisiológicos e bioquímicos e pode ser influenciada por vários fatores intrínsecos e extrínsecos às sementes. Cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais.

### **2.3.1.1 Fatores internos**

#### **Longevidade**

Determinada por características genéticas, representa o período máximo que a semente pode naturalmente permanecer viva. É extremamente variável de espécie para espécie indo de poucos dias, como é o caso de *Inga uruguensis* (Bilia, 1997), até alguns séculos tendo como exemplo algumas leguminosas (Carvalho & Nakagawa, 1988).

#### **Viabilidade**

É o tempo que a semente pode viver dentro do seu período de longevidade. É influenciada pelas condições ambientais durante a maturação (principalmente pelo regime hídrico), pelo grau de injúria mecânica (que pode chegar a matar a semente ou provocar lesões, que permitam a entrada de microorganismos) e pelas condições de armazenamento das sementes (Carvalho & Nakagawa, 1988).

### **2.3.1.2 Fatores externos**

#### **Água**

Todos os processos de crescimento envolvem atividades metabólicas aceleradas e o início da germinação consiste na ativação dos processos metabólicos, pelo aumento da umidade e atividade respiratória da semente (Carvalho & Nakagawa, 1988; Popinigis, 1977).

As sementes exibem potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) muito mais baixo que o ambiente que a circunda, o que favorece a retirada de água do meio pela semente desencadeando o processo de germinação (Coperland & McDonald, 1999). Este potencial hídrico é a soma de três componentes: o osmótico ( $\Psi_\pi$ ), o matricial ( $\Psi_m$ ) e o de parede ou turgor ( $\Psi_p$ ) (Bewley & Black, 1994). Nos primeiros momentos de embebição, o principal responsável pela entrada de água na

semente é o potencial matricial ( $\Psi_m$ ), que se apresenta com valores muito baixos nas sementes secas (paredes celulares e componentes insolúveis da célula - amido e algumas proteínas - absorvem a água) (Bewley & Black, 1994).

A absorção de água é trifásica (Figura 3). A primeira fase é rápida e termina num patamar que depende do tipo de reserva da semente. Sementes cotiledonares, geralmente, atingem este patamar entre 35 e 40% de umidade, enquanto que para endospermáticas, este valor é menor e fica entre 25 e 30% de umidade (Carvalho & Nakagawa, 1988). O aumento do teor de água nas sementes é suficiente para dar início às atividades metabólicas. As estruturas e enzimas necessárias para a germinação estão presentes em sementes secas e maduras e a reidratação é suficiente para reativá-las (Bewley, 1997).

Durante a fase II, mais extensa, praticamente não há absorção de água, visto que o potencial matricial já não atua e há um equilíbrio entre os potenciais osmótico e de parede (Bewley & Black, 1994). As sementes mortas e dormentes (desde que a causa da dormência não seja impermeabilidade a água) não ultrapassam este ponto. Nesta fase, as sementes se mantêm entre 50 e 60 % de água (cotiledonares) e entre 35 e 40 % de água (endospermáticas). A embebição somente é retomada na fase III com o crescimento do eixo embrionário (Bewley, 1997, Carvalho & Nakagawa, 1988).

De acordo com Carvalho & Nakagawa (1988) e Coperland & McDonald (1999), a composição química da semente também exerce influência na taxa de absorção de água pelas mesmas. Desta forma, sementes protéicas absorvem mais água que amiláceas e lipídicas, pois as proteínas exibem pólos com cargas negativas e positivas que atraem fortemente as moléculas de água. A presença de mucilagens, pectinas e celulose da parede celular também interfere aumentando a capacidade de absorver água (Coperland & McDonald, 1999).

A absorção de água pela semente é diferente nos diferentes tecidos. O tegumento é o que menos absorve, em segundo lugar vem o tecido de reserva e

por último, os que mais absorvem são os tecidos meristemáticos (Carvalho & Nakagawa, 1988).

Apesar da água desempenhar um papel de extrema importância, tirando as sementes do estado de quiescência, o excesso de água durante a germinação é prejudicial, visto que pode gerar uma condição de anaerobiose como é ressaltado por Coperland & McDonald (1999), Baskin & Baskin (1998), ISTA (1993) e Carvalho & Nakagawa (1988).

### **Temperatura**

A germinação é uma seqüência de reações bioquímicas na qual as substâncias de reserva são desdobradas, transportadas e ressintetizadas. Assim, a temperatura durante a germinação influencia na velocidade de embebição de água e na velocidade das reações bioquímicas do processo germinativo. Dentro de certos limites, a germinação será tanto mais rápida e o processo germinativo mais eficiente quanto maior for a temperatura encontrada pelas sementes (Carvalho & Nakagawa, 1988).

As sementes possuem temperaturas adequadas para sua germinação, sendo os limites conhecidos como temperaturas cardinais de germinação. São elas: temperatura mínima - aquela abaixo da qual não há germinação visível em um período de tempo razoável; temperatura máxima - aquela acima da qual não há germinação, visto que começa a haver desnaturação das enzimas essenciais à germinação (Coperland & McDonald, 1999); temperatura ótima - é o ponto onde ocorre um número máximo de sementes germinadas num período de tempo mínimo (Carvalho & Nakagawa, 1988). Geralmente, a temperatura ótima está mais próxima da temperatura máxima que da mínima (Popinigis, 1977) e está ligada às características ecológicas das espécies (Figliolia et al., 1993).

A temperatura ótima, para a maioria das espécies, está entre 15 e 30 °C e a máxima geralmente fica entre 30 e 40°C (Coperland & McDonald, 1999). A

temperatura mínima é extremamente variável, visto que algumas espécies podem germinar sob condições de temperatura próximas de congelamento, como é o caso de algumas flores de regiões temperadas (Coperland & McDonald, 1999). Também é importante considerar que para uma mesma espécie, quanto mais vigorosa a semente, maior a amplitude da faixa de temperatura ótima de germinação (Coperland & McDonald, 1999; Carvalho & Nakagawa, 1988).

Sementes de algumas espécies podem precisar de flutuação diária de temperatura, sendo este fato frequentemente observado em espécies silvestres (Coperland & McDonald, 1999). Esta necessidade pode estar associada a algum tipo de dormência, sendo comum em espécies que são dispersas na superfície do solo sem vegetação ao redor. As razões do efeito da alternância sobre a germinação ainda não foram totalmente explicadas. Parece que a flutuação diária de temperatura influencia os passos da germinação, e acredita-se que isto pode acontecer de duas formas. Na primeira, provoca mudanças na estrutura molecular de alguns componentes celulares, que originalmente retardariam a germinação. Na segunda, pode promover um equilíbrio entre os produtos intermediários da respiração ao alternar ciclos de temperaturas baixa e alta estimulando a germinação (Coperland & McDonald, 1999).

## **Luz**

Certas espécies possuem sementes que exigem luz para germinar, sendo esta exigência controlada pela quantidade e qualidade da luz presente. A luz natural é composta por vários comprimentos de onda estando a luz visível entre 400 e 700  $\eta\text{m}$ .

Os comprimentos de onda, que exercem maior influência na germinação, situam-se na região do vermelho (660 a 700  $\eta\text{m}$ ) e infravermelho ou vermelho distante (720 a 760  $\eta\text{m}$ ). O controle da germinação pela luz é feito sobre um pigmento protéico conhecido como fitocromo, que em sua forma mais



Vários autores, citados por Baskin & Baskin (1998), relatam que algumas espécies de Asteraceae como por exemplo *Bidens pilosa* requerem luz para germinar a temperaturas constantes, mas germinam em luz e escuro a temperaturas alternadas. Sementes de *Matricaria recutita* (Nobrega et al., 1995), e *Eremanthus erythropappus* (Chaves & Ramalho, 1996), ambas Asteraceae, também mostram bom desempenho em germinação na presença de luz.

### **Oxigênio**

O oxigênio é o combustível para todos os processos de degradação das reservas da semente, disponibilizando-as para o desenvolvimento do eixo embrionário.

Quando as sementes secas são colocadas para embeber, em um primeiro momento, há um desprendimento de gases conhecido como “wetting burst” (Bewley & Black, 1994) que engloba um período relativamente curto e que embora variável entre espécies, geralmente dura poucos minutos. A partir daí, tem início o consumo de oxigênio, que é considerado baixo (no máximo de 10%), não sendo a condição atmosférica limitante para que ocorra a germinação (Carvalho & Nakagawa, 1988).

O padrão de consumo de oxigênio, pelas sementes da maioria das espécies, segue um modelo básico sendo no entanto diferente entre os tecidos embrionários e de reserva durante os últimos momentos da germinação. Segundo Bewley & Black (1994) são eles:

Fase I - Coincide com a fase I de embebição (Figura 3) na qual a atividade respiratória cresce linearmente com a hidratação dos tecidos. O brusco aumento do consumo de oxigênio pode ser atribuído, em parte, à hidratação e ativação das enzimas mitocondriais envolvidas no ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs) e na cadeia de transporte de elétrons.

Fase II - O consumo de oxigênio se estabiliza, ou cresce muito lentamente e também coincide com a fase II de embebição (Figura 3).

Fase III – Coincide com a fase III da embebição (Figura 3). Neste momento há outro arranque respiratório, que pode ser atribuído ao aumento da atividade mitocondrial e das enzimas respiratórias das células axiais.

Fase IV – É observada somente nos tecidos de reserva. Nesta fase a atividade respiratória cai brusca e linearmente, à medida que as reservas se esgotam.

Apesar de a demanda de oxigênio ser baixa durante a germinação, condições anaeróbicas podem comprometer o avanço do processo germinativo (Bewley, 1997; Bewley & Black, 1994). Esta deficiência pode resultar em acúmulo de piruvato durante a glicólise (Bewley, 1997), ou ainda através de respiração anaeróbica (ou fermentação) produzir etanol e gás carbônico ou ácido lático se não houver descarboxilação (Bewley & Black, 1994), gerando condições tóxicas para as sementes.

Cuidado especial deve ser tomado, quando se executa trabalhos experimentais. Neste caso, condições anaeróbicas podem ser produzidas, quando a água é adicionada em excesso formando uma película ao redor das sementes, o que impede as trocas gasosas entre as mesmas e o meio prejudicando, o processo germinativo (Baskin & Baskin, 1998; ISTA, 1993).

### **2.3.3 Substrato**

O substrato tem a função de promover o ambiente no qual a semente pode germinar e se desenvolver. Na escolha do substrato, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz e ainda, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (Figliolia et al., 1993).

Segundo Oliveira (2000), os substratos comumente recomendados apresentam uma variação na composição, toxicidade às sementes, associação com patógenos, aeração e capacidade de retenção de umidade.

Usualmente tem se verificado maior utilização de papel (principalmente sobre papel) para sementes menores de 2 cm (Leonhardt et al., 2002). Esta tendência foi confirmada por Fontinelli et al. (1996), em estudo com sementes de *Lycopersicon esculentum* ao testar vários substratos para germinação. Chaves & Ramalho (1996), em estudos sobre a morfologia da candeia e Nóbrega et al. (1995), estudando germinação de sementes de camomila, realizaram os testes sobre papel.

Baskin & Baskin (1998) ressaltam que, quando substratos de areia ou solo são usados para sementes muito pequenas, pode fazer com que as mesmas se enterrem quando for adicionada água, dificultando avaliações e até mesmo alterando o comportamento das sementes durante a germinação.

#### **2.4 Uso de raios-x na avaliação de sementes**

A descoberta dos raios-x se deu em 1895 por Wilhelm Rontgen e a primeira radiografia de que se tem conhecimento foi feita por ele alguns dias depois. Anos mais tarde, os raios-x tornaram-se conhecidos em todo o mundo e começaram a ser utilizado em várias áreas, da medicina à qualidade de materiais (Nestlehner, 2003).

O uso de raios-x na avaliação da qualidade física de sementes, teve início com os trabalhos de Simak e Gustafsson, na década de 50 e hoje em dia é bastante usado como rotina em vários laboratórios de análise. Sua utilização torna-se especialmente interessante, quando há a necessidade de avaliar um grande número de sementes, ou se for necessário o uso de testes não destrutivos como é ressaltado por Simak et al. (1989).

Quando os raios-x são disparados sobre as sementes, a radiação é absorvida diferentemente pelas partes da mesma, dependendo da espessura e densidade de seus tecidos (Simak, 1991; Bino et al., 1993). Os raios-x, que atravessam os tecidos, atingem o filme (formado por cristais de prata reduzida que se torna oxidada pela radiação) e registram neste uma imagem permanente que poderá ser posteriormente analisada (ISTA, 1993).

Com o uso da técnica de raios-x é possível analisar com rapidez as estruturas internas e o estágio de desenvolvimento do embrião (Seed News, 2001). Uma análise de raios-x em sementes não é considerado como um teste que avalia qualidade fisiológica das mesmas, mas dá informações sobre sua viabilidade, permitindo a detecção de patógenos e insetos (muitas vezes possibilitando sua identificação), danos mecânicos de várias origens e identificando sementes vazias (Simak, 1991).

Outra vantagem do uso de raios-x em sementes é que sua utilização elimina qualquer tratamento prévio, fazendo com que as mesmas não sejam destruídas. Isto permite a comparação com outros testes usados em análise como tetrazólio e cortes ou ainda que sejam semeadas para comparação com o teste de germinação (Oliveira, 2000; Simak, 1991).

Até recentemente, a quantificação de sementes vazias era feita através de cortes ou ao final de testes de germinação. A partir da década de 90, o uso de radiografias começou a ser recomendado pelas Regras Internacionais de Análise de Sementes, como ferramenta para sua identificação e quantificação destas sementes (Simak, 1991).

Comenta-se sobre danos biológicos causados pela ação dos raios-x sobre as sementes. Até certo ponto, não há nenhum efeito negativo da radiação sobre as mesmas se a exposição for pequena (Simak, 1991), sendo a radiação utilizada em análise de sementes assim considerada. Segundo o mesmo autor, a sensibilidade é variável de espécie para espécie e, geralmente, aumenta para

sementes mais úmidas e para espécies que possuem cromossomos maiores, como é o caso das coníferas.

Em um estudo com duas espécies de coníferas, apenas uma exposição à radiação não causou nenhum efeito negativo sobre as sementes. Os danos começaram a aparecer a partir de cerca de seis exposições seguidas (Simak, 1991). Bino et al. (1993), em estudo com sementes de *Arabidopsis* submetidas a uma radiação de 10 Kv por 45 segundos concluíram que não houve danos às mesmas, quando comparados os dados de germinação destas sementes com os daquelas que não foram expostas à radiação.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and Dormancy. **The Plant Cell**, Rockville, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, July 1997.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. Plenum Press: New York and London. 1994. 445 p.
- BILIA, D. A. C. **Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Inga uruguensis* Hook. Et. Arn.** 1997. 88 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- BINO, R. J.; AARTSE, J. W.; BURG, W. J. van der. Non-destructive X-ray analyses of Arabidopsis embryo mutants. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 167-170, June 1993.
- CARVALHO, M. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640 p.
- CETEC. **Ecofisiologia da candeia**. Belo Horizonte, 1994. 104 p.
- CHAVES, M. M. F.; RAMALHO, R. da S. Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família Asteraceae (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip e *Vernonia discolor* (Spreng.) Less). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 1-7, 1jan./mar. 1996.
- CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1984a. v. 1, 669 p.
- CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1984b. v. 5, 687 p.

COPERLAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. London: Kluwer Academic Publishers, 1999. 409 p.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; MALAVASI, M. de M. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de candeinha (*Eremanthus incanus* Less.) – Asteraceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n.1, p. 127-133, 2000.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**: Tradução: Berta Lange de Moretes. São Paulo, Edgard Bluncher, UNESP, 1974. 293p.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. de C.; PIÑA RODRIGUES, F. C. M. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FONTINELLI, I. S. C.; OLIVEIRA, A. P.; LIMA, A. A. Temperaturas e substratos para teste de germinação em sementes peletizadas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15.; WORKSHOP SOBRE MARKETING EM SEMENTES E MUDAS, 3., 1996, Gramado. **Anais...** Gramado: CESM/FELAS, 1996. p. 59.

ISTA. **International rules for seed testing**. Zurich: Seed Science and Technology, 1993. n. 21, 363 p. Suplemente.

LEONHARDT, C.; ROMANO, L. R.; VOGEL, O. ; CARDOSO, P. C. **Sementes florestais**: situação da produção de sementes florestais. Disponível em: <<http://members.tripod.com/agropage/floresta.html>>. Acesso em 07 jun. 2002.

MACHADO, C. F.; CÍCERO, S. M. ‘Aroeira-branca’ (*Lithraea molleoides* (Vell. Engl. – Anacardiaceae) seed quality evaluation by the X-ray test. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 60, n. 2, p. 393-397, abr./jun. 2003. Disponível em: <[www.sciello.com](http://www.sciello.com)>. Acesso em: 18 nov. 2003.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Germinação de sementes – Fatores externos (ambientais) que influenciam a germinação. **Informativo Sementes IPEF**. abr, 1998.

NEMAF, Núcleo de Estudos em Manejo Florestal. **“Sistema de Manejo para a Candeia (*Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*)”**. Disponível em: <[www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf](http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf)>. Acesso em: 01 out. 2003.

NESTLEHNER, W. **Raio-X**. Disponível em:  
<[www.geocities.com/capecanaveral/7754/raio-x.htm](http://www.geocities.com/capecanaveral/7754/raio-x.htm)>. Acesso em: 25 maio 2003.

NOBREGA, L. H. P.; JÚNIOR, C. C.; RODRIGUES, T. de J. D.;  
CARREGARI, S. M. R. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de camomila (*Matricaria Recutita*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 137-140, 1995.

OLIVEIRA, L. M. de **Avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) pelos testes de germinação, tetrazólio e raios-x**. 2000. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEDRALLI, G. Estrutura diamétrica, vertical e análise do crescimento da “candeia” (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip.) na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 21, n. 2, p. 301-306, abr./jun. 1997

PEREZ, J. F. M. **Sistema de manejo para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

SEED NEWS. **Avaliação da qualidade de sementes**. Reportagem de capa maio/jun 2001. Disponível em:  
<<http://www.seednews.inf.br/português/seed53/artigocapa53.html>>. Acesso em: 10 jun. 2003.

SILVA, A. C. da. **Variações genéticas entre e dentro de procedências de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2001. 32 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG..

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by x-radiography. In: ISTA. **Tree and shrub seed handbook**. Zurich: Switzerland, 1991. paginação irregular.

SIMAK, M.; BERGSTEM, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end of germination test by radiography. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 17, n. 2, p. 361-369, 1989.

TEIXEIRA, M. C. B.; NUNES, Y. R. F.; MAIA, K. M. P.; RIBEIRO, R. N. Influência da luz na germinação de sementes de candeia (*Vanillosproopsis erythropappa* Shuh. Bip). In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICA, 28., 1996, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBB. Pontifca Universidade Católica de MG, 1996. p. 35-41

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica-organografia**. 3. Ed. Viçosa: UFV, 1995. 114 p.

## CAPÍTULO 2

### **USO DE SOPRADOR DE FLUXO DE AR (TIPO SOUTH DAKOTA) E RAIOS-X NA SEPARAÇÃO DE SEMENTES VAZIAS EM LOTES DE SEMENTES DE CANDEIA (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)**

#### **1 RESUMO**

TONETTI, Olívia Alvina Oliveira. **Uso de soprador de fluxo de ar (tipo South Dakota) e de raios-x na separação de sementes vazias em lotes de sementes de candeias (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)**. Lavras:UFLA, 2004. Cap. 2, p.27-49. (Dissertação – Mestrado em Florestas de Produção) \*

Este capítulo teve como objetivos definir um protocolo para utilização de raios-x em sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* e sugerir um método para separação das sementes vazias. As sementes utilizadas foram colhidas nos anos de 2001 e 2002, respectivamente, em Morro do Pilar e Lavras (*E. incanus*) e em Carrancas e Lavras (*E. erythropappus*). As sementes foram secas, limpas e guardadas em sacos semipermeáveis, em câmara fria até o momento dos testes. Foram realizados testes de umidade, pureza e germinação antes dos experimentos de separação. Para determinar o padrão de raios-x, as sementes foram colocadas sobre placas de acrílico, coladas com fita adesiva de dupla face. Foram testadas potências de radiação de 10, 20, 30 e 40 Kv pelos tempos de 30, 45 e 60 segundos. A separação das sementes foi feita em soprador tipo South Dakota regulado nas aberturas 2, 3, 4, 5 e 6 em tempos de 30 e 60 segundos de ventilação. As avaliações foram feitas pesando as sementes que permaneceram no soprador (fração pesada) e sobre a quantidade de sementes com embrião nesta mesma fração feita pela análises de raios-x. O número de sementes por quilograma foi determinado para os lotes de 2002 na condição original e no melhor tratamento encontrado. A combinação que gerou melhor visualização das radiografias e possibilitou categorizar as sementes em cheias, vazias e mal formadas foi 30Kv por 45 segundos. O uso do soprador foi eficiente para eliminar as sementes vazias para ambas as espécies. Os melhores

---

\* Comitê Orientador: Antonio Claudio Davide (Supervisor), Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA.

tratamentos encontrados foram abertura 3,0 e tempo de 30 segundos que possibilitou a elevação de 71,25 para 98,50% de sementes com embrião para *E. incanus*. Para *E. erythropappus* houve um aumento de 14,75 para 93,37% de sementes com embrião na abertura 6,0 pelo tempo de 30 segundos. O número de sementes por quilograma caiu consideravelmente confirmando que as sementes vazias foram eliminadas pelo tratamento concentrando as sementes mais densas.

Palavras-chave: sementes florestais, raios-x, soprador de sementes, sementes vazias, *Eremanthus incanus*, *Eremanthus erythropappus*

## 2 ABSTRACT

TONETTI, Olívia Alvina Oliveira. **Use of air flux blower (type South Dakota) and x-rays analyses for separation of empty seeds in lots candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. and *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish).** Lavras: UFLA, 2004. Chap. 2, p.27-49. (Master Dissertation in Production Forest)\*

This chapter was performed to define a protocol to be used for x-ray analyses in *Eremanthus incanus* and *Eremanthus erythropappus* seeds and suggest a method for separation of empty seeds. The seeds used were collected in the years 2001 and 2002, respectively in Morro do Pilar and Lavras (*E. incanus*) and in Carrancas and Lavras (*E. erythropappus*). The seeds were dried, cleaned and kept in semi-permeable bags in a cold room until the moment of the tests. Tests of moisture content, purity and germination were performed before the experiment of separation of the seeds. To determine the x-rays pattern the seeds were placed on acrylic plates and glued with a double face adhesive tape. Potency radiation of 10, 20, 30 and 40 Kv and times of 30, 45 and 60 seconds were tested. Seed separation was performed at South Dakota blower adjusted at opening of 2, 3, 4, 5 and 6 and times of 30 and 60 seconds. The evaluations were performed through weighting the seeds that stayed inside the blower and through the x-ray analyses using the number of seeds with embryo from this fraction. The number of seeds per kilogram was determined for the seed lots of 2002 at the original condition and in the best treatment found. The combination that allowed visualization of the radiographs and enabled to categorize the seeds in full, empty and badly shaped was 30 Kv for 45 seconds. The use of blower was efficient in removing empty seeds from the seed lot for both species. The best treatments found were opening 3,0 and 30 seconds that enabled to increase from 71.25 to 98.50% the percentage of the seeds with embryo *E. incanus*. For *E. erythropappus* there was an increase of 14.75 to 93.37% of percentage of seeds with embryo at opening 6.0 by time of 30 seconds. The number of seeds per kilogram dropped substantially confirming that the empty seeds were eliminated by the treatments concentrating only dense seeds.

Keywords: forestry seeds, x-ray seed blower, empty seed, *Eremanthus incanus*, *Eremanthus erythropappus*

---

\*Guidance Committee: Antonio Claudio Davide (Supervisor), Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

Sementes do gênero *Eremanthus* apresentam normalmente germinação considerada baixa (Chaves & Ramalho 1996). Alguns autores sugerem que estas sementes possuem dormência ou apresentam sensibilidade à dessecação. Além disso, Chaves & Ramalho (1996) sugeriram que as sementes de *Eremanthus erythropappus*, no momento da dispersão, encontram-se vazias. Todavia, estas hipóteses nunca foram efetivamente testadas.

Souza et al. (2001) propôs que as sementes vazias podem ser separadas por diferença de densidade com o uso de peneiras, mesa gravitacional, centrifugação, separadores e soluções diversas, como álcool, maltodextrina e sacarose. A imersão das sementes, em um meio líquido, faz com que as sementes mais leves (chochas ou vazias) permaneçam na superfície, facilitando sua remoção. Esta técnica foi utilizada por Souza et al. (2001) em sementes de *Matricaria chamomilla*.

No entanto, dependendo da solução utilizada, há a possibilidade de que a semente absorva esta solução, o que pode comprometer sua qualidade. Sendo assim, o uso de técnicas que separem as sementes por fluxos de ar parece ser mais apropriado. Nóbrega et al. (1995), melhoram substancialmente a qualidade de lotes de sementes de camomila usando soprador do tipo General Seed Blower.

O uso de raios-x é uma técnica que pode ajudar na avaliação da qualidade física de sementes, por permitir a visualização das estruturas internas das mesmas. Além disso, a utilização de raios-x tem a vantagem de permitir que se avalie um grande número de sementes com relativa rapidez (Simak et al., 1989). Com o uso da técnica, é possível analisar as estruturas internas e o estágio de desenvolvimento do embrião, além de vários tipos de danos mecânicos nas

sementes e infestação por insetos (Seed News, 2001; Simak, 1991). Outra vantagem é que pelo fato de que as sementes não necessitem de nenhum tratamento prévio, a análise de sementes por meio de raios-x não é uma técnica destrutiva. Isto possibilita que as sementes sejam semeadas para comparação com outros testes, como por exemplo, o de germinação. O teste também tem a vantagem de ser facilmente reproduzível devido ao fato de não sofrer influência externa (Oliveira, 2000).

Até recentemente, a quantificação de sementes vazias era feita através de cortes ou ao final de testes de germinação. A partir da década de 90, os raios-x começaram a ser recomendados pelas Regras Internacionais de Análise de Sementes como ferramenta para sua quantificação (Simak, 1991).

Em linhas gerais, quando a radiação é disparada sobre as sementes, esta é absorvida diferentemente pelas partes da semente dependendo da espessura e densidade de seus tecidos. Os raios-x, que atravessam os tecidos, atingem o filme (formado por cristais de prata reduzida que se torna oxidada pela radiação) e registram no mesmo uma imagem permanente que poderá se posteriormente analisada (Bino et al., 1993; Simak, 1991).

Este trabalho teve como objetivos adotar uma metodologia de uso de raios-x, para as espécies (*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*) e determinar uma metodologia, para beneficiamento de suas sementes.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Origem das sementes

As sementes foram colhidas em dois anos consecutivos, em altitudes que variaram de 860 a 1000 m para *Eremanthus incanus* e de 1000 a 1250 m para *Eremanthus erythropappus*. As sementes de *E. incanus* foram coletadas no município de Morro do Pilar (MG), em outubro de 2001 e em Lavras (MG) em outubro de 2002. As sementes de *E. erythropappus* foram coletadas no município de Carrancas (MG), em outubro de 2001 e em Lavras (MG) em outubro de 2002. Após a colheita, os frutos foram transportados em sacos telados ao Galpão do Viveiro Florestal, do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, onde foram beneficiados e secos (Figura 5).

### 4.2 Beneficiamento

Após a colheita, os lotes do ano de 2001 foram pré-secos e mantidos em sacos de papel por 30 dias em sala ventilada. Após este período foram espalhados em bandejas metálicas, cobertos com sombrite e deixados ao sol por mais 15 dias.

Os lotes de 2002 foram, imediatamente, espalhados em bandejas metálicas, cobertos com sombrite e deixados a pleno sol por 7 dias e mais 4 dias em uma casa de vegetação mantida seca (42-43°C/13%UR).

Após estes processos, os frutos pertencentes aos lotes coletados em 2001 e 2002, foram passados por peneiras, acondicionados em sacos de papel e levados a uma sala de secagem (20°C/60%UR), permanecendo neste ambiente por 20 dias.

Para finalizar o processo de limpeza, os frutos foram passados por um soprador tipo General marca DeLeo regulado na abertura 11 por 2 minutos e em

seguida em uma peneira número 10. Foram consideradas sementes as unidades de dispersão conhecidas por aquênio. As sementes foram mantidas em câmara fria ( $5^{\circ}\text{C}/60\%\text{UR}$ ), em sacos plásticos semipermeáveis até o momento dos testes.

Todos os passos do beneficiamento estão ilustrados na Figura 5.

### 4.3 Caracterização dos lotes

#### 4.3.1 Teste de umidade

Antes de as sementes serem levadas para câmara fria, foi determinado o grau de umidade dos lotes. Para isso foi utilizada uma amostra de dois gramas de sementes para cada lote. O teste foi realizado com 4 repetições de 0,5 gramas, utilizando como recipiente papel alumínio.

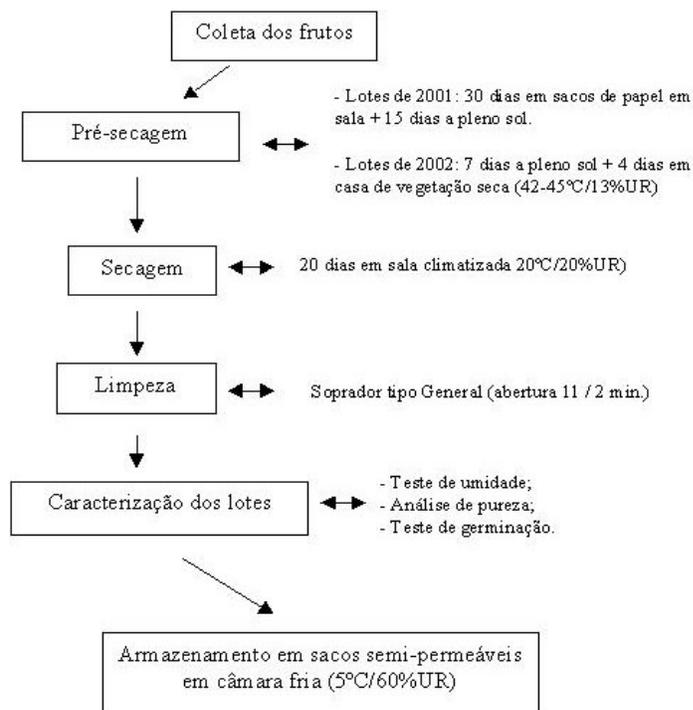


FIGURA 5 Esquema da coleta, beneficiamento e caracterização dos lotes.

O procedimento foi em estufa com circulação de ar (103°C/17h), de acordo com ISTA (1993). Foram anotados os pesos úmidos e as amostras foram levadas à estufa (Marca FANEM modelo 320-SE). Após 17 horas, as amostras foram retiradas da estufa, deixadas esfriar em dessecador contendo sílica-gel e pesadas novamente. A umidade foi obtida pela média das 4 repetições e foi calculada pela diferença de peso, em base úmida, pela fórmula:

$U = [(PU - PS) / (PU - T)] \times 100$ , onde:

U = umidade das sementes

PU = peso úmido das sementes (incluindo a tara)

PS = peso seco das sementes (incluindo a tara)

T = tara (peso do papel usado como recipiente)

#### **4.3.2 Pureza**

Para a determinação das sementes puras dos lotes originais foi usada a definição proposta pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), na qual, para estruturas de dispersão do tipo aquênio são consideradas semente puras:

- Todos os aquênios e pedaços destes maiores que a metade do tamanho original, a menos que seja óbvio que não contenham sementes;
- Sementes e pedaços das mesmas, maiores que metade do tamanho original, com ou sem pericarpo.

Foram analisadas duas amostras de 1,4 gramas para cada lote e quantificadas as sementes puras, outras sementes e material inerte. O resultado final foi dado em porcentagem de sementes puras do lote.

#### **4.3.3 Germinação**

Uma amostra das sementes puras de cada lote foi testada quanto à sua viabilidade pelo teste de germinação. As sementes foram lavadas em hipoclorito

de sódio 2%, por dois minutos, e em seguida lavadas em água destilada. As amostras foram levadas para germinadores tipo Mangelsdorfii regulados a temperatura de 20-30°C/10 horas de luz, em gerbox, tendo como substrato 3 folhas de papel mata borrão. Foram testadas 4 repetições de 50 sementes. O teste teve duração de 15 dias e o resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais.

#### **4.4 Calibração do aparelho de raios-x**

##### **4.4.1 Radiografias**

Para o ajuste do aparelho de raios x, foram utilizadas somente amostras dos lotes de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* coletados no ano de 2002.

Foi utilizado um aparelho de raios-x marca Faxitron, modelo 43855X, ajustado para as potências de 10, 20 30 e 40 Kv pelos tempos de exposição das sementes de 30, 45 e 60 segundos. As sementes foram coladas em fita adesiva transparente de dupla face, sobre uma placa de acrílico transparente, com 2mm de espessura, e medindo 16x17 cm. Após a montagem sobre as placas, as sementes foram levadas ao interior do aparelho de raios-x sobre um filme Kodak MR 2000 (18 x 24 cm). Após este procedimento a radiação foi disparada e os filmes revelados. Foi adotado a combinação de tempo de exposição e potência que melhor permitiu a visualização das estruturas internas das sementes.

De acordo com a morfologia interna visualizada nas radiografias, as sementes foram divididas nas seguintes categorias: sementes cheias (apresentavam um embrião bem formado, ocupando todo o interior do aquênio), mal formadas (sementes que apresentavam um embrião, porém este ocupava apenas parte do aquênio) e vazias (aquelas que não apresentavam embrião). As sementes cheias e mal formadas foram denominadas sementes com embrião.

#### **4.4.2 Germinação**

Amostras de sementes identificadas como vazia, cheia e mal formada identificadas após análise radiológica foram levadas para germinar. O teste de germinação seguiu os mesmos passos do item 4.3.3. Para *E. incanus*, foram testadas 4 repetições de 10 sementes e para *E. erythropappus*, 3 repetições de 8 sementes em cada categoria. Foram anotados protrusão de radícula e plântulas normais e o resultado foi expresso em porcentagem.

#### **4.5 Separação das sementes**

Para separação das sementes, em vazias e material inerte das sementes com embrião (mal formadas e cheias), foi montado um experimento utilizando um soprador tipo South Dakota, marca De Leo. Foi executado um pré-teste para determinar as aberturas utilizadas. Aberturas abaixo de 2,0 não conseguiram produzir fração leve enquanto aberturas acima de 6,0 removeram todas as sementes para a fração leve, para ambas as espécies. Entenda-se por fração leve a porção possível de ser transportada pela ventilação provocada pela abertura e fração pesada a porção que não consegue ser transportada pela ventilação promovida pelo aparelho.

O soprador foi regulado nas aberturas de 2,0, 3,0, 4,0, 5,0 e 6,0 e tempos de ventilação 30 e 60 segundos. Cada tratamento constou de 4 repetições de 2,0 gramas de sementes. Separada a fração pesada, esta foi limpa manualmente retirando o material inerte residual, as sementes puras obtidas foram pesadas e o peso transformado em porcentagem do peso original. A porcentagem de sementes com embrião na fração pesada foi quantificada pela análise de raios-x.

Para análise de raios-x, foram retiradas amostras de 50 sementes de cada fração pesada gerada pelos tratamentos e submetidas à análise radiológica. A preparação das placas seguiu os mesmos critérios do item 4.4.1 e a exposição foi 30 Kv e 45 segundos (que permitiu melhor visualização).

Para ambas as espécies, sementes do ano 2002, na condição original e no melhor tratamento encontrado após o soprador, foi determinado o número de sementes por quilograma, de acordo com a metodologia proposta pelas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Para esta quantificação foram utilizadas 8 amostras de 100 sementes de cada, as quais foram pesadas em balança com aproximação de 0,0001. O resultado foi o número médio de sementes por quilograma calculado pela seguinte fórmula:

$$NSKg = 100.000 / X$$

Onde:

NSKg = número de sementes por Kg;

X = peso de 100 sementes.

Os passos deste experimento encontram-se resumidos na Figura 6.

Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico SISVAR com probabilidade de  $F < 1\%$  e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05.

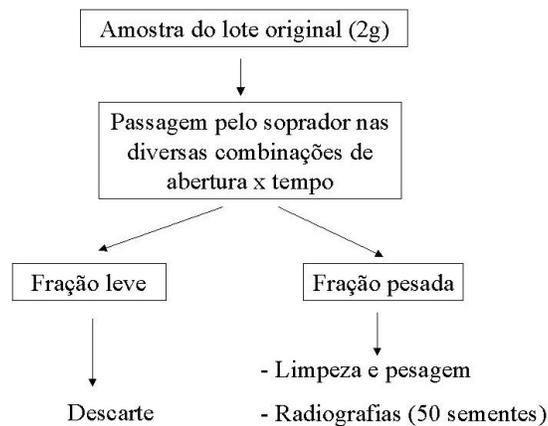


FIGURA 6 Esquema geral dos passos de separação das sementes vazias dos lotes de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização dos lotes de sementes

As características originais de umidade, pureza e germinação dos lotes de sementes utilizados encontram-se na Tabela 1.

A umidade de equilíbrio das sementes de *Eremanthus incanus* ficou entre 7,0 e 9,5 % considerando base úmida, enquanto, que para *Eremanthus erythropappus*, ficou um pouco acima, entre 8,0 e 10,2%. A pureza variou para as duas espécies e os lotes de 2002 se mostraram com maior qualidade quanto, a este critério. A germinação também variou e aparentemente *Eremanthus incanus*, mostra melhores resultados de germinação que *Eremanthus erythropappus* quando as sementes não sofrem qualquer tratamento.

### 5.2 Calibração do aparelho de raios-x

Os resultados das combinações de potência (Kv) e tempos utilizados na calibração do aparelho encontram-se apresentadas na Tabela 2.

TABELA 1 Umidade, pureza e germinação dos lotes de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* utilizados nos experimentos de raios-x e separação de sementes.

<b>Espécie</b>	<b>Lote</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Pureza (%)</b>	<b>Germinação (%)</b>
<i>Eremanthus incanus</i>	2001	9,5	38,26	64,5
<i>Eremanthus incanus</i>	2002	7,0	84,86	41,5
<i>Eremanthus erythropappus</i>	2001	10,2	48,60	15,5
<i>Eremanthus erythropappus</i>	2002	8,0	58,19	11,5

TABELA 2 Potências (Kv) e tempos (s) utilizados em radiografias de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*.

Potência (KV)	Tempo (s)	Característica da radiografia
10	30	não visível
	45	não visível
	60	não visível
20	30	não visível
	45	pouco visível
	60	visível, com pouco contraste
30	30	visível, com pouco contraste
	45	visível, com bom contraste
	60	visível, com bom contraste
40	30	visível, porém muito escura, pouco contraste.
	45	Muito escura, impossível definir estruturas.
	60	Muito escura, impossível definir estruturas.

As imagens observadas nas radiografias obtidas na potência de 30 Kv, geralmente, permitiram melhor visualização, sendo que os tempos de exposição de 45 e 60 segundos favoreceram uma melhor distinção das estruturas internas das sementes. Geralmente o uso de procedimentos mais rápidos é o indicado, visto que reduz o tempo de operação em rotina de laboratórios.

A variação de visibilidade e contraste observada pela alteração da potência (Kv), pode ser explicada da seguinte forma: quanto maior for o valor de Kv, maior será a energia contida no feixe de raios, sendo assim maior seu poder de penetração (Bonzanini Neto, 2003). Assim, de acordo com os resultados obtidos neste trabalho potências abaixo de 30Kv, não foram capazes de registrar imagens bem definidas, por outro lado, potências acima de 40Kv, permitiram a passagem da radiação com muita facilidade, diminuindo o contraste e a visibilidade das imagens formadas no filme. A interpretação das radiografias seguiu a proposta de Simak (1991), na qual tecidos de menores densidades (ou mesmo a ausência deles) apresentam-se com uma maior facilidade de ser

transpostos pelos raios-x, gerando um maior escurecimento no filme, permitindo a identificação das estruturas internas da semente.

A Figura 7 ilustra uma radiografia gerada a 30 Kv, com tempo de exposição de 45 segundos, na qual foi possível distinguir as três categorias listadas acima.

No caso de sementes de *E. incanus* e *E. erythropappus*, a interpretação das radiografias permitiu identificar três categorias distintas:

1- Sementes cheias: caracterizada por uma mancha clara, bem definida, ocupando toda a cavidade do aquênio;

2- Sementes vazias: caracterizada por uma mancha escura mostrando a cavidade do aquênio vazia;

3- Sementes mal formadas: caracterizada por uma mancha clara e pequena quando comparada com o tamanho total do aquênio.

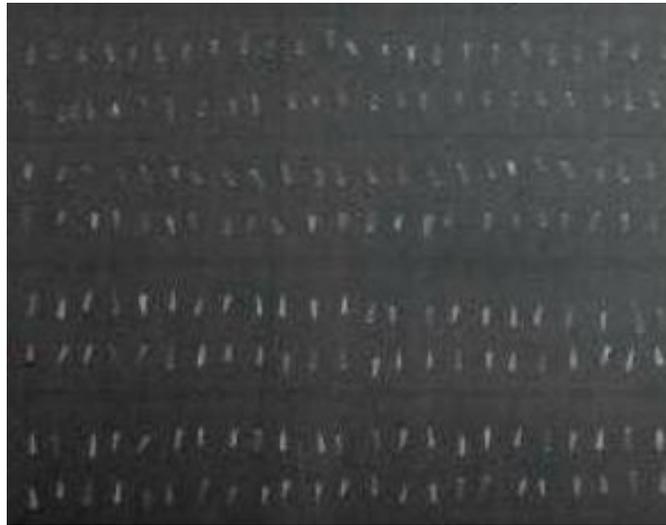


FIGURA 7 Radiografia de sementes de *Eremanthus incanus* (4 linhas inferiores) e *Eremanthus erythropappus* (4 linhas superiores).

O tipo de semente (cheia, mal formada e vazia) influenciou diretamente na germinação (Tabela 1A). Pela Tabela 3, pode-se observar que algumas sementes mal formadas apresentaram protrusão radicular e destas uma porcentagem chegou a formar plântulas normais. Ao analisar o comportamento das sementes mal formadas, pode-se verificar que a germinação, tanto considerando protrusão de radícula quanto plântulas normais, o desempenho é considerado mínimo e igual estatisticamente àquelas que não possuem embrião, exceto para protrusão de radícula de sementes de *E. incanus* onde o valor encontrado foi superior às sementes vazias (Tabela 3).

É bem provável que as sementes mal formadas que chegaram a formar plântula se encontravam em um estágio mais avançado de desenvolvimento do embrião. Este fato é comum em espécies florestais e certamente é devido a desuniformidade de florescimento comum em espécies silvestres, como é ressaltado por Carvalho & Nakagawa (1988) e Machado & Cícero (2003), em estudo sobre morfologia de *Lithraea molleoides*.

TABELA 3 Resultados (em porcentagem) do teste de germinação das sementes cheias, mal formadas e vazias para duas espécies de candeia (*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*).

Espécie	Critério	Condição das sementes		
		Cheias	Mal formadas	Vazias
<i>E. incanus.</i>	P. radícula	80,0 a	40,0 b	0 c
	Pl. normal	50,0 a	7,5 b	0 b
<i>E. erythropappus</i>	P. radícula	95,8 a	21,6 b	0 b
	Pl. normal	87,5 a	10,8 b	0 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha são iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.3 Separação das sementes

Pode-se observar que tanto na porcentagem de peso da fração pesada quanto na porcentagem de sementes com embrião, houve diferença significativa, para as duas espécies estudadas quanto aos lotes e aberturas (Tabelas 2A e 3A). As aberturas utilizadas produziram resultados diferentes, para as duas variáveis. Isto acontece porque as sementes vão sendo movidas em diferentes fluxos. Ainda quanto à porcentagem de peso da fração pesada, tempo e interações lote por abertura foram significativos para as duas espécies (Tabelas 2A e 3A).

O tempo de 30 segundos foi mais eficiente em manter mais sementes na fração pesada para as duas espécies (Tabela 4), pelo fato de as sementes ficarem sujeitas à ventilação por menor tempo. Por isso, sempre que possível, deve-se preferir tratamentos que permitam sua utilização, pois facilita o trabalho em laboratório além de promover um maior aproveitamento das sementes.

Os lotes de 2002 foram estatisticamente superiores no peso de fração pesada aos lotes de 2001, conforme visto nas Tabelas 5 e 6, com exceção na abertura 6 para *E. incanus* onde houve uma inversão de comportamento (Tabela 5) Tal comportamento pode ter sido influenciado pela maior pureza original destes lotes (Tabela 1).

TABELA 4 Porcentagens médias (sobre o peso original da amostra) da fração pesada de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, após passarem por soprador tipo South Dakota. Os valores representam a média obtida dos resultados das aberturas de 2,0 a 6,0.

Tempo (s)	Fração pesada (%)	
	<i>E. incanus</i>	<i>E. erythropappus</i>
30	31,12 a	20,56 a
60	28,52 b	18,92 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5 Porcentagem de peso da fração pesada para sementes de dois lotes de *Eremanthus incanus* após passagem pelo soprador de sementes tipo South Dakota ajustado para as aberturas 2, 3, 4, 5 e 6.

Abertura	Lote	
	2002	2001
2	75,90 aA	33,79 bA
3	67,10 aB	30,67 bB
4	38,84 aC	20,32 bC
5	12,54 aD	11,81 aD
6	2,37 bE	4,38 aE

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna são iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 6 Porcentagem de peso da fração pesada para sementes de dois lotes de *Eremanthus erythropappus* após passagem pelo soprador de sementes tipo South Dakota ajustado nas aberturas de 2, 3, 4, 5 e 6.

Abertura	Lote	
	2002	2001
2	50,86 aA	38,49 bA
3	24,35 aB	19,53 bB
4	15,08 aC	11,88 bC
5	12,08 aD	8,36 bD
6	10,22 aD	6,56 bD

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna são iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as duas espécies, em qualquer lote de sementes estudado, o comportamento é igual entre os tratamentos, onde quanto mais aberto o soprador, menor a fração pesada (Tabelas 5 e 6). A cada aumento na abertura, o valor da fração pesada cai não havendo igualdade entre nenhum dos tratamentos para sementes de *E. incanus* (Tabela 5), já para *E. erythropappus*, os resultados das aberturas 5 e 6 se igualaram não mostrando perda significativa de peso entre estes dois tratamentos (Tabela 6).

Quanto à porcentagem de sementes com embrião dentro da fração pesada, o lote de 2002 foi mais bem separado que o lote 2001 em ambas as espécies (Tabela 7). Pela tabela 8, a partir da abertura 3, qualquer aumento não favoreceu o aumento no número de sementes com embrião para *E. incanus*. Já para *E. erythropappus*, as aberturas 5 e 6 levaram a uma melhor separação de sementes com embrião, sendo que na abertura 6 foi obtida a melhor separação.

A Figura 8 ilustra o aumento da quantidade de sementes com embrião na fração pesada à medida que o fluxo de ar foi intensificado.

TABELA 7 Porcentagens médias de sementes com embrião na fração pesada para os lotes 2001 e 2002.

Lote	Sementes com embrião (%)	
	<i>E. incanus</i>	<i>E. erythropappus</i>
2002	70,60 a	98,32 a
2001	60,40 b	97,05 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 8 Porcentagens médias de sementes com embrião na fração pesada dentro de cada abertura usada.

Abertura	Porcentagem de sementes com embrião	
	<i>E. incanus</i>	<i>E. erythropappus</i>
2	92,75 b	15,75 d
3	98,50 a	46,87 c
4	98,25 a	81,25 b
5	99,62 a	90,25 ab
6	99,31 a	93,37 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

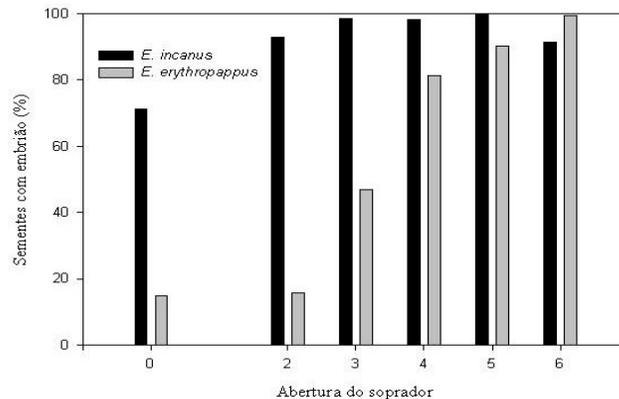


FIGURA 8 Comparação das porcentagens de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* com embrião, antes e depois de passar por soprador tipo South Dakota, ajustado para cada abertura testada.

Para *E. incanus*, os lotes originais apresentaram 71,25% de sementes com embrião valor próximo ao encontrado por Davide & Tonetti (2003b) com base no teste de germinação que foi de 62%. Após as sementes passarem por cada abertura, o número de sementes com embrião aumentou chegando a valores superiores a 99%. Para *E. erythropappus*, a condição original das sementes foi de 14,75% de sementes com embrião, valor inferior ao encontrado por Davide & Tonetti (2003a), que foi de 52% obtido pelo teste de germinação. Esta diferença entre os dois trabalhos pode ser explicada pelas características específicas dos lotes trabalhados, visto que várias condições ambientais, principalmente durante a fase de formação das sementes podem provocar maior ou menor incidência de sementes sem embrião (Carvalho & Nakagawa, 1988). A quantidade de sementes com embrião nos lotes de *Eremanthus erythropappus*, subiu gradativamente, com a limpeza até atingir 90,25 e 93,37% após estas passarem pelas aberturas 5 e 6 respectivamente (Figura 8).

A separação em soprador tipo Dakota ocasionou uma redução no número de sementes por quilograma (Figura 9). Esta queda na quantidade de sementes por unidade de massa (Kg) mostra que os lotes soprados ficaram livres de sementes leves (logo, das sementes vazias) concentrando as sementes maiores e mais densas, o que indica aumento da qualidade do lote, principalmente em espécies onde a formação das sementes é distribuída no tempo como é o caso da maioria das espécies nativas. De acordo com Carvalho & Nakagawa (1988), as sementes mais densas são as que foram mais bem nutridas e superam em densidade aquelas que foram formadas mais tardiamente. De acordo com vários autores citados por Souza et al. (2001), sementes mais densas de várias espécies estudadas mostram melhor desempenho em testes de viabilidade e vigor. Isto também foi observado em estudo com sementes *Matricaria chamomilla* (Nóbrega et al., 1995) quando foram comparadas sementes sopradas em Soprador General Seed Blower com sementes não sopradas.

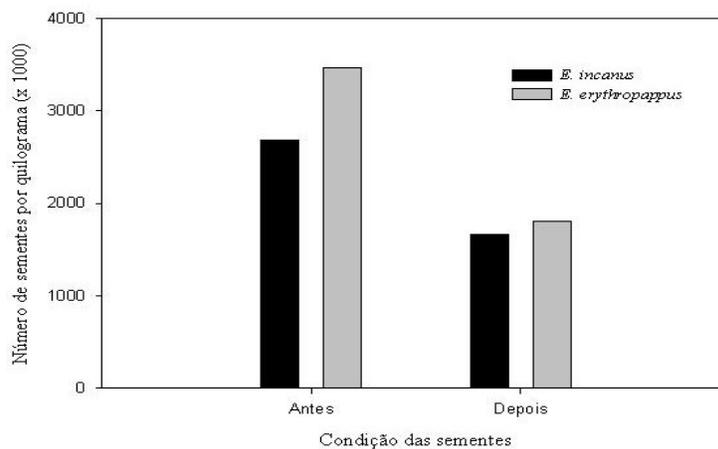


FIGURA 9 Número de sementes por quilograma das espécies *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* antes e depois de passarem por tratamento de separação das sementes vazias, em soprador tipo South Dakota.

## 6 CONCLUSÕES

1- A utilização de raios-x é viável, para avaliação da qualidade física de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, no procedimento de 30Kv por 45 segundos com as sementes coladas com fita adesiva sobre placas de acrílico.

2 - A utilização de soprador tipo South Dakota, regulado na abertura 3,0 e tempo 30 segundos, foi eficiente para separar sementes vazias de lotes de sementes de *Eremanthus incanus*.

3 – A utilização de soprador tipo South Dakota, regulado na abertura 6,0 e tempo 30 segundos, foi eficiente para separar sementes vazias em lotes de sementes de *Eremanthus erythropappus*.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINO, R. J.; AARTSE, J. W.; BURG, W. J. van der. Non-destructive X-ray analyses of Arabidopsis embryo mutants. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 167-170, June 1993.

BONZANINI NETO, P. **Histórico sobre os raios-x**. Disponível em: <[www.dominiobucal.com.br/histrx.htm](http://www.dominiobucal.com.br/histrx.htm)>. Acesso em: 29 maio 2003.

BRASIL. Ministério da agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CARVALHO, M. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.

CHAVES, M. M. F.; RAMALHO, R. da S. Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família Asteraceae (*Vanillosemopsis erythropappa* Sch. Bip e *Vernonia discolor* (Spreng. ) Less). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 1-7, jan./mar. 1996.

DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A O. Germinação de sementes de *Eremanthus erythropappus* (Candeia) sob dois regimes de temperatura e luz. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 335, set. 2003a.

DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A O. Germinação de sementes de *Eremanthus incanus* (Candeão) sob dois regimes de temperatura e luz. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 349, set. 2003b.

ISTA. **International rules for seed testing**. Zurich: Seed Science and Technology, 1993. N. 21, 363 p. Suplemente.

MACHADO, C. F.; CÍCERO, S. M. 'Aroeira-branca' (*Lithraea molleoides* (Vell. Engl. – Anacardiaceae) seed quality evaluation by the X-ray test. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 60, n. 2, p. 393-397, abr./jun. 2003. Disponível em: <[www.sciello.com](http://www.sciello.com)>. Acesso em: 18 nov. 2003.

NOBREGA, L. H. P.; JÚNIOR, C. C.; RODRIGUES, T. de J. D.; CARREGARI, S. M. R. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de camomila (*Matricaria Recutita*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 137-140, 1995.

OLIVEIRA, L. M. de **Avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) pelos testes de germinação, tetrazólio e raios-x.** 2000. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SEED NEWS. **Avaliação da qualidade de sementes.** Reportagem de capa maio/jun. 2001. disponível em:  
<<http://www.seednews.inf.br/português/seed53/artigocapa53.html>>. Acesso em: 10 jun. 2003.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by x-radiography. In: ISTA. **Tree and shrub seed handbook.** Zurich, Switzerland, 1991. paginação irregular.

SIMAK, M.; BERGSTEM, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end of germination test by radiography. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 17, n. 2, p. 361-369, 1989.

SOUZA, J. R. P. de; AGUILERA, D. B.; TAKAHASHI, L. S. A. Germinação de sementes de camomila (*Matricaria chamomilla* L. separadas com espalhante adesivo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 285-289, 2001. Comunicação técnica.

## CAPÍTULO 3

### ESTUDO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CANDEIAS (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. E *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)

#### 1 RESUMO

TONETTI, Olívia Alvina Oliveira. **Estudo da germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)**. Lavras:UFLA, 2004. Cap. 3, p. 50-74. (Dissertação - Mestrado em Florestas de Produção).\*

Este capítulo teve como objetivo estudar as exigências de temperatura e luz durante a germinação de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*. As sementes utilizadas foram colhidas nos anos de 2001 e 2002 respectivamente em Morro do Pilar e Lavras (*E. incanus*) e em Carrancas e Lavras (*E. erythropappus*). As sementes foram secas, limpas e guardadas em sacos semipermeáveis, em câmara fria até o momento dos testes. Para a eliminação das sementes vazias dos lotes, as sementes foram limpas em soprador tipo South Dakota antes dos trabalhos de germinação, sendo que para *E. incanus* foi usada abertura 3,0 por 30 segundos e para *E. erythropappus* abertura 6,0 por 30 segundos. As sementes foram lavadas em hipoclorito de sódio (2% por 2 minutos), seguido de água destilada. Cada tratamento teve 4 repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas gerbox tendo como substrato papel mata borrão. O experimento de germinação foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa o teste foi conduzido em mesa termogradiante ajustada nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C em luz constante durante 24 dias. A segunda etapa foi conduzida em germinadores tipo Mangelsdorffii ajustados na temperatura de 30°C com luz contínua, 30°C com escuro contínuo e 20/30°C com 10 horas de luz. Foram elaboradas curvas de embebição nas condições de 30°C e 20-30°C. Para as curvas foram utilizadas 2 amostras de 0,5 gramas de sementes pesadas a cada três horas para cada espécie. O primeiro experimento possibilitou encontrar uma temperatura ótima próxima de 30°C para ambas as espécies. Na segunda parte foi possível verificar que a alternância de

---

\* Comitê Orientador: Antonio Claudio Davide (Supervisor), Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA.

temperatura de 20-30°C com 10 horas de luz acelera o processo germinativo e que ambas as espécies geminam na luz ou escuro a 30°C constante. O teste de germinação pode ser conduzido em temperatura alternada de 20-30°C com 10 horas de luz. Nestas condições a primeira contagem pode ser feita aos 6 dias para ambas as espécies e o teste pode ser encerrado aos 10 dias para *E. incanus* e 14 dias para *E. erythropappus*. As sementes de *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus* completaram a fase I de embebição em 6 horas e a fase II em 72 horas nas condições de 30° C, 20-30° C ou 30-20° C.

Palavras-chave: germinação, sementes florestais, *Eremanthus incanus*, *Eremanthus erythropappus*.

## 2 ABSTRACT

TONETTI, Olívia Alvina Oliveira. **Study of germination in seeds of candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. and *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)**. Lavras:UFLA, 2004. Chap. 3, p.50-74\*. (Master Dissertation in Production Forest)\*

This chapter had the objective to study the requirements of temperature and light for germination of *Eremanthus incanus* and *Eremanthus erythropappus* seeds. The seeds used were harvested in the years of 2001 and 2002, respectively in Morro do Pilar and Lavras (*E. incanus*) and in Carrancas and Lavras (*E. erythropappus*). The seeds were dried, cleaned and kept in semi permeable bags in a cold room until the moment of the tests. For removal of empty seeds the seed lots were cleaned South Dakota blower. For *E. incanus* was used opening 3.0 for 30 seconds and for *E. erythropappus* was used opening 6.0 for 30 seconds. The seeds were washed in sodium hypochlorite(2% for 2 minutes) and rinsed in distilled water. Each treatment had four replicates of 50 seeds. The seeds were incubated in gerbox and the substrate was blotter paper. The experiment was performed in two steps. In the first part the germination test was performed on a thermogradient table adjusted at 20, 25, 30 and 35°C under constant light during 24 days. The second experiment was performed at Mengelsdorffii germinators adjusted at the temperatures of 30° C under continuous light, 30°C in the dark and 20-30° C for 10 hours of continuous light. The imbibition curves were performed at 30° C and 20-30°C in which two samples of 0.5 grams of seeds were used. During imbibition curve the seeds were weighted at three hours intervals for both species. The first experiment showed that the optimum temperature to germinate both species was close to 30° C. In the second part was found that alternation temperature of 20-30° C 10 hours of light accelerated germination process and that both species germinated in presence of light or in the dark at constant 30° C. Germination test may be performed alternate temperatures of 20-30° C with 10 hours of continuous light. Under these conditions the first count of germination test may be performed 6 days and the last count at 10 days for *E. incanus* and 14 days for *E. erythropappus*. The seeds of *Eremanthus erythropappus* and *Eremanthus incanus* attained phase I of imbibition at 6 hours and phase II at 72 hours under the conditions of 30° C, 20-30° C or 30-20° C.

---

\* Guidance Committee: Antonio Claudio Davide (Supervisor), Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA e Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA.

Keywords: germination, forestry seeds, *Eremanthus incanus*, *Eremanthus erythropappus*.

### 3 INTRODUÇÃO

*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* são espécies arbóreas, comumente chamadas de candeia e que pertencem à família Asteraceae (Correa, 1984a; Correa, 1984b). *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* são árvores com alturas de até 10 m, podendo o DAP atingir 25 e 65, respectivamente. Ocorrem em campos e pastagens abertas do Estado da Bahia até o Rio de Janeiro, sendo também comuns nas montanhas de Minas Gerais, especialmente na região de Ouro Preto (CETEC, 1994), em altitudes que variam de 700 a 1200 (*E. incanus*) e 1000 a 1700 (*E. erythropappus*) (NEMAF, 2003).

*Eremanthus incanus* é utilizada para confecção de mourão de cerca, pela sua durabilidade, enquanto *Eremanthus erythropappus* é, principalmente, utilizada para a produção de óleo essencial, rico em alfabisabolol. Este princípio ativo é utilizado pela indústria de cosméticos e farmacêutica devido as suas propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas.

Embora a candeia apresente importância econômica, ainda não há um programa de manejo consolidado para seu uso comercial. A implantação de um programa de manejo para *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* possibilitará a correta exploração das populações nativas, podendo levar a um sistema de produção comercial e à implantação de novos plantios para sustentar futuras explorações.

Neste sentido, a qualidade das sementes é fundamental para o sucesso de um programa de plantio, para a exploração racional das candeias. No que diz respeito às espécies de *Eremanthus*, pouco se conhece sobre a qualidade de suas sementes. Alguns trabalhos relatam índices de germinação consideravelmente baixos, como por exemplo: 32% em viveiro para sementes de *E. incanus* (Davide

et al., 2000) e 6% em laboratório para *E. erythropappus* (Chaves & Ramalho, 1996)

A germinação é uma seqüência de eventos fisiológicos controlada por vários fatores. Cada espécie exige condições específicas, para desencadear o processo de germinação, principalmente no que diz respeito à temperatura e presença de luz durante este período. Quanto à temperatura, a maioria das espécies encontra uma faixa ótima para germinação que varia de 15 a 30 °C, sendo que algumas espécies precisam de uma flutuação diária de temperatura para germinar, fato comum de ocorrer em sementes de espécies arbóreas (Coperland & McDonald, 1999). Já quanto à exigência de luz, é comum em espécies que colonizam áreas abertas (Coperland & McDonald, 1999).

Este capítulo teve como objetivo estudar as exigências de temperatura e luz, durante a germinação de sementes *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Origem das sementes e características dos lotes

Os lotes de sementes utilizados neste trabalho foram os mesmos listados no capítulo 2 (processamento e características dos lotes vide itens 4.1 a 4.3 do referido capítulo). Para todos os testes considerados neste capítulo, foram utilizadas sementes separadas em soprador tipo South Dakota. Para *Eremanthus incanus*, o procedimento de limpeza utilizado foi soprador regulado na abertura 3,0 por 30 segundos e para *Eremanthus erythropappus*, o soprador foi regulado na abertura 6,0 por 30 segundos.

### 4.2 Germinação

#### 4.2.1 Primeira parte

As sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* foram testadas, quanto ao efeito da temperatura na germinação. Para tanto, as sementes foram lavadas em hipoclorito de sódio 2,0%, durante dois minutos, e lavadas duas vezes em água destilada. As sementes foram colocadas para germinar em gerbox sobre três folhas de papel mata borrão. O teste foi conduzido em mesa termograde ajustada nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C na presença de luz constante. Para cada tratamento foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes.

Os critérios usados para a avaliação da germinação foram protrusão radicular, plântulas normais e plântulas anormais que foram anotados diariamente durante 24 dias. As sementes que não germinaram ao final do teste foram cortadas com auxílio de bisturi uma a uma para se determinar a ocorrência de sementes mortas ou duras. O resultado final foi dado em porcentagem de protrusão de radícula e porcentagem de plântulas normais.

A velocidade de germinação foi calculada pelo índice de velocidade de germinação (IVG) das plântulas proposto por Maguirre (Nakagawa, 1994), pela seguinte fórmula:

$$IVG = \Sigma (G_n/N_n), \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

$G_n$  = número de plântulas normais computadas na enésima contagem;

$N_n$  = número de dias da enésima contagem a partir da semeadura.

Os dados de germinação obtidos foram analisados pelo programa estatístico SISVAR. Dados de  $T_{50}$  (número de dias necessários para que 50% da amostra de sementes viáveis germinem) e uniformidade ( $T_{75-25}$ , número de dias necessários para que germinem os 50% centrais das sementes viáveis, ou seja de 25 a 75%), foram calculados e analisados a partir do programa Seed Calculator da Plant Research International (PRI) da Universidade de Wageningen Holanda doado à Universidade Federal de Lavras (UFLA).

#### **4.2.2 Segunda parte**

As melhores condições para germinação, obtidas na primeira parte (item 4.2.1), foram utilizadas neste segundo experimento. Nesta etapa foi testada a exigência das sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* quanto à sensibilidade à luz e temperatura alternada. Os procedimentos quanto à limpeza, recipiente, substrato e número de sementes por repetição seguiram a mesma metodologia da primeira parte (*vide* item 4.2.1). As sementes foram colocadas para germinar nas seguintes condições: 30°C com luz contínua, 30°C no escuro e 20-30°C com 10 horas de luz e 14 horas de escuro.

Os testes foram conduzidos em germinadores tipo Mangelsorffii, iluminados com lâmpadas fluorescentes (Philips TLT 20W). Para obtenção da condição de escuro, cada gerbox foi envolvido em duas folhas de papel

alumínio. A condição de alternância de temperatura e luz foi obtida envolvendo os gerbox com papel alumínio e transferindo-os diariamente de um germinador regulado a 30°C para um outro a 20°C. Foram anotadas, diariamente, a protrusão da radícula e plântulas normais. O IVG da protrusão da radícula foi calculado pela fórmula de Maguirre (Nakagawa, 1994) (*vide* ítem 4.2.1). A leitura dos resultados de germinação, na condição de escuro, foi realizada sob luz verde. O teste teve a duração de 17 dias e os resultados foram analisados pelo programa estatístico SISVAR.

Os dados de  $T_{50}$  e uniformidade ( $T_{75-25}$ ) foram calculados pelo programa Seed Calculator (especificações – *vide* 4.2.1).

### **4.3 Curva de embebição**

Para determinar o padrão de embebição de água pelas sementes, foram elaboradas curvas de embebição. Para as curvas de embebição foram utilizados os lotes de sementes do ano 2002 das espécies *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*.

A umidade inicial foi determinada, de acordo com o item 4.3.1 do capítulo 2. As curvas foram elaboradas a partir de duas repetições de 0,05g de cada espécie. As sementes foram colocadas para embeber em substrato contendo 3 folhas de papel mata borrão saturadas com água destilada em gerbox e para acondicionadas em germinadores regulados na temperatura de 30° C com luz contínua e temperaturas de 20-30° C e 30-20° C com 10 horas de luz e 14 horas de escuro.

A cada 3 horas as sementes foram removidas dos gerbox e pesadas em balança, com aproximação de 0,0001g, até que fossem detectadas as fases I, II e III de embebição.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Germinação – primeira parte

Os lotes utilizados, para ambas as espécies, mostraram diferenças significativas para a maioria dos critérios avaliados (Tabelas 1B e 2B). Quanto ao gradiente de temperatura, para *E. incanus*, protrusão de radícula, plântulas normais e IVG das plântulas foram diferentes estatisticamente (Tabela 1B). Já para *E. erythropappus*, a diferença foi significativa para plântulas normais, IVG das plântulas e plântulas anormais (Tabela 2B). Observou-se interação entre lotes e temperaturas para IVG de plântulas, sementes mortas e sementes duras para *E. erythropappus* (Tabela 2B).

As Tabelas 9 e 10 mostram as médias obtidas para cada lote e critério de avaliação. As sementes de *E. incanus* apresentaram geralmente valores mais altos de porcentagem de protrusão de radícula e plântulas normais que *E. erythropappus* no dois lotes estudados. Para *E. incanus*, lote de semente de 2001 apresentou menor porcentagem de germinação comparado com o lote de 2002. Para *E. erythropappus* este efeito só foi observado entre lotes apenas quando foram consideradas plântulas normais. Aparentemente, as sementes de *E. incanus* são mais sensíveis ao armazenamento do que as sementes de *E. erythropappus*.

A temperatura que proporcionou a maior porcentagem de plântulas normais, foi de 30°C, para *E. incanus* (Tabela 9 e Figura 10) e entre 20 e 30 °C, para *E. erythropappus* (Tabela 10 e Figura 11). A porcentagem de plântulas anormais cresceu no sentido inverso tendo os menores valores nos intervalos mencionados acima. Pelas Figuras 10 e 11, pode-se notar que para ambas as espécies, a germinação (plântulas normais), tem início no quarto dia atingindo seus valores máximos aos 17 dias, independente da temperatura utilizada.

TABELA 9 Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula e plântulas), IVG e características das sementes ao final da germinação de dois lotes de sementes de *Eremanthus incanus* sob 4 regimes de temperatura.

Critério	Lote	Temperatura (°C)			
		20	25	30	35
Protrusão de radícula (%)	2002	96,00 aA	95,50 aA	96,00 aA	84,00 aA
	2001	82,00 bA	78,50 bA	78,50 bA	70,50 bA
Plântulas normais (%)	2002	88,50 aAB	89,00 aAB	92,00 aA	72,00 aB
	2001	65,50 bA	69,50 bA	73,50 bA	62,50 aA
IVG (plântulas)	2002	5,000 aA	4,886 aA	5,277 aA	3,182 aB
	2001	4,360 aAB	5,246 aA	5,324 aA	3,638 aB
Plântulas anormais (%)	2002	7,50 aA	6,50 aA	4,00 aA	12,00 aA
	2001	16,50 bB	9,00 aAB	5,00 aA	8,00 aAB
Sementes mortas (%)	2002	3,50 aA	4,00 aA	1,00 aA	8,50 aA
	2001	13,50 bA	12,50 bA	14,00 bA	17,50 bA
Sementes duras (%)	2002	0,50 aAB	0,00 aA	0,00 aA	2,50 bB
	2001	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA

Sementes vazias ao final dos testes: lote 2002=2,12%; lote 2001=8,25%.

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna (dentro do mesmo critério de avaliação) não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 10 Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula e plântulas), IVG e características das sementes ao final da germinação de dois lotes de sementes de *Eremanthus erythropappus* sob 4 regimes de temperatura.

Critério	Lote	Temperatura (°C)			
		20	25	30	35
Protrusão de radícula (%)	2002	80,00 aA	78,00 aA	81,00 aA	74,00 aA
	2001	76,50 aA	76,00 aA	76,00 aA	73,50 aA
Plantulas normais (%)	2002	78,00 aA	74,00 aA	77,50 aA	47,50 aB
	2001	64,00 bA	66,00 bA	68,50 aA	47,50 aB
IVG (plântulas)	2002	3,755 aA	4,072 aA	3,875 bA	2,185 bB
	2001	3,756 aB	4,127 aAB	4,746 aA	2,989 aC
Plântulas anormais (%)	2002	2,00 aA	4,00 aA	3,50 aA	26,50 aB
	2001	12,50 bA	10,00aA	7,50 aA	26,00 aB
Sementes mortas (%)	2002	3,00 aA	3,00 aA	1,00 aA	9,50 bB
	2001	9,50 bB	8,00 bB	5,50 bAB	2,00 aA
Sementes duras (%)	2002	1,50 aAB	3,00 bB	2,00 aAB	0,00 aA
	2001	0,50 aA	1,00 aA	1,50 aA	2,00 bB

Sementes vazias ao final dos testes: lote 2002=16,25%; lote 2001=17,00%.

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna (dentro do mesmo critério de avaliação) não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

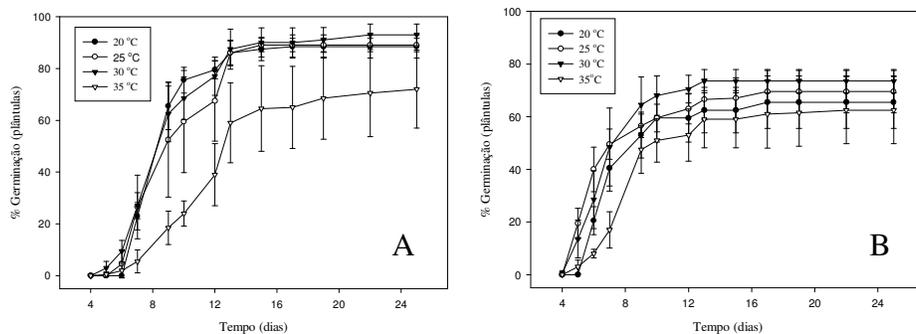


FIGURA 10 Curvas de germinação (considerando plântulas normais) para sementes de *E. incanus* para os lotes 2002 (A) e 2001 (B) a diferentes temperaturas.

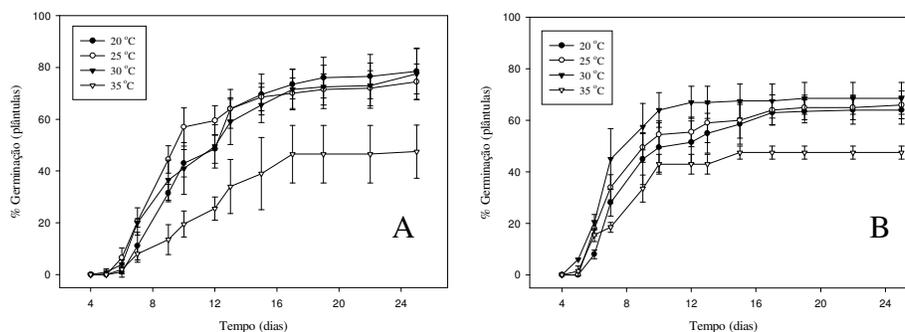


FIGURA 11 Curvas de germinação (considerando plântulas normais) para sementes de *E. erythropappus* para os lotes 2002 (A) e 2001 (B) a diferentes temperaturas.

As temperaturas testadas se situam dentro das temperaturas cardinais, para germinação das sementes destas espécies, visto que foi observada germinação em todos os tratamentos. Para as duas espécies, na temperatura mais alta (35°C), durante as avaliações foram observadas anormalidades de coloração escura na radícula que evoluíram para a formação de plântulas anormais, às vezes causando morte. Isto indica que esta temperatura encontra-se próxima ao limite máximo para que ocorra germinação de sementes destas espécies, onde, segundo Coperland & McDonald (1999) próximo da temperatura máxima pode ocorrer o início de desnaturação das proteínas essenciais à germinação. As faixas ótimas encontradas de temperatura para as duas espécies estão dentro do intervalo proposto por Coperland & McDonald (1999) que afirmam que a temperatura ótima para a maioria das espécies encontra entre 15 e 30°C.

O IVG calculado para as plântulas mostrou que houve um maior número de plântulas emergindo por dia nas temperaturas de 25 e 30 °C para *E. incanus* e 30° C para *E. erythropappus*, confirmando os dados obtidos para a avaliação de protrusão radicular e plântulas (Tabelas 9 e 10).

Pela Tabela 11, pode-se observar que o  $T_{50}$  para a temperatura de 30°C também mostrou menores valores. Isto indica uma maior velocidade do processo germinativo nesta temperatura coincidindo com os resultados de IVG. A uniformidade ( $U_{75-25}$ ) variou de 2,25 a 3,10 para *E. incanus* e entre 1,89 e 5,60 para *E. erythropappus* (Tabela 11). Sendo assim, a primeira espécie apresentou germinação mais rápida enquanto para a segunda houve uma maior distribuição da germinação, principalmente para o lote mais novo.

Na maioria das situações estudadas, o tratamento com temperaturas de 30°C apresentou maior porcentagem de plântulas normais. No entanto, observa-se que ao longo da germinação, em alguns casos, temperaturas mais baixas, favoreceram o início da germinação (Figuras 10 e 11).

TABELA 11 Valores de  $T_{50}$  e Uniformidade ( $U_{75-25}$ ), durante a germinação de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, a diferentes temperaturas.

Espécie	Critério avaliado	Lote	Temperatura (°C)			
			20	25	30	35
<i>Eremanthus incanus</i>	G. Max. (%)	2002	88,5	89,0	93,0	73,0
		2001	65,5	69,5	73,5	82,5
	$T_{50}$ (dias)	2002	<u>7,82</u>	<u>8,60</u>	<u>8,08</u>	10,61
		2001	<u>6,54</u>	5,88	<u>6,36</u>	7,77
	$U_{75-25}$ (dias)	2002	1,96	<u>3,48</u>	<u>3,10</u>	4,78
		2001	<u>1,89</u>	<u>2,43</u>	<u>2,25</u>	<u>2,56</u>
<i>Eremanthus erythropappus</i>	G. Max. (%)	2002	78,5	<u>74,5</u>	<u>77,5</u>	47,5
		2001	<u>64,0</u>	<u>66,0</u>	<u>68,5</u>	47,5
	$T_{50}$ (dias)	2002	<u>9,90</u>	8,18	<u>10,00</u>	11,12
		2001	7,32	6,87	6,54	7,35
	$U_{75-25}$ (dias)	2002	<u>4,47</u>	3,42	<u>5,60</u>	<u>5,84</u>
		2001	<u>2,83</u>	2,85	<u>1,89</u>	3,01

Médias sublinhadas numa mesma linha indicam semelhança com os resultados obtidos na temperatura de 30 °C, pelo teste T com  $0,01 < p < 0,05$ .

De acordo com Coperland & McDonald (1999), isto pode ocorrer pois a cada fase da germinação pode haver mudança na temperatura ótima pois o processo germinativo se compõe de uma série de etapas tendo cada uma características distintas. Este fato é também observado quando se compara o T<sub>50</sub> e uniformidade dos tratamentos com temperaturas mais baixas, em que estes se mostram iguais ou inferiores ao de 30°C (Tabela 11).

Pode-se notar que, para ambas as espécies, os lotes mais velhos foram mais sensíveis às diferenças de temperatura (Tabelas 9 e 10). Segundo Coperland & McDonald (1999) e Carvalho & Nakagawa (1988), isto ocorre porque as sementes, à medida que perdem vigor diminuem a faixa de temperatura ótima para a germinação sendo mais sensíveis a pequenas variações.

Com relação ao número de sementes mortas, não foi observada influência da temperatura para *E. incanus* todavia, para sementes *E. erythropappus* foi observado um aumento no número de sementes mortas nas temperaturas de 20, 25 e 35°C (Tabela 10).

A porcentagem de sementes duras encontradas, para as duas espécies ao final de 24 dias do teste de germinação, foi baixa chegando às vezes a ser igual a zero (Tabelas 9 e 10). Isto confirma que as mesmas não apresentam dormência e muito raramente alguma dormência pode ser induzida quando as sementes são levadas a germinar em condições que não são consideradas ótimas.

Mesmo após o processo de limpeza utilizado (soprador), ainda foi observado um certo número de sementes vazias nos lotes. Na contagem final foi observada uma média geral de 5,18% de sementes vazias para os lotes de *E. incanus* e 16,62 % para os lotes de *E. erythropappus*. Estes valores foram inferiores aos encontrados anteriormente para *E. incanus*, que foi de 40% (Davide & Tonetti, 2003b) e para *E. erythropappus* de 48% (Davide & Tonetti, 2003a), onde as sementes não passaram por limpeza. Os resultados encontrados (Tabelas 9 e 10), mostram que a baixa germinação relatada em trabalhos

anteriores (Davide et al., 2000; Chaves & Ramalho, 1996), deve-se à ocorrência natural de sementes vazias nestas duas espécies e é pouco provável ser devido à ocorrência de dormência ou sensibilidade à dessecação de sementes, conforme foi observado no capítulo 2.

## 5.2 Germinação – segunda parte

Houve diferença significativa entre os lotes testados apenas para *E. erythropappus* (Tabela 4B) e, para ambas as espécies (Tabelas 3B e 4B), entre as condições de temperatura e luz, quando foram analisados protrusão de radícula e IVG da protrusão de radícula. Para *E. incanus* foi também observada a interação entre lote e condição de germinação para protrusão de radícula e IVG (Tabela 3B).

Inicialmente, a presença ou ausência luz não inibe a germinação de *E. incanus* e *E. erythropappus* discordando com o trabalho de Chaves & Ramalho (1996), onde não foi observada germinação das sementes de *E. erythropappus* no escuro. Quanto às condições de temperatura, para *E. incanus* houve queda nos valores de protrusão radicular e IVG da protrusão de radícula da condição de temperatura alternada com 10 horas de luz para a temperatura de 30°C com luz constante e desta para a temperatura de 30°C e escuro (Tabela 12). Para *E. erythropappus*, na temperatura constante de 30°C, observou-se que os resultados de protrusão radicular e IVG da protrusão de radícula não seguiram uma tendência, enquanto que na condição de temperatura alternada de 20-30°C com 10 horas de luz observou-se os maiores valores (Tabela 13).

A melhor resposta das sementes, de ambas as espécies à alternância de temperatura e luz, é frequentemente observado em espécies nativas que apresentam algum tipo de dormência (Coperland & McDonald, 1999; Carvalho & Nakagawa, 1988). Quando esta dormência não é observada, o que parece ser o

caso das duas espécies estudadas, a alternância de temperatura pode promover uma aceleração do processo de germinação (Coperland & McDonald, 1999).

Quanto à avaliação de plântulas normais, houve diferença significativa entre as condições de temperaturas constante e alternada (Tabela 5B).

TABELA 12 Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula) e IVG de dois lotes de sementes de *Eremanthus incanus* sob 3 regimes de temperatura e luz.

Critério avaliado	Lote	Tratamento		
		20-30° C /10h luz	30° C 24h luz	30° C 24h escuro
Protrusão de radícula	2002	93,50 aA	85,50 aA	17,00 bB
	2001	76,00 bA	66,50 bB	41,00 aC
IVG (radícula)	2002	11,091 aA	5,738 aB	1,372 bC
	2001	9,901 bA	6,011 aB	3,735 aC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna (dentro de um mesmo critério) não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 13 Porcentagens médias de germinação (protrusão de radícula) e IVG de dois lotes de sementes de *Eremanthus erythropappus* sob 3 regimes de temperatura e luz.

Critério avaliado	Lote	Tratamento		
		20-30° C /10h luz	30° C 24h luz	30° C 24h escuro
Protrusão de radícula	2002	95,00 aA	88,00 aAB	79,00 aB
	2001	62,00 bA	50,50 bA	47,00 bA
IVG (radícula)	2002	9,821 aA	6,544 aB	8,459 aA
	2001	9,328 bA	4,838 bB	5,275 bAB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna (dentro de um mesmo critério) não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela Tabela 14 pode-se observar que, para *E. incanus*, o número de plântulas normais não foi diferente entre a temperatura constante e alternada, no entanto, os valores de T<sub>50</sub> e uniformidade foram menores para a temperatura alternada de 20-30°C (Tabela 15) indicando que houve uma aceleração do processo germinativo quando esta condição foi usada. Este comportamento pode também ser observado pelas curvas de germinação diária, tanto para protrusão de radícula (Figura 12) quanto para plântulas normais (Figura 14).

Para *E. erythropappus*, a temperatura alternada promoveu, além de menor valor de uniformidade (Tabela 15), um maior número de plântulas normais (Tabela 14), indicando ser esta a condição mais adequada para germinação das sementes.

Para ambas as espécies, independente da variação de temperatura usada, a protrusão de radícula começa no terceiro dia (Figuras 12 e 14) e coincide com o trabalho de Davide et al. (2000) com *E. incanus*. No entanto, este tempo foi menor que o encontrado por Chaves & Ramalho (1996), que observaram protrusão de radícula, para *E. erythropappus* somente após 8 dias de embebição.

TABELA 14 Porcentagens médias de germinação (plântulas normais) de dois lotes de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, sob dois regimes de temperatura e luz.

Espécie	Lote	Condição de germinação	
		20-30° C/10 h de luz	30° C/24 h de luz
<i>E. incanus</i>	2002	90,50 aA	84,00 aA
	2001	66,00 bA	58,50 bA
<i>E. erythropappus</i>	2002	90,00 aA	75,00 aB
	2001	56,00 bA	44,00 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna (dentro de um mesma espécie) não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 15 Valores de  $T_{50}$  e Uniformidade ( $U_{75-25}$ ) durante a germinação de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, nas condições de temperaturas de 30°C com luz constante e 20-30°C com 10 horas de luz.

Espécie	Critério avaliado	Lote	Condição de temperatura e luz	
			20-30/ 10 h de luz	30° C/luz constante
<i>Eremanthus incanus</i>	G. Max. (%)	2002	90,50	84,00
		2001	66,00	58,50
	$T_{50}$ (dias)	2002	6,21	9,23
		2001	5,30	7,29
	$U_{75-25}$ (dias)	2002	2,59	3,95
		2001	<u>2,86</u>	<u>2,69</u>
<i>Eremanthus erythropappus</i>	G. Max. (%)	2002	90,00	75,00
		2001	56,00	44,00
	$T_{50}$ (dias)	2002	<u>6,94</u>	<u>7,82</u>
		2001	5,07	6,32
	$U_{75-25}$ (dias)	2002	2,72	8,80
		2001	2,23	3,47

Médias sublinhadas numa mesma linha indicam semelhança entre os resultados pelo teste T com  $0,01 < p < 0,05$ .

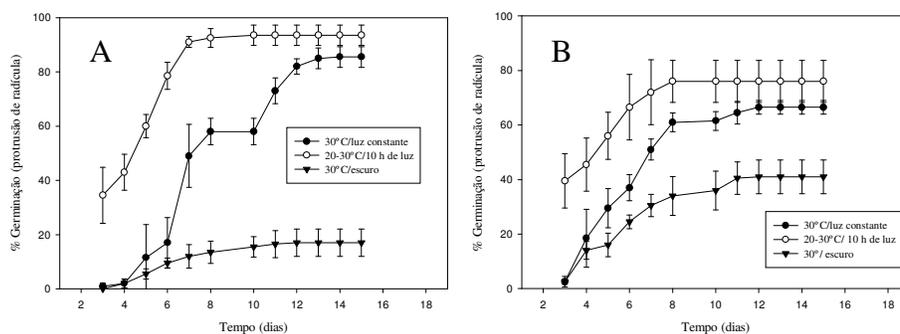


FIGURA 12 Curvas de germinação, considerando protrusão de radícula, para sementes de *E. incanus*, lote 2002 (A) e 2001 (B) a diferentes condições de temperatura e luz.

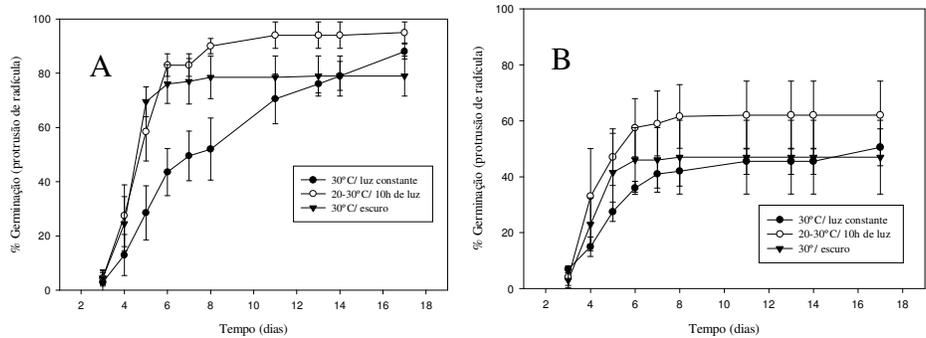


FIGURA 13 Curvas de germinação, considerando protrusão de radícula, para sementes de *E. erythropappus*, lote 2002 (A) e 2001(B) a diferentes condições de temperatura e luz.

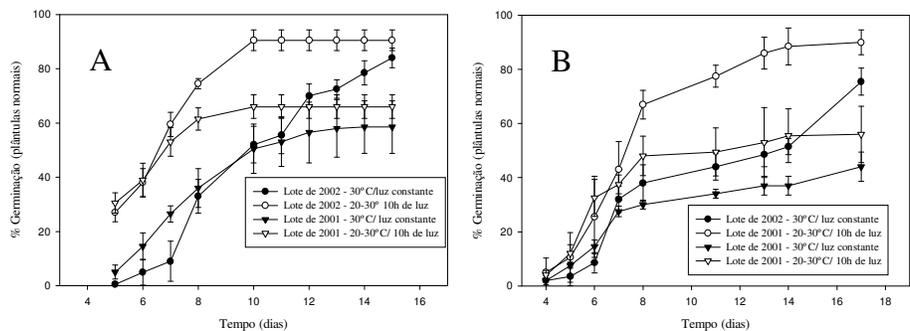


FIGURA 14 Curvas de germinação, considerando plântulas normais, para sementes de *E. incanus* (A) e *E. erythropappus* (B), sob 2 condições de temperatura e luz.

As primeiras plântulas aparecem após o quarto dia de embebição e atinge seus maiores valores aos dez dias em temperatura alternada de 20-30°C para *E. incanus* e 14 dias para *E. erythropappus*. Em temperatura constante, o tempo necessário para se obter o máximo de germinação se estendeu até 15 dias para *E. incanus* e 17 para *E. erythropappus* (Figura 14).

### 5.3 Curva de embebição

As curvas de embebição (Figura 15) seguiram o padrão trifásico proposto por Bewley & Black (1994). A umidade inicial das sementes foi 6,26% e 5,23% para *E. incanus* e *E. erythropappus* respectivamente. As curvas obtidas (Figura 15) apresentaram uma rápida fase I de embebição, que ocorreu de 0 a 6 horas para as três condições testadas. Ao final da fase I, as sementes atingiram aproximadamente 45% (*E. incanus*) e 35% de água (*E. erythropappus*). A partir deste momento, iniciou-se a fase II da embebição, que se prolongou até 72 horas, para as duas espécies, quando as sementes atingiram um teor de água de aproximadamente 56% (*E. incanus*) e 50% (*E. erythropappus*). Os teores de água encontrados em cada fase sugerem que estas duas espécies apresentam tecido de reserva cotiledonar. De acordo com Coperland & McDonald (1999), ao final da fase I as sementes com este tipo de tecido de reserva devem atingir entre 35 e 40% de água e ao final da fase II entre 50 e 60% de água.

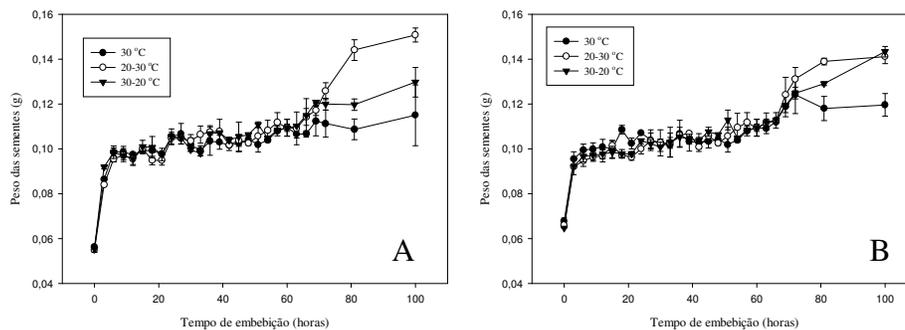


FIGURA 15 Curvas de embebição das sementes de *Eremanthus incanus* (A) e *Eremanthus erythropappus* (B), sob temperatura de 30° C e luz constante e temperatura alternada de 20-30° C e 30-20° C com 10 horas de luz e 14 de escuro.

A proporção entre o tempo decorrido nas duas primeiras fases está de acordo como o citado por Bewley (1997), que relata que, normalmente, a fase II dura até dez vezes mais que a fase I. Durante a fase II ocorre alongação celular não sendo ainda observada divisão celular (Bewley & Black, 1994 e Bewley, 1997). A partir de aproximadamente 72 horas iniciou-se a fase III de embebição. Segundo Bewley (1997), esta fase é marcada pelo retomada do crescimento da radícula caracterizada pelos processos de alongação e divisão celular.

O processo pelo qual as células da radícula de sementes de *E. incanus* e *E. erythropappus* começam a alongar é, provavelmente, devido ao aumento de concentração de solutos das células da radícula. Ao mesmo tempo, as paredes celulares das células do embrião podem estar sofrendo um afrouxamento, permitindo o aumento do tamanho destas. Assim expansão celular e afrouxamento das paredes celulares do embrião podem ser os responsáveis pelo controle da protrusão da radícula em sementes de *E. incanus* e *E. erythropappus*. Todavia, somente um estudo citológico detalhado das estruturas destas sementes poderá auxiliar no entendimento do mecanismo de controle da germinação.

As temperaturas que as sementes foram embebidas não promoveram diferenças significativas até o final da fase II. As diferenças somente foram observadas a partir da fase III da embebição, ou seja, após a protrusão da radícula. A partir daí, pode-se observar que a temperatura alternada de 20-30°C com 10 horas de luz promoveu aumento no peso da semente, o que indica maior crescimento do eixo embrionário e das estruturas essenciais da plântula (Figura 13). Esta observação sugere que temperaturas alternadas de 20-30° C favorecem o estabelecimento das plântulas no campo. É provável que temperaturas alternadas podem, também, influenciar as reações metabólicas durante a embebição, antes da protrusão da radícula, e seus efeitos serem observados apenas após a germinação (Coperland & McDonald 1999).

## 6 CONCLUSÕES

1- A alternância de temperatura de 20-30°C, com 10 horas de luz e 14 horas de escuro, é a condição ótima para a germinação de sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*. Os testes de germinação podem ser conduzidos sobre papel de filtro, em gerbox. A primeira contagem pode ser realizada aos 6 dias para as duas espécies. A última contagem deve ser aos 10 dias para *Eremanthus incanus* e aos 14 dias para *Eremanthus erythropappus*.

2 - A embebição de água das sementes de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus* nas temperaturas de 30°C, 20-30°C e 30-20° C é semelhante, apresentando ambas uma fase I de 6 horas e o tempo de embebição decorrido até a fase II é de 72 horas. A partir da fase III de embebição, a alternância de temperatura de 20-30°C exerce influência positiva no desenvolvimento das plântulas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J. D. Seed germination and Dormancy. **The Plant Cell**, Rockville, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, July 1997.

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

CARVALHO, M. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência tecnologia e produção. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.

CETEC. **Ecofisiologia da candeia**. Belo Horizonte, 1994. 104 p.

CHAVES, M. M. F.; RAMALHO, R. da S. Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família Asteraceae (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip e *Vernonia discolor* (Spreng.) Less). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 1-7, 1jan./mar. 1996.

COPERLAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. London: Kluwer Academic Publishers, 1999. 409 p.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1984a. v. 1, 669 p.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1984b. v. 5, 687 p.

DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A O. Germinação de sementes de *Eremanthus erythropappus* (Candeia) sob dois regimes de temperatura e luz. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 335, set. 2003a.

DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A O. Germinação de sementes de *Eremanthus incanus* (Candeião) sob dois regimes de temperatura e luz. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 349, set. 2003b.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; MALAVASI, M. de M. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de candeinha (*Eremanthus incanus* Less.) – Asteraceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n.1, p. 127-133, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de **Testes de Vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. p. 49-86.

NEMAF, Núcleo de Estudos em Manejo Florestal. “**Sistema de Manejo para a Candeia (*Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*)**”. Disponível em: <[www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf](http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf)>. Acesso em: 01 out. 2003.

## ANEXOS

### ANEXO A

	<b>Página</b>	
TABELA 1A	Resumo da ANAVA, para germinação de sementes cheias, mal formadas e vazias (em porcentagem), para duas espécies de candeia ( <i>Eremanthus incanus</i> e <i>Eremanthus erythropappus</i> .....	76
TABELA 2A	Resumo da ANAVA, para os resultados de porcentagem da fração pesada sobre o peso total da amostra e de sementes com embrião na fração pesada, para a espécie <i>E. incanus</i> . Nível de significância de 0,01.....	76
TABELA 3A	Resumo da ANAVA, para os resultados de porcentagem da fração pesada sobre o peso total da amostra e de sementes com embrião na fração pesada, para a espécie <i>E. erythropappus</i> . Nível de significância de 0,01.....	77

### ANEXO B

	<b>Página</b>	
TABELA 1B	Resumo da análise de variância obtida para germinação de dois lotes de sementes de <i>E. incanus</i> , em 4 condições de temperatura.....	78
TABELA 2B	Resumo da análise de variância para germinação de dois lotes de sementes de <i>E. erythropappus</i> , em 4 condições de temperatura.....	89
TABELA 3B	Resumo da análise de variância para germinação de <i>E. incanus</i> em 3 condições de temperatura e luz.....	80
TABELA 4B	Resumo da análise de variância para germinação de <i>E. erythropappus</i> em 3 condições de temperatura e luz.....	80
TABELA 5B	Resumo da análise de variância de germinação (plântulas normais) para sementes de <i>E. incanus</i> e <i>E. erythropappus</i> sob 2 condições de temperatura e luz.....	81

TABELA 1A Resumo da ANAVA para germinação de sementes cheias, mal formadas e vazias (em porcentagem), para duas espécies de candeia (*Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*).

Espécie	FV	GL	QM	
			Protrusão radicular (%)	Plântulas Normais (%)
<i>Eremanthus incanus</i>	Tipo de semente	2	6400,00 **	2908,33 *
	Média		40,00	19,16
	CV		47,14	75,31
<i>Eremanthus erythropappus</i>	Tipo de semente	2	7577,08 **	6825,69 **
	Média		39,16	32,77
	CV		25,71	17,80

\* = significativo pelo teste F a 5%; \*\* = significativo pelo teste F a 1%.

TABELA 2A Resumo da ANAVA para os resultados de porcentagem da fração pesada sobre o peso total da amostra e de sementes com embrião na fração pesada para a espécie *E. incanus*. Nível de significância de 0,01.

FV	GL	QM	
		Fração pesada (%)	Sementes com embrião (%)
Lote (L)	1	7271,200 *	32,512 *
Abertura (A)	4	7954,177 *	127,000 *
Tempo (T)	1	135,226 *	0,112 NS
LxA	4	1632,841 *	10,575 NS
LxT	1	20,614 NS	7,812 NS
AxT	4	25,053 NS	4,925 NS
LxAxT	4	11,370 NS	5,500 NS
CV		6,20 %	2,10 %
Média geral		29,82 %	97,68 %

\* = significativo pelo teste F a 5%.

TABELA 3A Resumo da ANOVA para os resultados de porcentagem da fração pesada sobre o peso total da amostra e de sementes com embrião na fração pesada para a espécie *E. erythropappus*. Nível de significância de 0,01.

FV	GL	QM	
		Fração pesada (%)	Sementes com embrião (%)
Lote (L)	1	617,382 *	2080,800 *
Abertura (A)	4	3541,080 *	17838,375 *
Tempo (T)	1	53,497 *	24,200 NS
LxA	4	59,566 *	133,675 NS
LxT	1	0,591 NS	5,000 NS
AxT	4	9,744 NS	320,852 NS
LxAxT	4	1,143 NS	115,125 NS
CV		9,04 %	14,53 %
Média geral		19,74 %	65,50 %

\* = significativo pelo teste F a 5%.

TABELA 1B Resumo da análise de variância obtida para germinação de dois lotes de sementes de *E. incanus*, em 4 condições de temperatura.

F.V	GL	QM					
		Protrusão de radícula	Plântulas normais	IVG (plântulas)	Plântulas anormais	Sementes mortas	Sementes duras
Lote (L)	1	2080,1250 **	2485,1250 **	0,0250 NS	36,1250 NS	800,0000 **	4,5000 NS
Temperatura (T)	3	177,4583 **	353,1250 *	5,6805 **	82,7916 NS	48,3333 NS	2,8333 NS
L x T	3	4,7910 NS	66,1250 NS	0,4914 NS	62,8333 NS	8,3333 NS	1,2500 NS
Total	31						
CV (%)		7,27	11,54	12,54	62,94	56,11	298,14
Média geral		85,43 %	78,56 %	4,6141	8,56 %	9,37 %	0,37 %

\* = significativo pelo teste F a 5%; \*\* = significativo pelo teste F a 1%.

TABELA 2B - Resumo da análise de variância para germinação de dois lotes de sementes de *E. erythropappus*, em 4 condições de temperatura.

F.V	GL	QM					
		Protrusão de radícula	Plântulas normais	IVG (plântulas)	Plântulas anormais	Sementes mortas	Sementes duras
Lote (L)	1	72,0000 NS	496,1250 **	1,4994 **	200,0000 *	36,1250 *	1,1250 NS
Temperatura (T)	3	34,3333 NS	1154,7916 **	4,7290 **	781,0000 **	14,1250 NS	2,1250 NS
L x T	3	5,6666 NS	67,4583 NS	0,4391 *	37,6666 NS	83,7916 **	5,7916 *
Total	31						
CV (%)		8,28	11,09	10,30	48,93	51,76	90,92
Média geral		77,00 %	65,43 %	3,6882	11,50 %	5,18 %	1,43 %

\*= significativo pelo teste de F a 5%; \*\* = significativo pelo teste de F a 1%.

TABELA 3B Resumo da análise de variância para germinação de *E. incanus* em 3 condições de temperatura e luz.

FV	GL	QM	
		Protrusão de radícula	IVG (radícula)
Lote	1	1104,1666 NS	1,3951 NS
Condição	2	7191,5000 **	127,2908 **
Lote x Condição	2	1191,1666 **	6,3775 **
Total	23		
CV (%)		8,10	11,92
Média geral		63,25 %	6,3081

\* = significativo pelo teste F a 5%; \*\* = significativo pelo teste F a 1%.

TABELA 4B Resumo da análise de variância para germinação de *E. erythropappus* em 3 condições de temperatura e luz.

FV	GL	QM	
		Protrusão de radícula	IVG (radícula)
Lote	1	7004,1667 **	36,5632 **
Condição	2	486,5000 **	11,3173 **
Lote x Condição	2	17,1666 NS	1,0803 NS
Total	23		
CV (%)		12,22	15,31
Média geral		70,25 %	6,8792

\* = significativo pelo teste F a 5%; \*\* = significativo pelo teste F a 1%.

TABELA 5B Resumo da análise de variância de germinação (plântulas normais) para sementes de *E. incanus* e *E. erythropappus* sob 2 condições de temperatura e luz.

FV	GL	QM	
		<i>Eremanthus incanus</i>	<i>Eremanthus erythropappus</i>
Lote (L)	1	2500,000 **	4225,000 **
Condição (C)	1	196,000 *	729,000 **
L x C	1	1,000 NS	9,000 NS
Total	15		
CV (%)		7,93	10,35
Média geral		74,75%	66,25%

\* = significativo pelo teste F a 5%; \*\* = significativo pelo teste F a 1%.