

SUSANA WEBER LOPES

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE AQUÊNIOS DE
Lychnophora ericoides Mart. (arnica-do-campo) DE UMA POPULAÇÃO
OCORRENTE NA SERRA DA BOCAINA, REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA,
MINAS GERAIS.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Prof^a. Dra. Denise Garcia de Santana

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- L864c Lopes, Susana Weber, 1976-
 Características físicas e fisiológicas de Aquênios de *Lychnophora ericoides* Mart. (Arnica-do-campo) de uma população ocorrente na serra da Bocaína, região do Alto Paranaíba, Minas Gerais / Susana Weber Lopes. - 2008.
 36 f. : il.
- Orientadora: Denise Garcia de Santana.
 Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
 Inclui bibliografia.
1. Germinação - Teses. 2. Arnica - Teses. I. Santana, Denise Garcia de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 581.142

SUSANA WEBER LOPES

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE AQUÊNIOS DE
Lychnophora ericoides Mart. (arnica-do-campo) DE UMA POPULAÇÃO
OCORRENTE NA SERRA DA BOCAINA, REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA,
MINAS GERAIS.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 7 março de 2008.

Prof. Dr. Carlos dos Santos Machado

UFU

Profa. Dr. Jimi Naoki Nakajima

UFU

Prof. Dr. Marcos Eduardo Paron

UNESP

Prof^a. Dra. Denise Garcia de Santana
ICIAG-UFU
(Orientadora)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

Um tempo para cada coisa

*Para tudo há um tempo, para cada coisa há um momento debaixo
dos céus:*

*Tempo para nascer, e tempo para morrer;
Tempo para plantar, e tempo para arrancar o que foi plantado;
Tempo para matar, e tempo para sarar;
Tempo para demolir, e tempo para construir;
Tempo para chorar, e tempo para rir;
Tempo para gemer, e tempo para dançar;
Tempo para atirar pedras, e tempo para ajuntá-las;
Tempo para dar abraços, e tempo para apartar-se;
Tempo para procurar, e tempo para perder;
Tempo para guardar, e tempo para jogar fora;
Tempo de rasgar, e tempo para costurar;
Tempo para calar, e tempo para falar;
Tempo para amar, e tempo para odiar;
Tempo para a guerra, e tempo para paz.*

(Eclesiastes, Capítulo 3, versículo 1 a 8)

Dedico...

A Deus, por me proteger e me iluminar sempre.

*Aos meus pais, irmãos, minha cunhada Cilene e meus
sobrinhos, que sempre estiveram comigo, minha eterna
gratidão. Amo vocês.*

*À minha amada, querida, irmã e amiga que está sempre
comigo, e que jamais esquecerei, Gisa.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades a mim concedidas.

À Denise Garcia Santana, pela orientação durante todos esses anos, pela amizade e apoio durante todas as minhas dúvidas profissionais e muitas outras. Pela paciência, compreensão e pelo modelo de orientadora. Não existem palavras que possam expressar toda minha gratidão por esses anos de aprendizagem.

Aos meus pais que sempre estiveram presentes na minha vida, apoiando-me, incentivando-me e mostrando-me o caminho a seguir. AMO VOCÊS!

Aos meus irmãos, sobrinhos e Cilene, que sempre torceram e me apoiaram nas minhas decisões.

À Gisele Edi Guimarães, por sempre me apoiar em tudo. Pela amizade, carinho e por estar sempre comigo. Jamais esquecerei você! Amo você irmã!

À Julianne Malta, obrigada JuJu por me ajudar em tudo e por fazer parte da minha vida. Obrigada Amiga Minha, por tudo!

A Wilson Boitrigo, pela amizade e companheirismo. Sem você Boi, as minhas coletas e montagens de experimentos seriam bem mais difíceis. Valeu Boi. Obrigada por tudo.

À professora Marly Ranal, pela oportunidade de aprendizagem e amadurecimento profissional.

Aos meus colegas e amigos do mestrado, que fizeram parte de uma etapa especial da minha vida.

Às minhas colegas e amigas Karlla Bernardes, Kelly Borges, Ana Carolina Sodré, Julia Lima, Ana Paula Berger, Débora Pascoal, Natali Bordon, Maristela Rosária, Alessandro Aguilar (Batatinha), Alessandra Pena, Luciano Pereira, Carlão e Pedraca, por horas agradáveis de convivência, pela ajuda na coleta e montagem dos experimentos.

Às minhas amigas Karlithia, Keloka, Keroll e Filett, obrigada amigas por estarem comigo em todos os meus momentos em Uberlândia. Jamais esquecerei vocês!

A Wílliam Bilibio, Isabel Vinhal, Letícia Barbaresco e Daniela Rezende, minhas novas amigas, obrigada pelas horas de diversão e muitas risadas.

À Cida e Eduardo, secretários da Pós-Graduação, por sempre me ajudarem nas questões burocráticas e pela amizade.

À Luciana Gomes, pela confiança e presteza.

À Luciana Londe, por me ajudar sempre que precisei e por sua amizade.

A Rafael Bolleli, pela amizade, paciência e pelos ensinamentos nos trabalhos no laboratório de genética.

A Marcos Eduardo Paron, por sua colaboração e sugestões durante os experimentos.

Ao Professor Carlos Machado, por suas sugestões para montagem dos meus experimentos.

Ao companheirismo e amizade de Adílio de Sá Júnior.

A Raoni de Amorim Brasil, pessoa muito especial que esteve comigo na minha última fase do mestrado. Ráu, sem seu apoio, carinho e amor tudo seria mais difícil e bem diferente. Obrigada pelos momentos inesquecíveis que vivemos juntos.

Aos membros da banca examinadora, desde já agradeço, pela disposição em ler este estudo e pelas críticas que contribuirão muito nas publicações.

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas.....	i
Lista de figuras.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
1 Introdução.....	1
2 Revisão bibliográfica.....	2
2.1 O Cerrado e os campos rupestres.....	2
2.2 A família Asteraceae e o gênero <i>Lychnophora</i>	3
2.3 Aspectos relacionados à germinação de sementes de espécies da família Asteraceae.....	5
3 Material e métodos.....	7
3.1 Local de coleta.....	7
3.2 Determinação do teor de água e curva de embebição.....	7
3.3 Experimento 1. Germinação dos cipselas da borda.....	8
3.4 Experimento 2. Germinação dos cipselas após densimetria...	8
3.5 Medidas de germinação e análise estatística.....	9
4 Resultados e discussão.....	10
4.1 Teste de germinação dos cipselas da borda.....	10
4.2 Separação de cipselas por método de separação densimétrico.....	18
5 Conclusões.....	25
6 Referências.....	26

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1	Características físicas e fisiológicas de cipselas recém-colhidos de <i>Lychnophora ericoides</i> (arnica) provenientes de uma população endêmica da Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.	11
TABELA 2	Medidas de germinação de cipselas recém-colhidos de arnica oriundos de uma população endêmica da Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.	14
TABELA 3	Percentuais de germinação (plântulas normais) e de cipselas chochos de <i>Lychnophora ericoides</i> armazenados, separados por densidade, submersos em água corrente por 24 horas e em ácido sulfúrico, seguido de lavagem em água corrente.	19

LISTA DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1	Desuniformidade na maturação de cipselas de <i>Lychnophora ericoides</i> , coletados na Serra da Bocaina, município de Tapira, MG.	6
FIGURA 2	Curvas de embebição das cipselas dos acessos 11 e 7, em função do tempo de embebição em água.	15
FIGURA 3	Frequência percentual de germinação de cipselas de <i>Lychnophora ericoides</i> , em função do tempo de germinação, para cipselas de acessos com elevados percentuais de germinação relativa (acessos 7 e 11), coletados na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.	16
FIGURA 4	Frequência percentual de germinação de cipselas de <i>Lychnophora ericoides</i> , em função do tempo de germinação, para cipselas de acessos com percentuais intermediários de germinação relativa (acessos 6 e 13), coletadas na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.	16
FIGURA 5	Frequência percentual de germinação de cipselas de <i>Lychnophora ericoides</i> , em função do tempo de germinação, para cipselas de acessos com baixos percentuais de germinação relativa (acessos 2 e 10), coletadas na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.	17
FIGURA 6	Frequência de percentual de germinação de cipselas de <i>Lychnophora ericoides</i> , em função do tempo de germinação para cipsela de acessos, coletados na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG, submetidos ao teste densimétrico e lavados com água corrente por 24 horas e acrescidos ou não de ácido sulfúrico.	21
FIGURA 7	Poliembrionia em cipselas de <i>Lychnophora ericoides</i> , coletados na Serra da Bocaina, município de Tapira, MG.	24

RESUMO

LOPES, SUSANA WEBER. **Características físicas e fisiológicas de *Lychnophora ericoides* Mart. (arnica-do-campo) de uma população ocorrente na Serra da Bocaina, Região do Alto Paranaíba, Minas Gerais.** 2008. 36p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

Resumo: *Lychnophora ericoides*, conhecida como arnica-do-campo, é uma espécie arbustiva, endêmica dos campos rupestres, cujas práticas de cultivo são desconhecidas, sendo a maturação desuniforme o grande problema para produção de mudas. O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de cipselas de *L. ericoides* coletados de acessos em diferentes altitudes de uma população ocorrente na Serra da Bocaina, região do Alto Paranaíba, Minas Gerais e submetidos a métodos para seleção dos cipselas quanto à densidade. No primeiro experimento, capítulos florais de 20 acessos (altitudes entre 1102 e 1245 m) formaram um delineamento inteiramente casualizado, com 20 acessos (tratamentos) e quatro repetições, em parcelas com 50 cipselas retirados das bordas dos capítulos. No segundo experimento, amostras dos mesmos cipselas foram colocadas em soprador por 3 minutos e 20 segundos, sendo os mais pesados separados em dois grupos. Metade dos cipselas foi lavada em água corrente por 24 horas e a outra metade ficou submersa em ácido sulfúrico por 1 minuto e em seguida lavados em água corrente por 24 horas. Após a separação, o teste de germinação foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 20, sendo o primeiro fator correspondente aos tratamentos (ácido sulfúrico e água) e o segundo fator, aos acessos em quatro repetições contendo 50 cipselas. Em ambos os experimentos, os cipselas foram distribuídos em gerbox contendo papel mata-borrão umedecido com água deionizada, sendo contados, no primeiro, os cipselas germinados em função da protrusão da radícula e, no segundo, plantas normais. No primeiro experimento, os cipselas apresentaram baixo percentual de germinação (máximo 15%). A pequena diferença entre o percentual de germinação e de viabilidade indicou que poucos cipselas no final do teste de germinação estavam viáveis, resultado comprovado pelo elevado percentual de cipselas chochos (acima de 65,5%). O percentual relativo de germinação (cipselas cheios) mostrou alta capacidade de germinação dos cipselas (78,13; 72,38 e 66,85% para cipselas dos acessos 7, 11 e 20, respectivamente). A variação do gradiente de altitude de 143 m não esteve linearmente relacionada à presença de cipselas chochos, nem mesmo com a qualidade fisiológica dos mesmos. A germinação dos cipselas foi lenta e distribuída no tempo. Após o teste densimétrico, a germinação máxima também foi baixa (máximo 34% para cipselas do acesso 2, quando submetidos ao ácido sulfúrico). A utilização de ácido sulfúrico após o teste densimétrico, de maneira geral, aumentou o percentual de germinação dos cipselas de alguns acessos.

Palavras-chave: cipsela, frequência percentual de germinação, germinação, maturação, percentual relativo, viabilidade

ABSTRACT

LOPES, SUSANA WEBER. Physical and physiologic characteristics of *Lychnophora ericoides* Mart. achene of a population occurring in the Serra da Bocaina, region of Alto Paranaíba, Minas Gerais. 2008. 36p. Dissertation (Master's degree in Agriculture/Fitotecnia)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

Abstract: *Lychnophora ericoides* is a shrub like species, endemic to rock outcrops areas, whose cultivation practices are unknown and its irregular maturation being the great problem for seedling production. The objective of the work was to evaluate the germination of *L. ericoides* cypsela collected from across different altitudes of a population occurring in the Serra da Bocaina, region of Alto Paranaíba, Minas Gerais, and submitted to methods for cypselas selection with relation to density. In the first experiment, arnica capitulum of 20 access (altitudes between 1102 and 1245m) formed a completely randomized design, with 20 access (treatments) and four repetitions, in groups with 50 cypselas removed from the borders of the capitulum. In the second experiment, samples of the same cypselas were placed in a blower for 3 minutes and 20 seconds, the heaviest being separated in two groups. Half of the cypselas were washed in running water for 24 hours and the other half were submerged in sulfuric acid for 1 minute and soon after washed in running water for 24 hours. After the separation, the germination test was set up in a completely randomized design in factorial scheme of 2 x 20, the first factor corresponding to treatments (water and sulfuric acid) and the second factor, to the 20 access in four repetitions containing 50 cypselas. In both experiments, the cypsela were distributed in gerbox containing blotting paper humidified with distilled water, being counted, first the cypselas germinated in function of the protrusion of the radicle and, in the second, normal seedlings. In the first experiment, the cypselas presented low percentage of germination (maximum 15%). The small difference between the germination percentage and viability indicated that few cypselas at the end of the germination test were viable, a result proven by the high percentage of empty cypselas (above 65.5%). The percentage relative to germination (full cypselas) showed high capacity of cypsela germination (72.38, 78.13 and 66.85% for cypselas from access 1, 3 and 5, respectively). The variation of the altitude gradient of 143 m was not lineally related to the presence of empty seeds, not even to the physiologic quality of the cypselas. The cypsela germination was slow and distributed over time. After the density test, the maximum germination was also low (maximum 34% for the access 2 submitted to sulfuric acid). The use of sulfuric acid after the density test, in a general way, improved the quality of the cypselas and increased the percentage of cypsela germination of same.

Key-words: cypsela, frequency, germination percentage, germination, maturation, relative percentage, viability

1. Introdução

Espécies do gênero *Lychnophora* se destacam por possuírem propriedades medicinais. Entre as espécies medicinais desse gênero, a mais utilizada sob a forma de extrato alcoólico é *Lychnophora ericoides* Mart., devido aos seus efeitos antiinflamatórios, anestésicos e cicatrizantes (CERQUEIRA et al., 1987; OLIVEIRA et al., 1996; BORSATO et al., 2000). Conhecida popularmente como arnica-mineira, arnica-do-campo, candeia, pau-de-candeia e pinheirinho-do-campo é uma espécie arbustiva de até 3 m de altura, com folhas lineares e estreitas (1-3 mm de largura) e inflorescências formadas por glomérulos contendo capítulos com flores violáceas; o fruto é do tipo cipsela e está localizado em diferentes regiões do capítulo floral (SEMIR, 1991). Possui maturação desigual, uma vez que o processo se inicia das bordas até atingir o centro do capítulo, como acontece em outras espécies da família Asteraceae, como *Helianthus annuus* L. (ZIMMERMAN; ZIMMER, 1978). Essa maturação centrípeta dos cipselas das espécies da família Asteraceae não é uma característica satisfatória para os estudos de germinação, ressaltando-se *L. ericoides* por se tratar de uma espécie nativa e com poucos estudos sobre botânica, genética, melhoramento e cultivo da espécie. Ainda, outro problema para o estudo de germinação das espécies do gênero *Lychnophora* é o grande número de insetos e larvas de insetos, alimentando-se de sementes ou de partes dos capítulos (KLINKHAMER et al., 1988).

O gênero *Lychnophora* é endêmico dos campos rupestres dos estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais (SEMIR, 1991). Estes, por sua vez, situam-se em altitudes superiores a 800 m de altitude e localizam-se, em sua maior extensão, na cadeia do Espinhaço (MG), na chapada Diamantina (BA) e em suas disjunções, sobretudo em Goiás e Mato Grosso (MENEZES; GIULIETTI, 1986). Os campos rupestres representam uma das áreas mais críticas e ameaçadas (LARA; FERNANDES, 1996; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1999). Sua vegetação é formada por espécies herbáceas de pequeno porte, exibindo freqüentemente características escleromórficas, que se desenvolvem entre rochas, diretamente sobre estas, ou onde há condições de fixação de raízes (BENITES et al., 2003). O substrato mais comum nesses campos é o quartzito, e os solos são pouco profundos.

Nos campos rupestres do Parque Nacional da Serra da Canastra, localizados entre 800 e 1496 m de altitude, das 45 espécies endêmicas catalogadas, 22 pertencem à

família Asteraceae (ROMERO; NAKAJIMA, 1999), destacando-se o gênero *Lychnophora* por suas propriedades medicinais.

A adaptação das espécies do gênero *Lychnophora* em condições adversas relacionadas à altitude pode ser notada pela anatomia das suas folhas, que possuem algumas modificações para a proteção contra perda de água, como nervura média achatada na superfície abaxial, disposição imbricada das folhas e redução da superfície foliar (HANDRO et al., 1970; SEMIR, 1991). Outro aspecto é a associação com fungos micorrízicos que aumentam a eficiência de utilização e reciclagem do fósforo (ALMEIDA, 2006).

A retirada predatória e o uso intenso de espécies do gênero *Lychnophora*, especialmente de *L. ericoides* e a rápida degradação dos campos rupestres, fizeram com que esta espécie passasse a constar na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (BRASIL, 1992). O endemismo associado à herbivoria, extrativismo e degradação do ambiente têm diminuído as populações de *L. ericoides*. O conhecimento sobre o comportamento germinativo de seus cipselas é fundamental para conservação, salvamento e melhoramento genético, além de reduzir o risco de extinção associada à viabilidade econômica sob práticas de cultivo e manejo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação dos cipselas de *Lychnophora ericoides* coletados de acessos em diferentes altitudes de uma população ocorrente na Serra da Bocaina, na cidade de Tapira, Minas Gerais, e submetidos a metodologias para seleção quanto à sua localização no capítulo floral e densidade.

2. Revisão bibliográfica

2.1 O Cerrado e os campos rupestres

O Cerrado ocupa área de aproximadamente 2.045.064 km² (MACHADO et al., 2004) e dentro desse bioma existem fitofisionomias variadas, como campos rupestres, que compreendem regiões singulares que ocorrem nos topos das principais cadeias montanhosas do Brasil. Esta fitofisionomia é normalmente associada ao cerrado, mas também pode ocorrer em formações como a caatinga (GIULIETTI et al., 2000). É caracterizada por um tipo de vegetação que se desenvolve em áreas com afloramento de rochas, entre 800 e 2000 m de altitude, nos planaltos de serras e de alguns platôs altos,

apresentando flora, em grande parte, endêmica (BARRETO, 1956; EITEN, 1977; GIULIETTI et al., 1987; DIAS, 1992).

A vegetação dessa fitofisionomia apresenta grande adaptação à exposição ao sol, a escassez de água e a solos muito rasos e arenosos, compreendendo assim altas taxas de endemismo (SAFFORD, 1999). Embora a vegetação dos campos rupestres seja estudada há muitos anos, poucos estudos auto-ecológicos e de biologia reprodutiva têm sido realizados nesta fitofisionomia, ainda que sejam de fundamental importância para implementação de estratégias de conservação (MADEIRA; FERNANDES, 1999; JACOBI et al., 2000).

Por possuir muitas espécies endêmicas e alta diversidade (GIULIETTI et al., 1987; GIULIETTI; PIRANI, 1988), as teorias quanto à distribuição das espécies em campos rupestres enfocam principalmente as consequências na variabilidade genética de seus indivíduos. Souza (1997) enfatiza que a fragmentação florestal, além de isolar reprodutivamente indivíduos que contêm apenas uma pequena amostra do conjunto gênico da população original, pode causar contínua perda de alelos devido à deriva genética, caso a população remanescente permaneça isolada por várias gerações. As predições teóricas indicam que, quando há poucas gerações, os resultados observados se devem ao efeito de gargalo genético (YOUNG et al., 1996) e que quanto menor for o remanescente populacional, maior será a perda da variabilidade genética.

Em curto prazo, a perda de variabilidade genética pode reduzir a aptidão individual da espécie, inviabilizando o remanescente populacional. Em longo prazo, a redução da riqueza alélica deve limitar a habilidade das espécies a responderem às mudanças devido à ação de forças seletivas (ELLSTRAND; ELLAN, 1993). A erosão genética pode ser ocasionada devido à depressão por endogamia (AIZEN; FEINSINGER, 1994), pelo extrativismo, fragmentação populacional e pela destruição dos seus ecossistemas, no caso das plantas silvestres, e no melhoramento genético, no caso das cultivadas.

2.2 A família Asteraceae e o gênero *Lychnophora*

Dentre as muitas famílias presentes nos campos rupestres, a família Asteraceae possui cerca de 23.000 espécies e mais de 1.500 gêneros (BREMER, 1994), sendo que desses, 180 ocorrem no Brasil (SEMIR, 1991). Muitas espécies dessa família são importantes por possuírem propriedades terapêuticas, alimentícias, ornamentais entre

outras. Faria (1994), estudando a biologia de comunidades de plantas de campos rupestres da Serra do Cipó (MG), observou que a grande maioria das espécies de Asteraceae é polinizada por abelhas. As espécies dessa família são, geralmente, polinizadas por insetos das ordens como Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (NORONHA; GOTTSBERGER, 1980; ARROYO et al., 1982; SAZIMA; MACHADO, 1983; ABBOT; IRWIN, 1988; HERRERA, 1990). Para o gênero *Lychnophora*, a polinização é geralmente anemocórica ou ocorre através de abelhas pequenas ou médias, que tendem a explorar a maior parte do recurso disponível em uma inflorescência antes de se mover para a próxima. Espera-se que esse comportamento possa aumentar as chances de autopolinização ou polinização entre organismos próximos e possivelmente aparentados, o que aumenta as chances de rearranjos que diminuem a fecundidade no estado heterozigoto em populações pequenas, como ocorre com *Lychnophora hatschbachii*, espécie microendêmica (JONH, 1980).

Mecanismos de auto-incompatibilidade (RICHARDS, 1986), homomórfica esporofítica (NETTANCOURT, 1977; LANE, 1996), fazem com que a xenogamia seja predominante na família Asteraceae. Além da auto-incompatibilidade, outra hipótese para a baixa produção de sementes de *Lychnophora ericoides* é o isolamento populacional, ocasionado pela fragmentação, que tende a aumentar os níveis de endogamia e conseqüentemente alto grau de depressão endogâmica (baixa produção de frutos, dificuldade de estabelecimento e perda de vigor nas gerações subseqüentes). Embora os efeitos genéticos da diminuição do tamanho populacional possam ser obscuros para as espécies de vida longa, as variações demográficas e ambientais e os eventos naturais podem representar os principais mecanismos de extinção local e regional de populações isoladas (LANDE, 1988; MENGES, 1991).

Especialmente o gênero *Lychnophora* Mart. (Asteraceae, tribo Vernonieae e subtribo Lychnophorinae), endêmico do Brasil, compreende 68 espécies distribuídas em seis seções (SEMIR, 1991). As espécies apresentam hábito candelabriforme de arvoretas ou arbustos de alturas variáveis, possuem ramos cilíndricos, folhas normalmente imbrincadas e ascendentes no ápice saindo do caule em ângulos bem agudos. O conjunto dessas folhas tem o formato de um grande botão floral, e com esta disposição confere proteção às gemas apicais e laterais. Apresenta grande diversificação nas inflorescências, mas o padrão básico é o glomérulo. A forma de dispersão das suas sementes é através do cipsela, que é variável quanto à forma, superfície, tamanho e papus.

A grande diversidade e o alto grau de endemismo encontrados nesse gênero, com espécies próximas apresentando diferentes amplitudes de distribuição geográfica, torna esse grupo muito interessante para a compreensão da influência da distribuição geográfica sobre as características genéticas (AZEVEDO, 2004). Espécies com distribuição geográfica restrita são consideradas um grupo relativamente homogêneo com características comuns, inclusive com relação ao grau de variabilidade genética (GITZENDANNER; SOLTIS, 2000).

Dentro do gênero *Lychnophora*, pode-se afirmar que *Lychnophora ericoides* é a espécie mais comercializada (SANTOS, 2006). Além da utilização das partes vegetativas colocadas em álcool de forma artesanal pela população, algumas empresas estão fabricando géis, pomadas, extratos alcoólicos e hidroalcoólicos com finalidade analgésica, antiinflamatória e cicatrizante (BORSATO et al., 2000; LOPES 2001; SANTOS et al., 2005). A grande extração dessa espécie, a destruição do seu habitat e o grande número de sementes chochas ou malformadas produzidas por *L. ericoides* vêm colocando essa espécie como vulnerável à extinção (BRASIL, 1992; BIODIVERSITAS, 2007).

2.3 Aspectos relacionados à germinação de sementes de espécies da família Asteraceae

O conhecimento sobre o comportamento germinativo das sementes é fundamental para sua utilização na reabilitação em áreas degradadas e constitui providência essencial para protegê-las contra a ameaça de extinção (LABOURIAU, 1983). Alguns aspectos referentes à fecundação e fertilização de óvulos de algumas espécies da família Asteraceae são conhecidos, como a apomixia ou agamospermia, que consiste na produção de sementes sem que antes ocorra polinização (RICHARDS, 1997). O fenômeno parece estar relacionado também à poliploidia e hibridações, o que conseqüentemente faz com que a viabilidade do pólen das espécies apomíticas seja quase sempre mais baixa do que nas espécies não apomíticas (GRANT, 1981). Também, o dimorfismo ou polimorfismo dos cipselas, comuns nessa família (McEVOY, 1984), associado à endogamia, causam elevado número de cipselas malformados e menos vigorosos, o que é um problema para os estudos de germinação. Outro problema, quanto ao processo germinativo na maioria das espécies dessa família, é a assincronia na maturação dos cipselas (Figura 1).



Figura 1. Desuniformidade na maturação de cipselas de *Lychophora ericoides*, coletados na Serra da Bocaina, município de Tapira, MG.

Em macela (*Egletes viscosa* L), Bezerra et al. (2002) constataram que ao longo da fase reprodutiva há produção simultânea de capítulos em diferentes estágios de desenvolvimento (botão floral, capítulos verdes, maduros e secos), caracterizando-se como uma espécie de maturação desuniforme. Outra espécie que possui essa característica é *Zinnia elegans* Jacq., sendo que o seu período de florescimento representa um obstáculo à obtenção de sementes com idade fisiológica uniforme e elevado vigor, visto que inflorescências de idades e tamanhos diferentes são colhidas conjuntamente. Por isto, as sementes de zínia geralmente apresentam baixo poder germinativo (GUIMARÃES et al., 1998).

Alternativas para se tentar driblar essa problemática quanto à germinação das espécies da família Asteraceae, especialmente do gênero *Lychophora*, como técnicas biotecnológicas para reprodução de exemplares com propriedades desejáveis da espécie (FRANÇA, 2001), estão sendo utilizadas tanto para germinação e crescimento de plântulas, quanto para clonagem através da cultura de tecidos, como é o caso de

Lychnophora pinaster (SOUZA et al., 2003). Outra forma de propagação das espécies é através de estaquia, em que pode ser usado regulador de crescimento, o qual é determinante para o enraizamento de várias espécies (KESTER; SARTORI, 1966). O método de propagação por enraizamento de estacas baseia-se na capacidade de regeneração dos tecidos, e promoção de *callus* e posterior emissão de raízes através da utilização de hormônios naturais ou sintéticos (ROCHA et al., 1988). Paron (2002), estudando a capacidade de enraizamento de *Lychnophora ericoides*, constatou que a utilização de ácido indol-butílico (AIB), na concentração 300 mg L⁻¹ submersas por 24h nessa substância, é o mais eficiente.

Contudo, torna-se necessário o aumento de pesquisas para embasamento e soluções quanto à difícil capacidade germinativa e reprodutiva de *Lychnophora ericoides*.

3. Material e métodos

3.1 Local de coleta

Capítulos florais de *Lychnophora ericoides* Mart. foram coletados de 20 acessos, distribuídos entre altitudes de 1102 e 1245 m na Serra da Bocaina, na cidade de Tapira, localizada no Alto Paranaíba, Minas Gerais. A temperatura média anual é de aproximadamente 20,4 °C, com variações médias de temperaturas máximas e mínimas entre 26,5 e 15,7 °C, respectivamente. O índice pluviométrico é de 1574,7 mm por ano (IBGE, 2004).

3.2 Determinação do teor de água e curva de embebição

Os capítulos florais foram coletados, dispostos em recipientes para evitar a perda excessiva de umidade e levados para o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. Os cipselas foram beneficiados para a retirada dos papus, separados para determinação do teor de água e para a construção da curva de embebição. Para o teor de água, foram utilizados 80 cipselas por acesso, distribuídos em oito repetições; levados a estufa de 70°C onde permaneceram até massa constante. Os teores de água dos cipselas de cada acesso foram determinados pela expressão: $U \% = 100(P - p)/(P - t)$, onde P : massa da matéria fresca dos cipselas

úmidos com recipiente; p : massa da matéria seca com recipiente e t : massa do recipiente.

Para a curva de embebição, foram separados 10 cipselas de cada acesso, colocados sobre papel mata-borrão umedecido com 10 mL de água deionizada e pesados em intervalos que variaram de 30 minutos no começo da pesagem, aumento-se o intervalo de pesagem de acordo com a embebição e estabilização da massa, até a germinação do primeiro cipsela. No final foram plotados, para cada acesso, a massa média dos cipselas em relação ao tempo de embebição.

3.3 Experimento 1. Germinação dos cipselas da borda

O experimento de germinação foi conduzido em câmara de germinação (Seedburo Equipment Company, modelo MPG-2000), com registro diário das temperaturas máximas e mínimas (médias de 26,3 e 23,8 °C, respectivamente). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 20 acessos e quatro repetições, em parcelas com 50 cipselas retirados da borda do capítulo. Antes da semeadura, os cipselas foram lavados com água deionizada, distribuídos em caixas do tipo gerbox contendo papel mata-borrão umedecido com 10 mL de água deionizada. As leituras dos cipselas germinados foram feitas diariamente e o critério de avaliação adotado foi o da protrusão da radícula. Após a estabilização da germinação, os cipselas não germinados foram cortados para a contagem, por acesso, do número de cipselas chochos e malformados. Aqueles que apresentaram embrião após o corte foram colocados em solução de tetrazólio, a 0,1%, para a contagem do número de cipselas viáveis, que juntamente com os cipselas germinados, foram utilizados para o cálculo do percentual de viabilidade dos cipselas de cada acesso.

3.4 Experimento 2. Germinação dos cipselas após densimetria

Os cipselas restantes dos capítulos florais, foram beneficiados para a retirada dos papus e colocados em soprador para separação dos mesmos quanto à densidade. Após vários pré-testes, determinou-se o tempo de 3 minutos e 20 segundos, sendo os mais pesados separados e divididos em dois grupos. Metade dos cipselas selecionados pelo soprador foram lavados em água corrente por 24 horas e a outra metade ficou submersa em ácido sulfúrico por 1 minuto para que fossem eliminados o maior número de

cipselas chochos e malformados, em seguida lavados em água corrente por 24 horas. Após a separação, o teste de germinação foi montado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 20, sendo o primeiro fator correspondente aos tratamentos (ácido sulfúrico e água) e o segundo fator, aos 20 acessos, em quatro repetições contendo 50 cipselas.

Os cipselas foram semeados em caixa do tipo gerbox, contendo papel mata-borrão umedecido por 10 mL de água deionizada, os quais foram colocados em câmara de germinação. A leitura da germinação foi feita a cada 20 dias e o critério adotado foi o de plântulas normais (critério agrônomo). Após 60 dias da montagem dos experimentos, os cipselas não germinados foram submetidos aos mesmos procedimentos do teste de germinação, sendo cortados e colocados em solução de tetrazólio, a 0,1%, para verificação do vigor dos mesmos.

3.5 Medidas de germinação e análise estatística

As características avaliadas foram o percentual de germinação, tempos inicial, final, médio e mediano (LABOURIAU, 1983), velocidade média (LABOURIAU, 1970), velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962), índice de sincronização (PRIMACK, 1980) e de incerteza (LABOURIAU; VALADARES, 1976). Na análise estatística para as características, foram utilizados os testes de Scott-Knott para comparações de 20 acessos e de Tukey para comparações de 11 acessos, sendo este mesmo teste, usado para comparações entre os tratamentos com água e ácido depois de passarem pelo método densimétrico, após a análise de variância. Esses mesmos testes foram utilizados para comparação dos acessos quanto ao percentual relativo de germinação e cipselas chochos. Em todos os testes, o valor de significância adotado foi $\alpha = 0,05$. Distribuições das frequências percentuais de emergência em relação ao tempo (LABOURIAU; PACHECO, 1978) foram construídas para alguns acessos com percentuais de germinação alto (acessos 7 e 11), médio (acessos 6 e 13) e baixo (acessos 2 e 10) como um indicativo do padrão do processo de emergência em relação ao tempo. Correlações de Pearson foram calculadas para determinar as relações da altitude dos acessos e os percentuais de germinação, germinação relativa, viabilidade e cipselas chochos.

4. Resultados e discussão

4.1 Germinação dos cipselas da borda

Os cipselas recém-colhidos dos acessos da população da Serra da Bocaina apresentavam 35,6% de teor de água e baixo percentual de germinação (máximo 15%), quando se considerou todos os cipselas retirados da borda e semeados, incluindo os cheios (com embrião) e os chochos (Tabela 1). Apesar do baixo percentual de germinação, se comparado ao valor encontrado por Almeida (2006), 0,33%, este valor foi superior.

Analisando grupos de acessos, a classificação, pelo teste de Scott-Knott, separou aquelas com, no mínimo, 6% de germinação (acessos 6, 7, 11, 13, 16, 18 e 20) e no máximo 4% para os demais acessos. Resultados semelhantes quanto à classificação dos acessos foram encontrados para o percentual de viabilidade (cipselas germinados e viáveis pelo teste de tetrazólio). A pequena diferença entre o percentual de germinação e de viabilidade indicou que poucos cipselas no final do teste de germinação estavam viáveis, resultado comprovado pelo elevado percentual de cipselas chochos (acima de 65,5%). Lopes et al. (2004) encontraram, para a mesma espécie, altas porcentagens de cipselas chochos, chegando a 95% para alguns acessos, reforçando que o número de cipselas chochos para a espécie é alto. Estudos realizados com *Crepis sancta* por Imbert (2000) indicaram que a formação de cipselas cheios, tanto periféricos, quanto centrais, é uma característica geneticamente determinada e que também está ligada a fatores externos, como acúmulo de biomassa durante o período vegetativo, fracasso durante a polinização e aborto. Entretanto, o efeito da auto-incompatibilidade não pode ser excluído.

Quando se calculou o percentual relativo de germinação baseado apenas nos cipselas cheios e não nos cipselas semeados, os cipselas de alguns acessos mostraram alta capacidade de germinação (Tabela 1). Cipselas dos acessos 7, 11 e 20 apresentaram os maiores valores de germinação relativa; 72,38; 78,13 e 66,85%, respectivamente, considerando-se a grande quantidade de cipselas chochos (79,5; 85,5 e 85% respectivamente). Acessos que apresentaram cipselas com baixos percentuais de germinação também apresentaram baixos percentuais de germinação relativa, embora na comparação entre os dois percentuais, houve acréscimo no percentual relativo da germinação (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas e fisiológicas de cipselas recém-colhidos da borda de capítulos florais de *Lychnophora ericoides* (arnica) provenientes de uma população endêmica da Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.

Acesso ¹	Altitude (m)	² G (%)	^{2,3} viabilidade (%)	^{2,4} G relativo (%)	Cipselas chochos (%)
1	1102	0,0 b	0,0 b	0,00 c	81,5 b
2	1124	2,5 b	2,5 b	15,72 c	88,0 b
3	1150	1,5 b	1,5 b	6,25 c	68,0 a
4	1170	1,5 b	2,5 b	9,42 c	82,0 b
5	1176	1,5 b	1,5 b	4,70 c	74,0 a
6	1195	9,5 a	10,5 a	41,82 b	77,0 b
7	1203	12,0 a	14,0 a	78,13 a	85,5 b
8	1209	4,0 b	5,5 a	18,85 c	80,5 b
9	1211	2,0 b	2,5 b	8,32 c	79,0 b
10	1216	1,5 b	1,5 b	13,58 c	80,5 b
11	1217	15,0 a	15,5 a	72,38 a	79,5 b
12	1219	0,0 b	0,0 b	0,00 c	71,5 a
13	1220	14,5 a	16,0 a	52,35 b	73,0 a
14	1221	1,0 b	1,0 b	3,60 c	65,5 a
15	1222	0,0 b	0,0 b	0,00 c	81,0 b
16	1225	6,5 a	7,50 a	45,30 b	83,5 b
17	1226	2,0 b	2,0 b	7,70 c	77,5 b
18	1229	6,0 a	9,0 a	30,78 c	78,0 b
19	1230	0,0 b	0,0 b	0,00 c	90,0 b
20	1245	9,0 a	10,5 a	66,85 a	85,0 b
Correlação (r)		0,294	0,315	0,317	-0,03
CV (%)		67,1	67,4	70,6	10,3

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância; ²dados transformados: arco seno $\sqrt{x/100}$; ³viabilidade: cipselas germinados mais os viáveis pelo teste de tetrazólio; ⁴G relativo (percentual obtido em função do número de cipselas cheios).

A correlação entre a altitude e o percentual de cipsela chocho foi baixa ($r = -0,03$), assim como também foram baixas as correlações entre a altitude e os percentuais de germinação, viabilidade e germinação relativa, 0,294; 0,315 e 0,317; respectivamente (Tabela 1). Assim, pôde-se constatar que a variação do gradiente de altitude de 143 m não está linearmente relacionada à presença de cipselas chochos, nem mesmo a qualidade fisiológica dos cipselas. Esse resultado não exclui que a altitude seja um dos condicionantes da grande quantidade de cipselas chochos para *Lychnophora ericoides*, junto com as características da própria planta-mãe (efeito maternal) e a plasticidade da espécie.

Chabot e Billings (1972), estudando espécies vegetais, investigando a diferenciação na germinação juntamente gradiente altitudinal, não encontraram diferenças significativas na taxa de germinação em diferentes altitudes. Porém, Benavides et al. (2007), em estudo realizado com *Silene ciliata* (Caryophyllaceae), em altitudes entre 1950 a 2236 m, verificaram redução na taxa de sobrevivência de plântulas com o aumento da altitude. Segundo autores como Gaff (1987), Porembski e Barthlott (2000), o efeito combinado de fatores edafoclimáticos é o responsável pelo sucesso das espécies dos campos de altitude.

Na família Asteraceae, a plasticidade pode ser observada especialmente na produção e dispersão dos cipselas. Os cipselas periféricos demonstram pouca plasticidade, em contraste, aos cipselas centrais, cujo número é determinado principalmente pelo tamanho do capítulo (IMBERT et al., 1999). Em diversas espécies dessa família, a fração dos cipselas centrais aumenta de acordo com o tamanho do indivíduo (VENABLE; LEVIN 1985), mas diminui com a idade (VENABLE; LEVIN 1985, MCGINLEY 1989). Em *Hypochoeris glabra* e *Catananche lútea*, a porção dos cipselas centrais diminuem, pois os cipselas periféricos são mais densos e a dispersão por agentes se torna distinta. As dispersões, neste caso, são efetuadas pelo vento (anemocoria) e por animais (zoocoria), respectivamente, mostrando assim adaptações morfológicas (BAKER; O'DOWD 1982; RUIZ DE CLAVIJO; JIMENEZ, 1998). Assim, as diferenças morfológicas e fisiológicas dessa família ocorrem principalmente entre cipselas, e geralmente diferem na sua capacidade de dispersão ou dispersão por agentes. Qualquer alteração em relação à morfologia do fruto pode afetar a sua capacidade de dispersão, influenciando assim na taxa de germinação e sobrevivência dos descendentes daquele indivíduo (IMBERT; RONCE, 2001).

O processo de germinação dos cipselas de *Lychnophora ericoides* iniciou-se aos 5 dias após a semeadura (acesso 16) e o último cipsela germinado foi o do acesso 6, aos 56 dias (Tabela 2). Assim como os tempos inicial e final, o tempo para que metade dos cipselas germinasse (tempo mediano, $t_{1/2}$) foi bastante variável (14 a 52 dias), sendo mais frequentes tempos medianos, em torno de 20 dias. O tempo médio de germinação foi superior a 15 dias (Tabela 2) e por essa medida, a germinação mais rápida foi para os cipselas do acesso 11, gastando em média, 15,76 dias, e a mais lenta para os cipselas do acesso 4 ($\bar{t} = 44$ dias).

A classificação dos acessos quanto à velocidade de emergência, pelo teste de Scott-Knott, foi a mesma do teste de germinação (Tabela 2). Este resultado é esperado em função da estreita relação entre as duas medidas, conforme relatado por vários autores (Santana; Ranal, 2004; Ranal; Santana, 2006). Contudo, é lenta a velocidade de emergência dos cipselas, com frequências diárias menores que 1 cipsela por dia ($VE = 0,63$ cipselas dia^{-1} para cipselas do acesso 11).

Cipselas do acesso 6 apresentaram o maior valor de $I = 2,14$ bits (Tabela 2), sendo, portanto, o acesso de germinação com cipselas de germinação mais incerta, em relação aos cipselas dos acessos 4 e 10 (0,50 bit para ambos). Embora os cipselas dos acessos 4 e 10 tenham menores valores de I (desejável para cipselas de um acesso), os baixos percentuais de germinação (1,5%) não possibilitaram que esta medida tivesse boa acurácia. Esse resultado não está relacionado com o tempo médio de germinação, pois os acessos 4 e 10 apresentaram diferenças de tempos de cerca de 18 dias (44 e 26,5 dias, respectivamente).

Tabela 2. Medidas de germinação de cipselas recém-colhidos de arnica oriundos de uma população endêmica da Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.

Acesso ¹	Altitude (m)	^{2,3} t_o (dia)	^{2,4} t_f (dia)	^{2,5} $t_{1/2}$ (dia)	^{2,6} $\bar{t}$ (dia)	^{2,7} VE (aq. dia ⁻¹)	^{2,8} I (bit)
1	1102					0,00 d	
2	1124	18	38	22	29,08 ab	0,05 d	0,96 ab
3	1150	12	13	14		0,06 d	
4	1170	20	52	52	44,00 b	0,02 d	0,50 a
5	1176	17	18	17		0,04 d	
6	1195	17	56	31	32,68 ab	0,16 c	2,14 b
7	1203	16	38	28	29,27 ab	0,22 c	1,97 ab
8	1209	21	51	34	34,17 ab	0,06 d	1,17 ab
9	1211	14	30	16		0,05 d	
10	1216	22	40	22	26,50 ab	0,03 d	0,50 a
11	1217	6	34	14	15,76 a	0,63 a	1,75 ab
12	1219					0,00 d	
13	1220	7	51	21	20,92 ab	0,38 b	1,57 ab
14	1221	24	29	24		0,02 d	
15	1222					0,00 d	
16	1225	5	52	44	29,28 ab	0,18 c	1,23 ab
17	1226	46	55	46		0,02 d	
18	1229	14	40	21	24,13 ab	0,14 c	1,38 ab
19	1230					0,00 d	
20	1245	14	35	21	22,65 ab	0,21 c	1,75 ab
CV (%)					30,2	8,7	15,9

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, pelos testes de Scott-Knott e Tukey, ambos a 0,05 de significância; ²dados transformados; ³ t_o : tempo inicial de germinação; ⁴ t_f : tempo final de germinação; $t_{1/2}$: tempo mediano de germinação; $\bar{t}$: tempo médio de germinação; VE: velocidade de emergência; I: índice de incerteza.

Apesar dos baixos percentuais de germinação e das baixas velocidades (altos tempos médios e baixos valores de VE), cipselas de *Lychnophora ericoides* não apresentaram restrição para a embebição e parecem possuir o tegumento permeável (Figura 2). Cerca de 120 minutos após embebição em água (Figura 2), os cipselas já apresentaram acúmulo de água máximo.

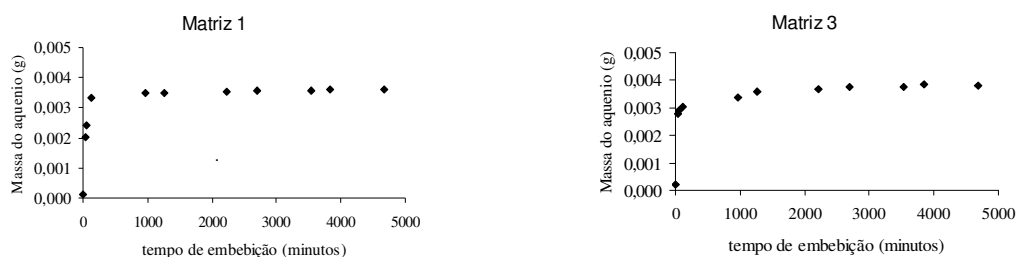


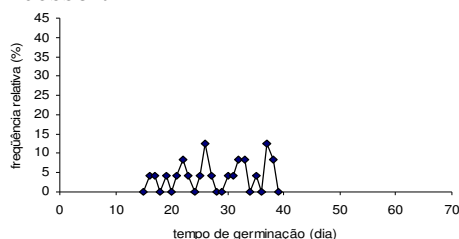
Figura 2. Curvas de embebição das cipselas dos acessos 11 e 7 em função do tempo de embebição em água.

As frequências percentuais de germinação indicaram padrões de distribuição de germinação distintos para percentuais similares de germinação. Cipselas dos acessos 11 e 7, com percentuais relativos de 72,38 e 78,13%, respectivamente (Tabela 1), diferiram quanto a forma da distribuição e quanto aos valores máximos de frequência percentual (Figura 3). A distribuição ao longo do tempo dos cipselas do acesso 11 se mostrou mais assimétrica em relação aos do acesso 7, com frequências concentradas nos primeiros tempos de germinação e formadas por picos com frequências superiores a 25%. Embora tenha apresentado frequências inferiores a 15%, os cipselas do acesso 7 indicaram mais uniformidade do processo em relação aos do acesso 11 (Figura 3).

A desuniformidade quanto ao padrão de germinação dos cipselas de *Lychnophora ericoides* é em parte justificada pela presença de cipselas em diferentes fases de maturação. Em outras espécies da família Asteraceae isso também é muito comum. Em guaiúle (*Parthenium argentatum* Gray), a floração e frutificação acontecem durante o verão e outono (CHANDRA, 1991), e um indivíduo produz, de maneira simultânea, capítulos em diferentes estágios de desenvolvimento, caracterizando-se como uma espécie de maturação desuniforme (BEDANE, 2006). Contudo, essa desuniformidade dentro do mesmo capítulo floral é função da capacidade reprodutiva da espécie, variável entre espécies, e pode igualmente variar dentro de uma mesma espécie ao longo de gradientes ambientais (MARKS; TRUSCOTT 1985, CORDAZZO; DAVY 1994). Essas diferenças podem ser atribuídas a diferentes princípios seletivos e são relacionadas com a habilidade das espécies persistirem no tempo e no espaço (HARPER et al., 1980). Segundo Harper (1977), Dirzo e Sarukhán (1984), a desuniformidade na maturação é um indicativo da variabilidade genética e da plasticidade fenotípica da espécie, e pode determinar o sucesso do estabelecimento dessa, permitindo que ela sobreviva em ambiente periodicamente sujeito a alterações, muitas vezes drásticas.

Para os cipselas dos acessos 13 e 6, com percentuais relativos de germinação de 52,35 e 41,82%, respectivamente (Tabela 1), as distribuições de frequências percentuais foram mais espalhadas no tempo, acima de 50 dias (Figura 4), em relação aos cipselas dos acessos 11 e 13 (Figura 3). Os cipselas dos acessos 2 e 10 apresentaram-se de forma bem distintos quanto às frequências percentuais de germinação (Figura 2). Apesar de apresentarem percentuais de germinação relativa baixos (15,72 e 13,58% respectivamente; Tabela 1), o acesso 2 apresentou picos de frequência entre 20 e 40% (Figura 5), mostrando-se mais eficiente quanto a concentração da germinação do que o acesso 10, na qual a frequência relativa de germinação não atingiu 15%.

Acesso 7



Acesso 11

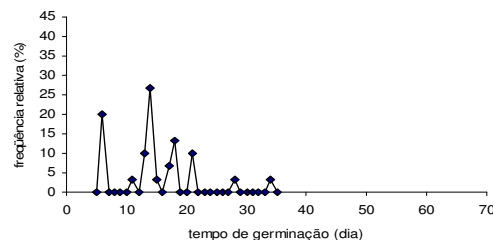
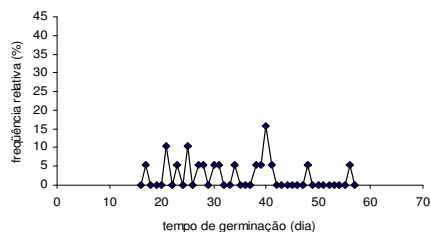


Figura 3. Frequência percentual de germinação de cipselas de *Lychnophora ericoides* em função do tempo de germinação para cipselas de acessos com elevados percentuais de germinação relativa (acessos 7 e 11), coletados na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.

Acesso 6



Acesso 13

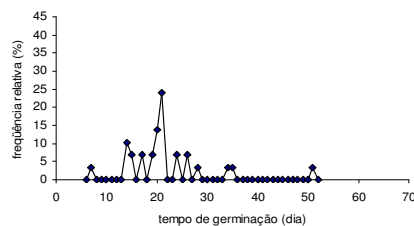
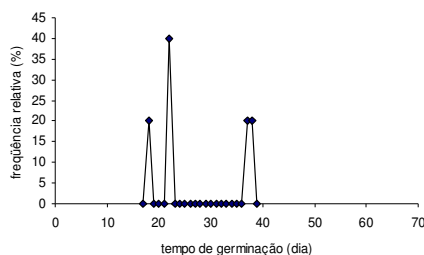


Figura 4. Frequência percentual de germinação de cipselas de *Lychnophora ericoides* em função do tempo de germinação para cipselas de acessos com percentuais intermediários de germinação relativa (acessos 6 e 13), coletados na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.

Acesso 2



Acesso 10

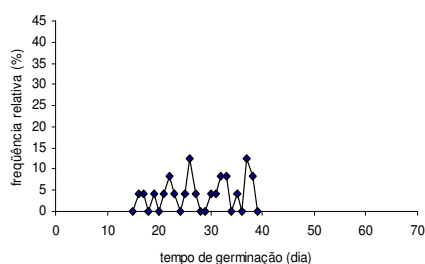


Figura 5. Frequência percentual de germinação de cipselas de *Lychnophora ericoides* em função do tempo de germinação para cipselas de acessos com baixos percentuais de germinação relativa (acessos 2 e 10), coletados na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG.

Como citado, os cipselas de *Lychnophora ericoides* não apresentam problemas de embebição (Figura 2) e, portanto, está descartada a hipótese de dormência física causada por impermeabilidade a água. Contudo, as distribuições de frequência indicaram que, independente da capacidade de germinação dos cipselas, o processo é distribuído no tempo, com cipselas gastando até 56 dias (acesso 6; Figura 4) entre o início e o término da germinação.

Uma hipótese para o tipo de dormência que ocorre em *Lychnophora ericoides* é a dormência morfológica, o que é comum para a maioria das espécies encontradas nos topos dos morros, o que é uma adaptação benéfica para as espécies, uma vez que estas não germinam após serem dispersas (PELTON, 1956; BLISS, 1971). A germinação para a grande maioria das espécies coincide com começo das chuvas. Foi verificado que para que ocorra a germinação de *Silene ciliata* (Caryophyllaceae), espécie encontrada nas principais cadeias montanhosas do Mediterrâneo, é necessário que a maturação das sementes ocorra após a dispersão da mesma e, além disso, esta deve permanecer sobre estratificação por algum período em baixa temperatura para que possa estar apta a germinar (BENAVIDES, 2007). Da mesma forma, sementes de *Annona crassiflora* (araticum), uma espécie de ocorrência do cerrado, apresentam embriões imaturos e necessitam de alguns meses de pós-maturação sob alta temperatura e umidade para completo desenvolvimento embrionário (RIZZINI, 1973). Acredita-se que as condições adequadas (ou necessária) ao desenvolvimento completo do embrião reflitam características climáticas predominantes na região de ocorrência da espécie durante o período de pós-maturação das sementes (BASKIN; BASKIN, 1998).

4.2 Separação de cipselas por método de separação densimétrico

De maneira geral, a separação dos cipselas pelo soprador, seguida da embebição em ácido sulfúrico aumentou os percentuais de germinação dos cipselas dos acessos em relação aos cipselas submetidos à mesma separação, porém embebidos em água (Tabela 3). Para os cipselas separados pelo método densimétrico e embebidos em água corrente por 24 horas, os maiores percentuais de germinação foram alcançados pelos acessos 2 e 4, com 23,5 e 19,5%, respectivamente (Tabela 3). Esses mesmos acessos também apresentaram cipselas recém-colhidos com maiores percentuais de germinação (Tabela 1). Para cipselas embebidos em ácido, após soprador, os do acesso 2 germinaram com 34%, sendo este o maior valor encontrado. Independente do tratamento (água ou ácido), o teste densimétrico permitiu melhor separação dos acessos em relação ao percentual de germinação (Tabela 3) e em relação aos cipselas recém-colhidos (Tabela 1).

Mesmo com o teste densimétrico, a percentagem de cipselas chochos foi alta, chegando a atingir 95,5% para os cipselas do acesso 5. A utilização de métodos densimétricos, por permitirem a separação dos cipselas chochos e malformados dos cheios, tem proporcionado resultados satisfatórios para o teste de germinação. Paron (2002), após separação dos cipselas por meio de teste densimétrico, obteve 98% de cipselas germinados de *L. ericoides*, enquanto Silva (1994), utilizando temperatura alternada (20-30 °C), encontrou cipselas de *Lychnophora pinaster* Mart. com 79,18%. Melo et al. (2007), usando Raio-X para verificação da porcentagem de cipselas chochos de *L. ericoides* e posterior teste de germinação, constataram que a porcentagem máxima de germinação foi de 38,5% para o cipsela cujo pappus interno, estrutura de dispersão, apresentava-se aderido aos cipselas e 42% para cipsela em que não havia mais a presença de pappus interno.

Tabela 3. Percentuais de germinação (plântulas normais) e de cipselas chochos de *Lychnophora ericoides* armazenados, separados por densidade, submersos em água corrente por 24 horas e em ácido sulfúrico, seguido de lavagem em água corrente.

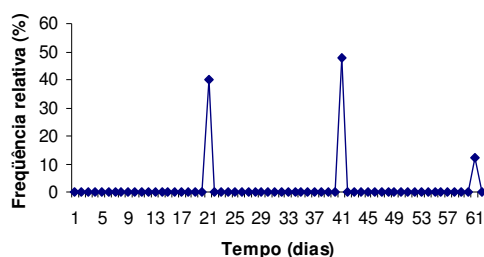
Acessos ¹	Germinação (%)		Chochos (%)	
	Água	Ácido	Água	Ácido
11	4,0 Ca	9,5 dA	78,5 cA	80,0 Da
13	4,0 cA	8,0 dA	71,0 bB	84,0 Ea
7	3,0 cA	16,0 cA	77,5 cB	67,5 cA
6	2,5 cA	4,0 eA	89,5 dB	82,0 Da
20	2,5 cA	0,0 eA	81,0 cA	84,5 eA
16	6,5 cA	13,5 cA	75,5 cB	68,5 cA
18	3,5 cA	2,5 eA	82,0 dA	78,0 dA
8	7,5 cB	16,0 cA	79,5 cB	72,0 cA
2	23,5 aB	34,0 aA	63,0 aB	52,0 aA
17	2,0 cA	3,0 eA	80,5 cB	89,5 fA
9	0,0 cA	1,0 eA	86,0 dB	77,5 dA
5	10,0 cA	0,0 eB	76,0 cB	95,5 fA
4	19,5 aA	24,0 bA	64,5 aA	60,0 bA
3	12,5 bB	23,5 bA	73,0 bB	62,0 bA
10	13,5 bA	18,5 cA	76,0 cA	74,5 dA
14	4,0 cA	6,0 dA	75,5 cA	80,5 dA
12	4,0 cA	5,0 eA	76,0 cA	84,5 eB
1	17,0 bA	16,5 bA	75,0 cA	77,0 dA
19	1,5 cA	4,0 eA	83,5 dA	79,5 dA
15	4,5 cA	9,0 dA	78,0 cA	74,0 dA
CV	42,14		6,26	

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância;

A germinação dos cipselas e estabelecimento de plântulas de *Lychnophora ericoides*, mostraram formas distintas para as duas metodologias empregadas (Figura 6). Para o acesso 7, a germinação dos cipselas, após lavagem em água corrente e utilização de ácido sulfúrico, foi mais concentrada em relação somente a lavagem em água, a qual se estendeu até aos 61 dias após a montagem do experimento (Figura 6). Entretanto, a concentração da germinação dos cipselas do acesso 18 ocorreu com a utilização somente de água e se deu aos 21 e 41 dias, apesar da germinação ter sido mais alta para os cipselas com a utilização de ácido sulfúrico (Tabela 3), mas este foi mais espelhado no tempo, em relação ao outro tratamento, atingindo todo tempo do experimento (Figura 6). O percentual de frequência relativa, para os cipselas do acesso 5, foi o mais distribuído no tempo, porém sua germinação ocorreu de maneira distinta, sendo que,

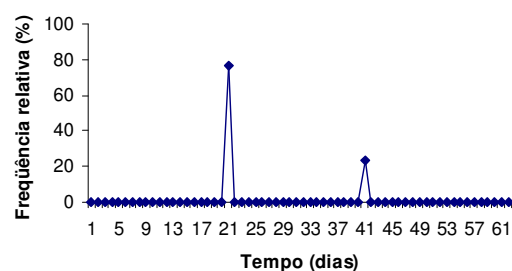
para a maioria dos cipselas germinados após lavagem com água corrente dos cipselas desse acesso, foram necessários 21 dias e com a utilização de ácido sulfúrico a germinação da maioria dos cipselas foram necessários 61 dias. Esse evento pode ser atribuído à falta de maturação fisiológica dos cipselas selecionados por meio do soprador e acondicionados ao ácido sulfúrico.

Acesso 7



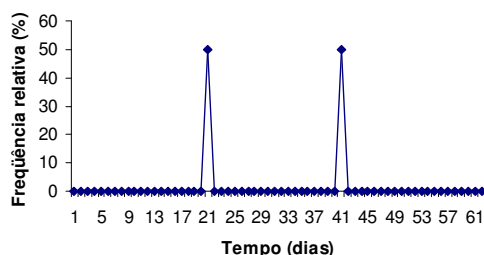
Cipselas lavados em água corrente por 24 horas.

Acesso 7



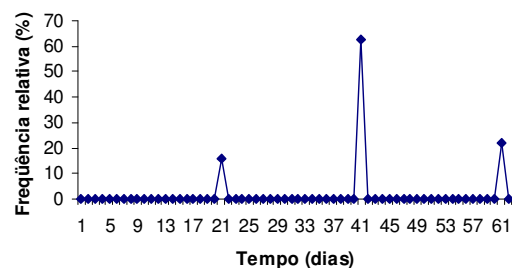
Cipselas lavados em água corrente por 24 horas, e após de submersos em ácido sulfúrico.

Acesso 18



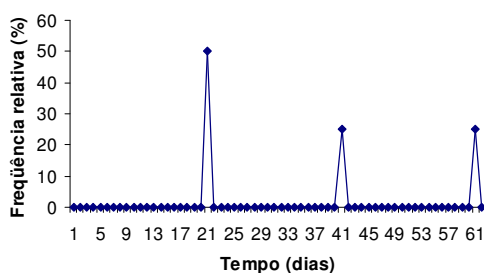
Cipselas lavados em água corrente por 24 horas

Acesso 18



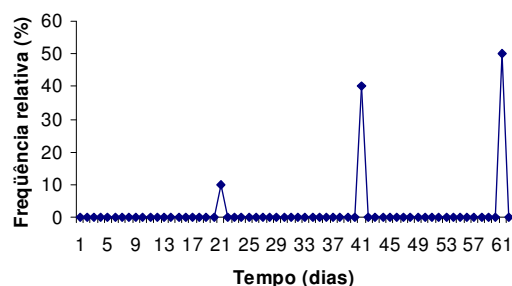
Cipselas lavados em água corrente por 24 horas e, após, de submersos em ácido sulfúrico.

Acesso 5



Cipselas lavados em água corrente por 24 horas.

Acesso 5



Cipselas lavados em água corrente por 24 horas e, após, de submersos em ácido sulfúrico.

Figura 6. Frequência de percentual de germinação de cipselas de *Lychnophora ericoides* em função do tempo de germinação para cipsela de acessos, coletados na Serra da Bocaina, Município de Tapira, MG, submetidos ao teste densimétrico, lavados com água corrente por 24 horas e acrescidos ou não de ácido sulfúrico.

A dificuldade de se estabelecer o potencial de germinação dos cipselas de espécie *Lychnophora ericoides* é devida a grande quantidade de cipselas chochos, contrastado com a grande quantidade de cipselas produzidos.

Sem dúvida, a uniformidade de maturação é um dos aspectos importantes, mas fatores ambientais são um dos condicionantes dessa característica. Um dos fatores pode ser a competição pelos reduzidos recursos no ambiente (nutrientes, água, luz, etc.), entre a formação das sementes e pela formação de outras estruturas vegetativas (LLOYD, 1980; AKER, 1982). Para *Senecio crassiflorus*, a capacidade reprodutiva é variável de ano para ano (CORDAZZO, 1998, CORDAZZO; VALERO-ARACAMA, 1998) e as diferenças na produção de sementes podem estar associadas à falta de agentes polinizadores (JENNERSTEN; NILSSON, 1993) ou da presença de predadores de sementes (JANZEN, 1970; KLINKLAMER et al., 1988).

Em relação a grande quantidade de sementes, geralmente as plantas possuem potencial capacidade em desenvolver maior número de sementes que eventualmente podem maturar, ajustando-se posteriormente com a eliminação dos zigotos menos vigorosos, em resposta as variações ambientais (HARPER et al., 1980). Também pode haver uma seletiva eliminação de zigotos em que a planta poderia alocar mais recursos ao crescimento vegetativo (CORDAZZO; DAVY, 1994), sendo esta espécie caracterizada por alocar grande proporção dos seus recursos para estruturas que conferem vantagens aos indivíduos na competição pela sobrevivência, embora ao custo de reduzida fecundidade (SARUKHÁN, 1976).

Outro indicativo para a grande produção de cipselas chochos e malformados de *L. ericoides* seria a reduzida variabilidade genética dentro da população. A excessiva fragmentação das populações submete-as a um acentuado efeito de borda e à redução no seu tamanho efetivo, comprometendo a sustentabilidade tanto das populações da espécie em questão, quanto dos demais organismos, plantas ou animais associados (VIANA et al., 1992). Predições sobre as causas ou conseqüências genéticas de uma distribuição geográfica restrita estão baseadas em teorias genéticas para pequenas populações ocupando ambientes específicos (AZEVEDO, 2004). Assim, é esperado que plantas geograficamente restritas possuam baixos níveis de variabilidade genética intrapopulacional e intraespecífica, devido, principalmente, à ação da seleção natural, da deriva genética e do endocruzamento (GOTTLIEB, 1981; LOVELESS; HAMRICK, 1988; BARRET; KOHN, 1991; ELLSTRAND; ELAM, 1993).

A variabilidade genética em populações naturais é a base da sua adaptabilidade e, conseqüentemente, da resistência às pressões ambientais (BROWN, 1988). No caso da *L. ericoides*, grande parte do remanescente pode estar se tornando inviável e sujeita ao desaparecimento, devido ao rompimento da dinâmica da sua regeneração, amadurecimento e reprodução. Mesmo que esse ciclo se complete, o pequeno tamanho efetivo das populações nos fragmentos torna as futuras gerações cada vez mais débeis devido ao aumento da endogamia e perda de alelos pelo efeito da deriva genética (SHIMIZU, 2000), o que explica em parte a grande quantidade de cipselas chochos e malformados para esta espécie.

Em estudos de germinação para algumas espécies, utiliza-se substâncias químicas como ácido sulfúrico para eliminação de sementes malformadas, chochas e palhadas, além de quebrar dormência de algumas espécies, o que é um grande problema quando se deseja obter grandes quantidades de mudas para tais espécies. Em sementes de gramíneas, a utilização dessa substância é muito comum. Os lotes de sementes de gramíneas forrageiras, após a colheita, apresentam grande quantidade de sementes chochas, sementes mal granadas, e com remanescentes florais (bráctea) e também grande quantidade de material inerte, constituindo grande problema quanto à homogeneidade (ORTOLANI; USBERTI, 1981). Assim, há necessidade da utilização de ácido sulfúrico.

A utilização de ácido sulfúrico vem sendo também, utilizada no beneficiamento de *Ochroma lagopus*, popularmente conhecida como pau-de-balsa, pertencente à família Bombacaceae, que além de quebrar a dormência tegumentar apresentada pela mesma, elimina a paina que está aderida às sementes (BARBOSA et al. 2004).

Para sementes de algodão, o deslintamento químico é uma prática realizada visando melhorar o desempenho das sementes de algodoeiro quanto à germinação. No entanto, as práticas de beneficiamento utilizadas podem provocar alterações nas estruturas protetoras das sementes, aumentando os vazamentos de constituintes químicos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000) ou se constituindo via de acesso a microrganismos (MACHADO, 2000).

Para a maioria das espécies cultivadas, existem informações sobre as condições ideais de germinação constantes nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Entretanto, poucas são as informações a respeito das condições de germinação para sementes de espécies florestais. A avaliação da qualidade fisiológica de sementes é

determinada, principalmente, pela germinação, que é indicativo do potencial dos lotes para fins de semeadura.

O emprego do ácido sulfúrico para a eliminação de cipselas chochos e malformados em *Lychnophora ericoides* foi uma tentativa de se avaliar o percentual de germinação para essa espécie, e quanto a presença de fungos nos cipselas, não houve diferença, pois na utilização ou não dessa substância, a presença de fungos foi observada. Os mais freqüentes fungos encontrados em sementes florestais são os dos gêneros *Aspergillus*, *Monilia*, *Penicillium*, *Rhizopus*, e *Trichoderma* (JESUS; PINÃ-RODRIGUES, 1991). No experimento realizado por Melo et al., 2007, com cipselas armazenados de *Lychnophora pinaster* Mart., foi registrada a presença de *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.

Nos testes de germinação, foi observada a presença de cipselas poliembriônicos nos acessos 7, 8 e 20. Esta é considerada uma das anomalias, no desenvolvimento do óvulo, mais comuns. Do ponto de vista biológico, a poliembriõnia pode aumentar a chance de estabelecimento/recrutamento de um indivíduo na população, mas do ponto de vista agrônômico, a partição de recursos da semente entre os vários embriões pode diminuir o vigor de todos eles, em relação à monoembriõnia (DORNELES et al., 2005).

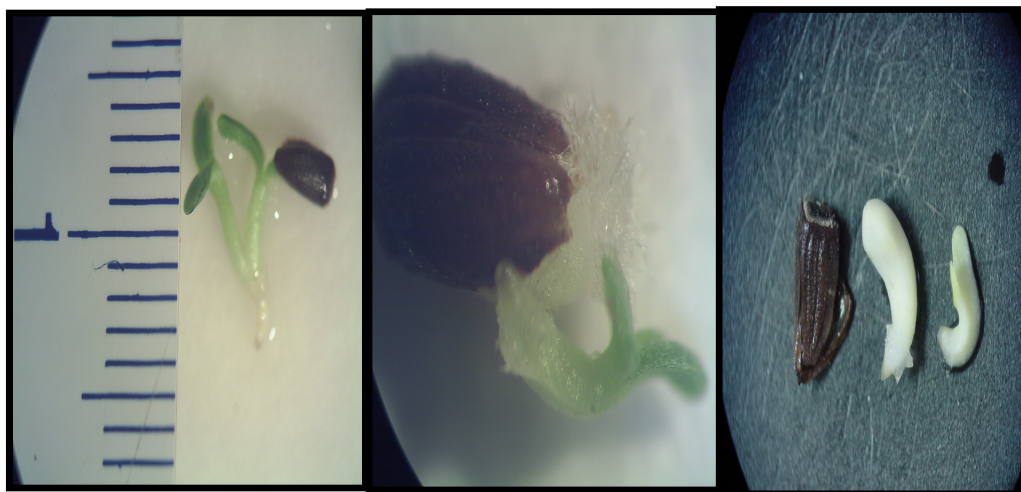


Figura 7. Poliembriõnia em cipselas de *Lychnophora ericoides*, coletados na Serra da Bocaina, município de Tapira, MG.

5. CONCLUSÕES

1. Cipselas dos acessos de *Lychnophora ericoides* apresentaram tanto qualidade fisiológica quanto física distintas.
2. A variação do gradiente de altitude de 143 m não esteve relacionada à presença de cipselas chochos, nem mesmo com a qualidade fisiológica dos cipselas.
3. Mesmo com o método densimétrico, os cipselas de *Lychnophora ericoides* apresentaram baixo percentual de germinação, apesar do alto potencial relativo de germinação.
4. A germinação dos cipselas de todos os acessos foi lenta e distribuída no tempo.
5. A utilização de ácido sulfúrico após o teste densimétrico, de maneira geral, aumentou o percentual de germinação dos cipselas de alguns acessos.

REFERÊNCIAS

- AKER, C. Regulation of flower, fruit and seed production by a monocarpic perennial, *Yucca whipplei*. *Journal of Ecology*, London, v. 70, p. 357-372. 1982.
- ABBOT, R. J.; IRWIN, J. A. Pollinator movements and the polymorphism for outcrossing rate at the ray locus in commongroundsel, *Senecio vulgaris*. *Heredity*, London, v. 60, p. 295-298. 1988.
- AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, Washington, v. 75. p. 330-351. 1994.
- ALMEIDA, C. I. M. Germinação e efeito de doses de fósforo no crescimento inicial e atividade *in vivo* da fosfatase ácida em *Lychnophora ericoides* Mart. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, Botucatu. 2006.
- ARROYO, M. T. K.; PRIMACK, R.; ARMESTO J. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile, I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. *American Journal of Botany*, St. Louis, v.69, p.82-97, 1982.
- AZEVEDO, M. T. A. de. Padrões evolutivos em um complexo de espécies de *Lychnophora* Mart. (Asteraceae) endêmico dos campos rupestres. 2004. 111 f. Dissertação (Mestrado Genética e Biologia Molecular)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- BAKER, G. A.; O'DOWD, D. J. 1982. Effects of parent plant density on the production of achene type in the annual *Hypochoeris glabra*. *The Journal of Ecology*, London, v. 70, p. 201-215. 1982.
- BARBOSA, A. P., et al. Tecnologia alternativa para a quebra de dormência das sementes de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw., Bombacaceae). *Acta Botânica*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 107-110. 2004.
- BARRET, S. C. H., KOHN, J. R. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants. Implications for conservation. FALK, D. A., HOLSINGER, K. E. (Ed.). In: *Genetics and Conservation of Rare Plants*. Oxford University Press. New York, 1991. p. 3-30

BARRETO, H. L. de M. Regiões fitogeográficas de Minas Gerais. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 130, p. 14-28. 1956.

BASKIN, C. C, BASKIN J. M. Seeds. *Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press. 1998.

BEDANE, G.M., GUPTA, M.L.; GEORGE, D.L. Optimum harvest maturity for guayule seed. *Industrial Crops and Products*, Amsterdam, v. 24, Issue 1, p. 26-33, July 2006.

BENAVIDES, L. G.; ESCUDERO, A. N. IRIONDO, J. M. Local Adaptation Enhances Seedling Recruitment Along an Altitudinal Gradient in a High Mountain Mediterranean Plant. *Annals of Botanic*, Oxford, v. 99, n. 4, p. 723-734. 2007.

BENITES, V. M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E.; KER, J.C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 76-85. 2003.

BEZERRA, A. M. E.; et al. Germinação de sementes e época adequada de colheita dos capítulos florais de macela (*Egletes viscosa*). *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, Botucatu. v. 4, n. 2, p. 7-11, 2002.

BLISS L. C. Arctic and alpine plant life cycles. *Annual Review of Ecology Systematics*, Palo Alto, v. 2, p. 405-438. 1971.

BORSATO, M. L. C. et al. Analgesic activity of the lignans from *Lychnophora ericoides*. *Phytochemistry*, Oxford, v. 55, n. 7, p. 809-813. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análises de sementes*. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. *Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do cerrado e pantanal*. Brasília. 1999.

BREMER, K. *Asteraceae. Cladistics and Classification*. Portland. Timber Press:, 1994.

BROWN, K.S. Engenharia ecológica: novas perspectivas de seleção e manejo de plantas medicinais. *Acta Amazônica*, Manaus, v.18, n.1, p.291-303, 1988. Suplemento.

BURTT B.L., Aspects of diversification in the capitulum, In: HEYWOOD V.H., HARBORNE J.B., TURNER B.L. (Ed.), *The Biology and Chemistry of the Compositae*, Academic Press, London, p. 41-59. 1977.

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

CERQUEIRA, M. B. S.; SOUZA, J. T., JÚNIOR, R. A.; PEIXOTO, A. B. F. Ação analgésica do extrato bruto aquoso liofilizado do caule e folhas de *Lychnophora ericoides* Mart. *Ciência e Cultura*, Campinas, v. 39, n. 56, p. 551-553. 1987.

CHANDRA, G. R. Osmoconditioning improves guayule seed quality. *Bioresource Technology*, Oxford, v. 35, p. 141-146. 1991.

CORDAZZO, C. V.; DAVY, A. J. Seed production and seed quality of the dune building grass *Panicum racemosum* Spreng. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, v. 8, p. 193-203. 1994.

CORDAZZO, C. V.; C VALERO-ARACAMA. Influência do dimorfismo de sementes de *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. (Asteraceae) na germinação e crescimento das plântulas. *Atlântic*, Rio Grande, v. 20, p.121-130. 1998.

CORDAZZO, C. V. Biologia de *Senecio crassiflorus* (Poir.) DC. nas dunas costeiras no sul do Brasil. I. Características reprodutivas. In: *Simpósio de ECOSSISTEMAS BRASILEIROS*, 4., 1998, Águas de Lindóia, Anais...São Paulo: ACIESP, 1998. p. 92-96.

COUTINHO, L. M. 2002. O bioma do Cerrado.. In: KLEIN, A. L. (Org). *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. São Paulo, Editora Unesp. 2002. p. 77-91.

DIRZO, R.; SARUKHÁN, J. *Perspectives on plant population ecology*. Sinaur Associates Inc, Sunderland, 1984.

DORNELES. M. C.; RANAL. M. A.; SANTANA. D. G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 399-408. 2005.

EITEN, G. Delimitação do conceito de Cerrado. *Arquivos do Jardim Botânico*, Rio de Janeiro, v. 21, p. 125-134. 1977.

ELLSTRAND, N.C.; ELLAN, D.R. Population genetic consequences of small population sizes: implication for plant conservation. *Annual review on ecological systematics*, Palo Alto, v.24, p. 217-242. 1993.

FARIA, G. M. A Flora e a Fauna Apícola de um Ecossistema de Campo Rupestre, Serra do Cipó - MG, Brasil: Composição, Fenologia e suas Interações. 1994. 238f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

FRANÇA, S. C. de. Abordagens biotecnológicas para a obtenção de substâncias ativas. In: SIMÕES, C. M. O. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 3. ed. rev. Porto Alegre; Florianópolis. 2001.

GAFF, D. F. Desiccation tolerant plants in South America. *Oecologia*, Rio de Janeiro v. 74, p. 133-136. 1987.

GITZENDANNER, M. A., P. S. SOLTIS. Patterns of genetic variation in rare and widespread plant congeners. *American Journal of Botany*, St. Louis, v. 87, p. 783-792. 2000.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N.L.; PIRANI, J.R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M.G.L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e lista das espécies. *Boletim de Botânica*, São Paulo, v. 9, 1-115. 1987.

GIULIETTI, A. M.; et al. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: CAVALCANTI; T. B.; WALTER B. M. T. (Ed.). *Tópicos Atuais em Botânica: palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica*. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil. 2000. p. 311-318.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. Patterns of geographic distribution of some plant species from Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: VANZOLINI; P. E; HEYER R. W., (Ed.). *Proceedings of a workshop on neotropical distribution on patterns*. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 1988. p. 39-69.

GOTTLIEB, L. D. Electrophoretic evidence and plant populations. *Progress in Phytochemistry*, New York, v. 7, p. 1- 45. 1981.

GOULART, M. F.; RIBEIRO, S. P.; LOVATO, M. B. Genetic, morphological and spatial characterization of two populations of *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), in different successional stages. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 48, n. 2, p. 275-284. 2005.

GRUBB, P. Control of Forest Growth and Distribution on Wet Tropical Mountains: With Special Reference to Mineral Nutrition. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, v. 8, p. 83-107. 1997.

GUIMARÃES, T.G.; OLIVEIRA, D.A.; ALVARENGA, E.M. Maturação fisiológica de sementes de zínia (*Zinnia elegans* Jacq.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n. 1, p. 7-11. 1998.

HANDRO, W.; CAMPOS, J. F. B. M.; OLIVEIRA, Z. M. Sobre a anatomia foliar de algumas Compositas de campos ruprestes. *Ciência e Cultura*, Campinas, v. 22, p. 107-126. 1970.

HARPER, J. L. *Population biology of plants*. Academic Press, London. 1977.

HERRERA, C.M. Daily patterns of pollinator activity, differential pollinating effectiveness, and floral resource availability, in a summer-flowering Mediterranean shrub. *Oikos*, Rio de Janeiro, v. 58, p. 277-288. 1990.

IBGE–Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 de ago.2006.

IMBERT, E. Capitulum characters in a seed heteromorphic plant, *Crepis sancta* (Asteraceae): variance partitioning and inference for the evolution of dispersal rate. *Heredity*, London, v. 86. p. 78-86. 2001

IMBERT, E., ESCARRE', J., LEPART, J. Differentiation among populations for life-history, morphological and seed head traits in the seed heteromorphic species *Crepis sancta* (L.) Bornm. (Asteraceae). – *International Journal Plant Sciences*, Chicago, v. 160, p. 543-552. 1999.

IMBERT, E.; RONCE, O. Phenotypic plasticity for dispersal ability in the seed heteromorphic *Crepis sancta* (Asteraceae). *Oikos*, Rio de Janeiro, v. 93, p. 126-134. 2001.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, Chicago, v. 104, n. 940, p. 501-528. 1970.

JENNERSTEN, O.; NILSSON, S. G. Insect flower visitation frequency and seed production in relation to patch size of *Viscaria vulgaris* (Caryophyllaceae). *Oikos*, Rio de Janeiro, v. 68, p. 283-292. 1993

JESUS, R. M.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Programa de produção e tecnologia de sementes florestais das Florestas Rio Doce S/A: uma discussão dos resultados obtidos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS. 2, 1989, São Paulo. *Anais...*, São Paulo, Instituto Florestal de São Paulo, p. 59-86. 1991.

JOHN, B. *Citogenética de populações*. São Paulo, EUDSP. 1980.

KESTER, D. E., SARTORI, E. Rooting of cuttings in populations of peach (*Prunus persica* L.), almond (*Prunus amygdalus* Batsch) and their F1 hybrids. *Proceedings American Society for Horticultural Science*, Genebra, v. 88, p. 219-223. 1966.

KLINKDAMER, P. G. L, JONG, T. J. de; MEIJDEN E. MEIJDEN V. D. Production, dispersal and predation of seeds in the biennial *Cirsium vulgare*. *Journal of Ecology*, London, v. 76, p. 403-414. 1988.

LABOURIAU, L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea*. *Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2. p. 235-262. 1970.

LABOURIAU, L. G. *A germinação de sementes*. Washington, D. C. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Organização dos Estados Unidos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1983.

LABOURIAU, L. G.; PACHECO, A. A. On the frequency isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. *Plant e Cell Physiology*, Oxford, v. 19, p. 507-612. 1978

LACERDA, D. R.; MACEDO, M. D.; FILHO, J. P.; LOVATO, M. B. Genetic diversity and structure of natural populations of *Plathymenia reticulata* (Mimosoideae), a tropical tree from the Brazilian Cerrado. *Molecular Ecology*, Vancouver, v. 10, n. 5, p.1143-52. 2001.

LLOYD, D. G. Sexual strategies in plants. I. An hypothesis of a serial adjustment of maternal investment during one reproductive session. *New Phytologist*, Lancaster, v. 86, n. 1, p. 68-79. 1980.

LANE, M. A. Pollination biology of Compositae. *In* Compositae: Biology and utilization (CALIGARI, P. D. S.; HIND, D. J. N., eds.). *Royal Botanic Gardens*, Edinburgh, p. 61-80. 1996.

LANDE, R. Genetics and demography in biological conservation. *Science*, v. 241. Cambridge, p. 1455-1461. 1988.

LARA, A. C. F.; FERNANDES, G. W. The highest diversity of galling insects: Serra do Cipó, Brazil. *Biodiversity Letters*, Oxford, v. 3, n. 3, p. 111-114. 1996

LOPES, N. P. A essência da arnica. *Pesquisa Fapesp*, São Paulo, n. 64, p. 42-44, 2001.

LOPES, S. W.; SANTANA, D. G.; BERGUER, A. P. de, BORGES, K. C. de F., LUZ, J. M. Q. Endemismo na germinação de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart., Asteraceae). In: 46º u Brasileiro de Olericultura, 2006, Goiânia, Anais..., Brasília, Associação de Horticultura, p. 2956-2959, v. 24. 2006.

LOVELESS, M. D., J. L. HAMRICK. Genetic organization and evolutionary history in two North American species of *Cirsium*. *Evolution*, v. 42, p. 254-265. 1988.

MACHADO, J. C. Tratamento de Sementes no Controle de Doenças. Lavras. LAPS / UFLA / FAEPE. 2000.

MACHADO, R. B. Estimativas de perda da área do Cerrado Brasileiro. Conservação Internacional, Brasília, DF. 2004. Acesso em 07 de julho 2007, <http://www.conservation.or.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>

MADEIRA, J. A.; FERNANDES, G. W. Reproductive phenology of sympatric *Chamaecrista* taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, New York, v. 15, p. 463-479. 1999.

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

McGINLEY, M. A. Within and among plant variation in seed mass and pappus size in *Tragopogon dubius*. *American Journal of Botany*, St. Louis, v. 67, p. 1298–1304. 1989.

McEVOY, P. B. Dormancy and dispersal in dimorphic achenes of tansey ragwort, *Senecio jacobaeae* L. (Compositae). *Oecologia*, Rio de Janeiro, v. 61, p. 160-168. 1984.

MARKS, T. C; TRUSCOTT, J. A. Variation in seed production and germination of *Spartina anglica* within a zoned saltmarsh. *The Journal of Ecology*, London, v. 73, p. 695-705. 1985.

MELO, P. R. B. de; OLIVEIRA, J. A.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, M. C.; VIEIRA R.; EVANGELISTA, J. R. E. Germinação de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.) armazenados em diferentes condições. *Ciências e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 1, p. 75-82. 2007.

MENEZES, N. L.; GIULIETTI, A. M. Campos Rupestres. Paraíso Botânico da Serra do Cipó. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 25, p. 38-44. 1986.

MENGES, E. S. The application of minimum viable population theory to plants. In: FALK, D. A.; HOLSINGER, K. E. (Eds.), *Genetics and conservation of rare plants*, Oxford University Press, Oxford, p. 45-61. 1991.

MONTEIRO, E. A.; FISCH, S. T. V. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (Arecaceae) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 5, n. 2. 2005.

NETTANCOURT, D. Incompatibility in Angiosperms. Springer-Verlag, Berlin. 1977.

NORONHA, M. R.; GOTTSBERGER, G. A polinização de *Aspilia floribunda* (Asteraceae) e *Coclospermum regium* (Coclospermaceae) e a relação das abelhas visitantes com outras plantas do cerrado de Botucatu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.3, p.67-77, 1980.

PIRES, M. O.; SANTOS, I. M. (Orgs) Rede cerrado – *Construindo o Cerrado Sustentável*. Experiências e Contribuições das ONG's –Brasília: Gráfica Nacional, 2000.

OLIVEIRA, A. B. Trypanocidal sesquiterpenes from *Lychnophora* species. *Phytotherapy Research*, New Jersey, v. 10, p. 292-295. 1996.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Effects of canopy gaps, topography and soils on the distribution of woody species in a central Brazilian deciduous dry forest. *Biotropica*, San Francisco, v. 30, n. 3, p. 362-375, 1998.

OLIVEIRA FILHO, A. T., CURI, N., VILELA, E.A.; CARVALHO, D. A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. *American Journal of Botany*, St. Louis, v. 58, p. 139-158. 2001.

ORTOLANI, D. B.; USBERTI, R. Problemas de análise em sementes de gramíneas forrageiras. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 3, n. 2, p.79-92. 1981.

PARON, M. E. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em *Lychnophora ericoides* Mart (arnica da serra), efeitos da inoculação e estudos de propagação. 2002. 99 f. (Doutorado em Microbiologia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2002

PELTON J. A study of seed dormancy in eighteen species of high altitude Colorado plants. *Butler University Botanical Studies*, Indianapolis, v. 18, p. 74–84. 1956.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Plant Ecology*, v. 151, p. 19-28. 2000.

PRIMACK, R. B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. *Journal of Ecology*, London, v. 68, p. 849-862. 1980.

PROGRAMA BRASÍLIA SUSTENTÁVEL. Programa de Saneamento Ambiental e Gestão Territorial do Distrito Federal. Relatório. Brasília, 2005. Relatório. Impresso. ONG's –Brasília: Gráfica Nacional, 2000.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. de. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-11. 2006

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, Oxford, v. 8, p. 223-230. 1997.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. 1998. p. 89-166

RICHARDS, A. J. *Plant breeding systems*. London: George Allen e Unwin, 1986.

RICHARDS, P. W. *The Tropical Rain Forest*. 2, ed. Cambridge, Cambridge University Press. 1996.

RIZZINI, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. v. 2. São Paulo: Ed. Hucitec. 1979.

ROCHA, A. C. da; TAVARES, E. D; SANDRINI, M. Propagação de três espécies de citros através do enraizamento de estacas verdes. *Revista Brasileira de Horticultura*, Brasília, v. 10, n 2, p. 31-33. 1988.

ROMERO, R.; NAKAJIMA, J. N. Espécies endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 22, p. 259-265. 1999.

RUIZ DE CLAVIJO, E.; JIMENEZ, M. J. The influence of achene type and plant density on growth and biomass allocation in the heterocarpic annual *Catananche lutea* (Asteraceae). – *International Journal of Plant Sciences*, Chicago, v. 159, p. 637-647. 1998.

SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos I: An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, Amsterdam, v. 26, p. 693-712. 1999.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Brasília. Editora UnB. 2004.

SANTOS, M. D. Analgesic activity of di-caffeoylquinic acids from roots of *Lychnophora ericoides* (Arnica da serra). *Journal of Ethnopharmacology*, Amsterdam, v. 96, p. 545-549. 2005.

SARUKHÁN, J. On selective pressures and energy allocation in populations of *Ranunculus repens* L., *R. bulbosus* L., and *R. acris* L. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Missouri, v. 63, n. 2, p. 290-308. 1976.

SAZIMA, M.; MACHADO, I. C. Biologia floral de *Mutisia coccinia* St. Hil. (Asteraceae). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 6, p. 103-108, 1983.

SCHAAL, B. A. Reproductive capacity and seed size in *Lupinus texensis*. *American Journal of Botany*, St. Louis, v. 67, n. 5, p. 703-709. 1980.

- SEMIR, J. *Revisão taxonômica de Lychnophora Mart. (Veroniaceae: Compositae)*. 1991. 515 f. Dissertação (Doutorado em Biologia Vegetal)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 1991.
- SHIMIZU, J. Y.; JAEGER, P.; SOPCHAK, S. A. Variabilidade genética em uma população remanescente de araucária no Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. *Boletim de Pesquisas Florestais Colombo*, n. 41, p. 18-36. 2000
- SILVA, S. M. P. da. Aspectos da fenologia e da reprodução sexuada da arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.) Asteraceae. 1994. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.
- SOUZA, A. V. de; et al. Germinação de embriões e multiplicação *in vitro* de *Lychnophora pinaster* Mart. *Ciência e Agrotecnologia*, Ed. Especial, Lavras, p.1532-1538. 2003
- SOUZA, L. M. F. I. Estrutura genética de populações naturais de *Chorisia speciosa* St. Hill (Bombacaceae) em fragmentos florestais na região de Bauru (SP) - Brasil. Piracicaba, 1997. 76f. Tese (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1997.
- VAN DER PIJL L., Principles of Dispersal in Higher Plants, New York. Springer-Verlag, 1972.
- VENABLE, D. L.; LEVIN, D. A. Ecology of achene dimorphism in *Heterotheca latifolia*. *The Journal of Ecology*, London, v. 73, n. 1, p. 133–145. 1985.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.4, n. único, p.400-406, 1992.
- YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Tree*, v.11, n.10, p.413-418. 1996.
- ZIMMERMAN, D. C.; ZIMMER, D. E. Influence of harvest date and freezing on sunflower seed germination. *Crop Science*, Madison, v. 18, p. 479-481, 1978.