

Paulo José Alves de Santana

**Maturação, secagem e armazenamento de
sementes de espécies de *Eugenia* (Myrtaceae)**

São Paulo
2007

Paulo José Alves de Santana

**Maturação, secagem e armazenamento de
sementes de espécies de *Eugenia* (Myrtaceae)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na área de concentração de Plantas Vasculares.

ORIENTADOR: Prof. Dr. CLAUDIO JOSÉ BARBEDO

São Paulo
2007

“Que sorte tem os atores! Cabe a eles escolher se querem participar de uma tragédia ou de uma comédia, se querem sofrer ou regozijar-se, rir ou derramar lágrimas; isto não acontece na vida real. Quase todos os homens e mulheres são forçados a desempenhar papéis pelos quais não tem a menor propensão. O mundo é um palco, mas os papéis foram mal distribuídos”.

Oscar Wilde.

“O que parece ruim torna-se uma dádiva... a força interior faz com que as coisas mudem e se adequem a realidade”

À minha família com muito amor.

Agradecimentos

A Deus pela conquista;

Ao Dr. Cláudio Barbedo pelo apoio, paciência e orientação;

A mais que especial grande amiga Juliana Iura pelo apoio nos experimentos que foram fundamentais para a existência deste trabalho, pelos puxões de orelhas, imagens e por tudo que não cabe aqui para ser listado;

Aos meus pais pelo amor, simplicidade, dificuldades, confiança, apoio, incentivo e principalmente por toda a educação que me transmitiram para que me tornasse o que sou;

Ao meu irmão Pedro pelo amor, companhia, pela felicidade de infância, pelos momentos de ensinamentos proporcionados ao longo da vida;

As minhas irmãs Leonor e Cláudia pelo incentivo, ombro e confiança;

Aos meus sobrinhos Mateus, Júlia e Luan, pelos sorrisos inocentes que revigoram a alma.

Aos meus avós pelas deliciosas recordações e pelas saudades;

Aos amigos Elisete, Aldemir, Vivian, Murilo e Ana pela confiança, estadia, e apoio na reta final;

A amiga Liliana pelas dicas no delineamento, quase “co-orientação” e por sua amizade;

Aos meus amigos Márcio, Simone e Denise moranguinho pelo respeito, credibilidade, incentivo nos momentos difíceis e por serem as pessoas maravilhosas que são;

Aos amigos do Index Moacir, João, Igor, Carmem, Cristina Rita, Carol, Nestor, Rodrigo, Tatiana e Lud, pela força;

A Cristina Fachine, Daniela e Claudete pela amizade e apoio nas coletas;

A Jussara pelos incentivos nos momentos certos e pela grande amizade;

Aos amigos mais que do peito Aline, Laura, Ricardo, Rosane que mesmo com a distância não deixaram a peteca cair, sempre dando a maior força e proporcionando momentos de completa alegria.

As amigas nada e mais que científicas Lui e Juliana Hirata pelos ótimos momentos;

As amigas da Ecologia, Dra. Márcia Lopes, Amariles, Val, Marli e Adriana pelo incentivo;

A coordenação da ONG Ecoar, principalmente ao Roberto e João que gentilmente concederam um período para a dedicação exclusiva que a dissertação exigia;

Ao Instituto de Botânica de São Paulo pela oportunidade;

A Márcia, Antonio, Dra. Sônia, Solange e aos outros funcionários da Pós-graduação pelo auxílio;

A FAPESP pelo auxílio financeiro ao projeto “Flora aromática da Mata Atlântica no Estado de São Paulo: composição química dos óleos voláteis e análise da atividade biológica” no programa Biota (Processo 2002/ 12215-7).

Ao “Ovo Dagmar” pelo exemplo de perseverança que recebia a cada passar de olhos por ele.

A todas as pessoas não menos queridas que aqui não foram mencionadas, mais que participaram direta ou indiretamente da minha vida.

SUMÁRIO

Introdução	1
Comportamento das sementes quanto à tolerância à dessecação	4
Energia da água em sementes	6
Conservação da viabilidade de sementes durante o armazenamento	7
Maturação de sementes	10
 Objetivo	 13
 Material e métodos	 14
Obtenção do material vegetal	14
Separação dos frutos pelo estágio de maturação	14
Obtenção das sementes	17
Avaliações fisiológicas	17
Níveis de secagem	18
Armazenamento das sementes	19
Delineamento experimental e análise estatística	19
 Resultados e Discussão	 20
<i>E. pyrifomis</i>	20
<i>E. uniflora</i>	32
<i>E. involucrata</i>	46
 Considerações finais	 58
 Conclusões	 60
 Referências bibliográficas	 61
Resumo	72
Abstract	73

LISTA DE TABELAS

1. Teor de água (%) de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i>	21
2. Potencial hídrico (-MPa) de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i>	22
3. Germinação (%) de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i>	24
4. IVG de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i>	26
5. Tempo médio (dias) de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i>	27
6. Variância do tempo médio (dias ²) de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i>	28
7. Plântulas normais (%) de sementes de <i>Eugenia pyriformis</i>	31
8. Teor de água (%) de sementes de <i>Eugenia uniflora</i>	33
9. Potencial hídrico (-MPa) de sementes de <i>Eugenia uniflora</i>	34
10. Germinação (%) de sementes de <i>Eugenia uniflora</i>	37
11. IVG de sementes de <i>Eugenia uniflora</i>	39
12. Tempo médio (dias) de sementes de <i>Eugenia uniflora</i>	42
13. Variância do tempo médio (dias ²) de sementes de <i>Eugenia uniflora</i>	43
14. Plântulas normais (%) de sementes de <i>Eugenia uniflora</i>	45
15. Teor de água (%) de sementes de <i>Eugenia involucrata</i>	47
16. Potencial hídrico (-MPa) de sementes de <i>Eugenia involucrata</i>	48
17. Germinação (%) de sementes de <i>Eugenia involucrata</i>	50
18. IVG de sementes de <i>Eugenia involucrata</i>	52
19. Tempo médio (dias) de sementes de <i>Eugenia involucrata</i>	53
20. Variância do tempo médio (dias ²) de sementes de <i>Eugenia involucrata</i>	54
21. Plântulas normais (%) de sementes de <i>Eugenia involucrata</i>	57

LISTA DE FIGURAS

1. Aspectos gerais de <i>E. pyriformis</i> , <i>E. uniflora</i> e <i>E. involucrata</i>	3
2. Fotos de satélite da localização das áreas de coleta dos frutos	15
3. Aspectos dos frutos dos frutos de <i>E. pyriformis</i> , <i>E. involucrata</i> e <i>E. Uniflora</i> , em três diferentes estádios de maturação.	16

Introdução

Myrtaceae é uma das famílias mais importantes dos neotrópicos, apresentando aproximadamente 3.500 espécies, reunidas em 100 gêneros e distribuídas, principalmente, nas zonas tropicais e subtropicais (Legrand & Klein 1969, Barroso *et al.* 1984, Landrum & Kawasaki 1997). No Brasil, há uma estimativa de que ocorram aproximadamente 1.000 espécies dessa família e, particularmente para o Estado de São Paulo, aproximadamente 320 espécies (Landrum & Kawasaki 1997). Myrtaceae é a família com maior riqueza específica em muitas formações naturais no Brasil (Barroso *et al.* 1984) como, por exemplo, na Mata Atlântica que, segundo Dasman *et al.* (1973), é um dos ecossistemas mais complexos e diversificados do planeta. Nesse ecossistema, a família *Myrtaceae* é a de maior riqueza específica (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Ivanauskas *et al.* 2000, Scudeller *et al.* 2001).

Dentro da família *Myrtaceae* encontra-se o gênero *Eugenia*, que é bem representado nas diversas formações vegetacionais do Brasil quanto à riqueza específica, abundância e frequência de suas espécies (Klein 1990, Peixoto & Gentry 1990, Leitão Filho 1993, Barroso & Perón 1994, Silva *et al.* 1995, Rodrigues & Nave 2000, Arantes & Monteiro 2002). Muitas dessas espécies são ricas em óleos essenciais e taninos, frequentemente utilizados na medicina popular (Pio Corrêa 1984, Neves & Donato 1989, Pott & Pott 1994, Lunardi *et al.* 2001). São também fornecedoras de frutos comestíveis, podendo-se destacar *E. involucrata* DC (cereja do mato), *E. pyriformis* Cambess. (uvaia) e *E. uniflora* L. (pitanga), que são apreciadas tanto pelo homem como pela fauna silvestre (Pott & Pott 1994, Marchiori & Sobral 1997).

Eugenia pyriformis Cambess. (figura 1a) é popularmente conhecida como uvaia, uvaieira, uvalha ou uvalha-do-campo; apresenta-se como uma árvore mediana de 5 a 15 metros de altura, tronco bastante reto, casca quase lisa, descamante, engalhamento racemoso e fino, com copa estreita e muito alongada, esparsamente foliosa. Seu fruto, geralmente de forma globosa, velutino, com mesocarpo espesso, comestível, muito succulento, sabor ácido ou

doce, pode ser usado para produzir suco, vinagre, vinho e licor. O fruto também é muito procurado por várias espécies de aves, o que torna uma espécie recomendável para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição da vegetação de áreas degradadas e de preservação permanente (Reitz *et al* 1988, Andrade & Ferreira 2000).

Eugenia uniflora L. (figura 1b) é popularmente conhecida como pitanga, pitangueira, pitanga-do-mato ou ginja, apresenta-se como arbusto ou arvoreta de 6 a 12 metros de altura, com brotação nas raízes que chegam a formar touceiras. É uma espécie seletiva higrófito, abundante e freqüente em todos os capões situados em solos úmidos em parte do sudeste e sul brasileiro, bem como nas matas de galeria, onde se torna ainda mais abundante e faz parte das espécies dominantes dos estratos inferiores (Legrand & Klein. 1969). Apresenta efeitos farmacológicos, como ação anti-inflamatória, diurética, anti-hipertensiva, hipoglicêmica e anti-triglicérides (Pepato *et al.* 2001).

Eugenia involucrata DC. (figura 1c) é popularmente conhecida como cereja, cereja-do-mato, cereja-do-rio-grande, araçá ou araçazinho, apresenta-se como uma árvore de 8 a 14 metros de altura, copa bem formada, não muito freqüente nas matas primárias encontrando-se nas submatas mais desenvolvidas situadas em solos úmidos e não muito acidentados, sendo freqüentemente cultivada nos três estados do sul do Brasil devido ao sabor de seus frutos. Estes têm forma variável, com polpa espessa, carnosu-suculento de sabor doce ou acidulado, podendo ser utilizados na fabricação de doces e licores. É uma espécie com potencial ornamental e apícola para a produção de mel (Sanchotene 1989).

Uvaia, pitanga e cereja, são espécies interessantes para serem utilizadas em programas de recuperação florestal, de áreas degradadas e de preservação permanente, pois seus frutos coloridos e com odor forte, costumeiramente atraem muitos animais que se alimentam dos mesmos, principalmente as aves, que agem como um dos principais dispersores de sementes, auxiliando no enriquecimento e no estabelecimento dessas áreas (Delgado 2006).



Figura 1. Aspectos gerais do indivíduo, das flores, do fruto e das sementes das espécies utilizadas no estudo. A) *E. pyriformis*; B) *E. uniflora*; C) *E. involucrata*.

Barbedo *et al.* (1998) citam que diversas espécies arbóreas nativas, incluindo uvaia, pitanga e cereja, que possuem potencial para a utilização em programas de reflorestamento e arborização urbana, tem seu uso limitado devido à carência de informações técnicas sobre o manejo de suas sementes.

Comportamento de sementes quanto à tolerância à dessecação

A água assume um importante papel na formação e na maturação das sementes e, particularmente no final da maturação, as modificações no conteúdo de água podem definir o comportamento das sementes tanto no que se refere à conservação quanto à germinação (Barbedo & Marcos-Filho 1998).

Após a fertilização do óvulo, o teor de água da semente está próximo de 80% e declina gradativamente conforme o seu desenvolvimento, até que a maturidade fisiológica seja atingida (Castro *et al.* 2004). Na maturidade fisiológica a dessecação, entendida como a rápida redução do teor de água de valores de cerca de 40% a 50% para cerca de 15% a 20%, é um evento normal para a maioria das sementes das espécies cultivadas e determinadas espécies arbóreas florestais, mas pode ser letal para sementes de outras espécies (Villela & Marcos Filho 1998, Barbedo & Marcos Filho 1998).

Inicialmente, Roberts (1973) definiu como ortodoxas as sementes que toleram essa dessecação e, dessa forma, podem ser conservadas sob baixa temperatura por longos períodos de tempo. Por outro lado, classificou de recalcitrantes as sementes sensíveis à dessecação até graus de umidade entre 15% e 20%.

Considerando a variação observada na tolerância à dessecação das sementes de diferentes espécies, Farrant *et al.* (1988) propuseram a separação das sementes recalcitrantes em altamente, moderadamente e minimamente recalcitrantes.

Posteriormente, verificou-se que a tolerância à dessecação não é absoluta, apresentando gradientes mesmo entre espécies do mesmo gênero. Por isso, alguns autores

incluiram a classe intermediária entre as ortodoxas e as recalcitrantes (Ellis *et al.* 1990, Hong & Ellis 1996).

A habilidade das sementes ortodoxas tolerarem a dessecação é adquirida progressivamente durante o desenvolvimento, antes que as sementes sofram uma severa redução no seu conteúdo de água não se podendo afirmar porém, se a tolerância é adquirida antes ou em resposta à perda de água (Bewley & Black 1985, Leprince *et al.* 1993). Sementes ortodoxas apresentam rápida transição da fase de intolerância para a de tolerância à dessecação, enquanto as sementes recalcitrantes necessitam que o conteúdo de água permaneça elevado durante todo o seu desenvolvimento e armazenamento (Chin 1988).

Ao contrário do comportamento de sementes ortodoxas, sementes sensíveis à dessecação não passam pela secagem ao final da fase de maturação e, aparentemente, não adquirem completa tolerância à dessecação, provavelmente porque tais sementes iniciam a germinação logo após a maturação e, nesta fase, poderiam ser vistas como plântulas em desenvolvimento, apresentando os eventos metabólicos associados à germinação (Farrant *et al.* 1988, Pammenter & Berjak 1999).

As características físicas dos constituintes celulares e intracelulares, o acúmulo de reservas insolúveis, a desdiferenciação intracelular, o desligamento metabólico, a presença de sistemas antioxidantes, o acúmulo de determinadas proteínas ao final da embriogênese (LEAs, late embryogenesis abundants) e a operação de um sistema eficiente de reparo de membranas para o período de reidratação são processos tidos como importantes para que uma semente seja tolerante a dessecação (Pammenter & Berjak 1999).

Quando dispersas, as sementes de espécies pertencentes ao gênero *Eugenia* apresentam teor de água em torno de 40-70%, considerados alto e já observado para *E. involucrata* DC., *E. stipitata* ssp. *sororia* McVaugh, *E. brasiliensis* Lam., *E. pyriformis* Cambess., *E. dysenterica* DC., *E. uniflora* L, *E. cerasiflora*, *E. umbelliflora*, *E. handroana* e

E. rostrifolia (Barbedo *et al.* 1998, Anjos & Ferraz 1999, Andrade & Ferreira 2000, Andrade *et al.* 2003, Santos *et al.* 2004, Masetto 2005, Delgado & Barbedo 2007), entre outras.

Esse comportamento indica que as sementes desse gênero não pertencem a categoria ortodoxa, e sim da categoria das sementes sensíveis à desidratação e, conseqüentemente, com baixa longevidade (Gentil & Ferreira 2000, Andrade *et al.* 2003, Maluf *et al.* 2003, Delgado 2006).

Energia da água em sementes

Embora existam limites de desidratação para sementes de comportamento recalcitrante, pouco se sabe a respeito da magnitude do potencial hídrico das sementes, ou seja, da real atividade energética da água em cada um dos níveis de hidratação das sementes de cada espécie. A atividade da água nas sementes é responsável por uma série de reações fisiológicas e, além disso, pode interferir na solubilidade e concentração da composição de solutos nas células (Leopold & Vertucci 1989). Villela & Marcos Filho (1998) verificaram, para sementes ortodoxas, que sementes com o mesmo teor de água, sob as mesmas condições climáticas apresentaram diferentes potenciais hídricos, resultando em diferenças na sua velocidade de deterioração.

Foram descritos cinco tipos de água para as sementes e os intervalos correspondentes de potenciais hídricos e de teores de água, de acordo com a mobilidade da molécula e as propriedades termodinâmicas da água (Vertucci & Farrant 1995).

A água classificada como do tipo um é encontrada geralmente em sementes muito secas (apresentam valores inferiores a 7,5% de teor de água e potencial hídrico inferior a -150 MPa), a atividade metabólica é restrita e sua remoção pode causar deterioração dos tecidos. A água do tipo dois (sementes de teor de água entre 7,5% e 20% e potencial hídrico de -11 a -150 MPa) tem o papel de solvente, mas apresenta-se ainda como água não congelável dentro do tecido, mas a partir da água tipo três (20% a 33% de teor de água e potencial hídrico entre -4 a -11 MPa) a atividade fisiológica da semente começa a se alterar de forma prejudicial com a

presença desse tipo de água. Já a água do tipo quatro (33% a 44% de teor de água e potencial hídrico entre -1,5 e -4 MPa) apresenta características de solução concentrada e nesta fase já pode dar início aos processos da germinação, enquanto a água do tipo cinco (>45% de teor de água e potencial hídrico > -1,5MPa) tem característica de uma solução diluída e a germinação só ocorre quando esta água está presente (Marcos Filho 2005).

Conservação da viabilidade de sementes durante o armazenamento

Apesar de alguns estudos que abordam à conservação da viabilidade ao longo do tempo de sementes de espécies do gênero *Eugenia*, para muitas destas espécies não foi desenvolvida ainda tecnologia adequada para garantir o seu armazenamento (Rizzini 1970, Von Bülow *et al.* 1994, Barbedo *et al.* 1998, Anjos & Ferraz 1999, Gentil & Ferreira 1999, Maluf *et al.* 2003, Delgado 2006). Isso porque, provavelmente, as técnicas mais utilizadas de armazenamento e que realmente garantem a viabilidade foram desenvolvidas para sementes de comportamento ortodoxo.

O armazenamento de sementes é a técnica recomendada para a conservação de várias espécies, entretanto, ele depende da natureza da semente e das condições de armazenamento. A conservação está diretamente relacionada com a temperatura do ambiente de armazenamento, com o grau de umidade e com a disponibilidade de oxigênio.

Segundo Hong & Ellis (1996), as sementes recalcitrantes, principalmente pelo fato de serem incapazes de suportar adequadamente a dessecação abaixo de teores críticos de água, não podem ser conservadas a temperaturas próximas de zero, pois estão sujeitas a danos celulares como o rompimento de células por expansão de volume, principalmente em espécies tropicais, pois essas sementes podem ser termicamente injuriadas em temperaturas entre 10 e 15 °C. Esses aspectos fisiológicos limitam os ambientes para a conservação a médio e em longo prazo e em decorrência desses fatos, a conservação das sementes recalcitrantes não pode ser efetuada pelos processos convencionais de armazenamento de sementes que,

fundamentalmente, demandam baixos graus de umidade ou de temperatura para a adequada manutenção de qualidade (Roberts 1973, King & Roberts 1979, Chin 1988).

Muitos métodos têm sido estudados para compreender e atender às necessidades das sementes recalcitrantes, destacando-se os que evitam a perda de água, os que utilizam tratamento preventivo contra microorganismos, os que previnem a germinação durante o armazenamento e os que mantêm suprimento adequado de oxigênio (King & Roberts 1980). Com isso alguns fatores como a escolha da embalagem de armazenamento devem ser considerados, pois interferem diretamente nas condições envolvidas no estabelecimento do ponto de equilíbrio higroscópico entre as sementes e o meio. Para Bonner (1978), as sementes recalcitrantes são conservadas adequadamente em embalagem de polietileno, em virtude da perda de água ser evitada, sem o impedimento de trocas gasosas entre as sementes e o meio externo, necessárias à manutenção da respiração.

Independente de outros fatores, a conservação de sementes recalcitrantes necessita da manutenção do teor de água em níveis elevados e constantes. O armazenamento de sementes com alto teor de água é o principal método de conservação usado para sementes recalcitrantes. Esse método foi utilizado com relativo sucesso para sementes de *Inga uruguensis* (Bilia *et al.* 1999), *Myrcia dubia* (Gentil *et al.* 2004), *Hevea brasiliensis* (Chin *et al.* 1981, Cicero *et al.* 1986), *Zizania palustris* (Probert & Longley 1989), *Quercus robur* (Gosling 1989), *Euterpe edulis* (Andrade 2001) *Euterpe oleraceae* (Nascimento 2006), entre outras espécies.

Se, por um lado, armazenar sementes com umidade elevada protege as que apresentam comportamento recalcitrante, permitindo a atuação de mecanismos de reparo, por outro, deve ser considerado que este alto grau de umidade proporciona um risco às sementes, pois permite tanto a elevada taxa metabólica da própria semente, consumindo importantes reservas, como a proliferação de patógenos que encontram um ambiente favorável para se desenvolverem.

Os fungos desempenham importante papel na deterioração pós-colheita das sementes classificadas como recalcitrantes (Berjak 1996). A atividade dos fungos de armazenamento

ocorre quando o teor de água das sementes ultrapassa 13% e se acentua ao atingir valores superiores a 25%. Em sementes de *Inga uruguensis*, armazenadas com 50% de água, houve acréscimo da atividade metabólica e da proliferação de *Aspergillus sp.* e de *Penicillium sp.*, promovendo alterações no microambiente, identificadas pela elevação do grau de umidade das sementes (Bilia *et al.* 1999).

Uma leve secagem em sementes recalcitrantes pode ser uma técnica alternativa para o armazenamento, visando reduzir a contaminação por fungos e a germinação dentro das embalagens (Normah *et al.* 1989). Utilizando a técnica da desidratação parcial, Hor *et al.* (1984) reduziram o grau de umidade de sementes de *Theobroma cacao* que acondicionadas em embalagens de polietileno, sob temperatura de 22 °C, obtiveram germinação superior a 50% mesmo após seis meses de armazenamento.

Quando empregadas as técnicas adequadas de armazenamento, sementes do gênero *Eugenia* podem ter sua conservação prolongada, mesmo por períodos ainda considerados curtos quando avaliada a necessidade de se disponibilizar sementes ao longo do ano, principalmente para o planejamento de viveiros na produção de mudas (Delgado & Barbedo 2007).

E. involucrata, que possuem sementes de baixa longevidade, quando armazenadas em temperatura de 24 +- 7 °C podem ter sua viabilidade prolongada por até 120 dias, quando acondicionadas em ambiente com temperatura de aproximadamente 8 °C (Barbedo *et al.* 1998); quando desidratadas até 53% de água, essas sementes podem ser armazenadas por até 180 dias (Maluf *et al.* 2003).

Sementes de *E. pyriformis*, por sua vez, mantiveram mais da metade da germinabilidade inicial quando armazenadas em câmara fria por um período de 60 dias (Andrade & Ferreira 2000), enquanto que sementes de *E. brasiliensis*, com teor de água próximo de 50%, mantidas em câmara fria, preservaram a viabilidade por até 180 dias (Kohama *et al.* 2006). Nos estudos de Delgado & Barbedo 2007, Barbedo *et al.* 1998, Maluf *et*

al. 2003, Andrade & Ferreira 2000, Kohama *et al.* 2006, o grau de maturidade das sementes não foi considerado, sendo utilizados apenas sementes de frutos tidos como maduros.

Maturação de sementes

O estudo da maturação é uma importante forma de se conhecer o comportamento das espécies no tocante à sua reprodução possibilitando, assim, prever o estabelecimento e a época adequada de colheita. Além disso, pode-se obter material genético de boa qualidade fisiológica, que é a base para os programas de melhoramento, silviculturais, conservação genética e recuperação de áreas degradadas (Figliolia & Kageyama 1994). A época ideal de colheita, juntamente com as técnicas empregadas, são aspectos importantes na produção de sementes, devido ao fato de apresentarem reflexos diretos sobre sua qualidade, uma vez que a velocidade de maturação varia entre espécies e entre árvores (Figliolia 1995).

O processo de maturação de sementes resulta de alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais, como aumento do tamanho, variações no teor de água, vigor e acúmulo de massa seca, que se sucedem desde a fertilização do óvulo até o momento em que as sementes estão maduras (Carvalho & Nakagawa 2000). Conforme Popinigis (1985), o ponto de maturidade fisiológica é alcançado quando a semente atinge valores máximos de massa seca, máximo poder germinativo e máximo vigor. Nesse ponto, as sementes desligam-se da planta mãe, cessando a translocação de fotossintetizados e, a partir daí, ocorrem alterações fisiológicas que levam à secagem das sementes (Barros 1986).

A maturidade fisiológica das sementes é geralmente acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes (Souza & Lima 1985, Figliolia 1995, Aguiar 1993). Por isso, a literatura especializada relata que a coloração dos frutos e das sementes também pode ser considerada como um importante índice na determinação da maturidade fisiológica (Corvello *et al.* 1999, Fowler & Martins 2001). De fato, a mudança de coloração dos frutos mostrou-se um índice eficaz para auxiliar na

determinação da maturidade fisiológica das sementes de *Euterpe edulis* (Lin 1988), *Inga uruguensis* (Figliolia & Kageyama 1994), *Ocotea catharinensis* (Silva 1997), *Aniba rosaedora* (Rosa & Ohashi 1999), *Trema micrantha* (Castellani & Aguiar 2001), *Syzygium malaccense* (Costa *et al* 2006), *Bixa orellana* (Mendes *et al* 2006). Contudo, Pratavia (2005) constatou que este parâmetro não se mostrou eficiente para a avaliação da real maturidade fisiológica de sementes de *E. pyrifomis* e de *E. involucrata*.

Para diversas espécies as sementes tornam-se tolerantes à dessecação durante a maturação, após passarem por um estado de intolerância. Ellis *et al.* (1991) e Brandão Junior *et al.* (2002) verificaram que sementes de *Coffea arabica* oriundas de frutos de maturidade intermediária (verde cana) foram mais tolerantes à dessecação do que as colhidas nos estádios maduros de coloração cereja, ou as colhidas imaturas de coloração verde. Já Carvalho & Alvarenga (1979) observaram, para essa mesma espécie, que a germinação de sementes oriundas de frutos maduros foi superior a de frutos imaturos ou de maturidade intermediária. Guimarães (2000), por sua vez, detectou que o vigor das sementes de cafeeiro aumentou sensivelmente na fase de desenvolvimento entre os estádios referentes às colorações verde e verde cana. A habilidade de tolerar a dessecação aumenta consideravelmente e progressivamente com a maturação (Hong & Ellis 1992).

Embora períodos de intensa desidratação sejam importantes no processo de desenvolvimento das sementes, as pequenas reduções no conteúdo de água são igualmente importantes, não só para as ortodoxas, pois agem como um sinal ao estabelecimento da tolerância à dessecação (Amaral *et al.* 2000).

Veiga *et al.* (2007), estudaram a armazenabilidade de sementes de cafeeiro de dois diferentes estádios de maturação que foram definidos de acordo com a coloração que os frutos apresentavam no momento da coleta (verde cana e cereja), constando que as sementes coloração cereja tem maior potencial de armazenamento que as obtidas de frutos de coloração verde.

Diante do exposto, é necessário o conhecimento dos processos envolvidos na maturação, na secagem e no armazenamento das sementes de espécies do gênero *Eugenia* e saber como esses fatores interagem, visando o desenvolvimento de tecnologias para o armazenamento, manejo e conservação das espécies, de forma a trazer benefícios práticos e científicos não só para sementes desse gênero, mas para sementes de outros gêneros com o mesmo comportamento.

Objetivo

Considerando a provável interdependência entre grau de maturação, tolerância à dessecação e capacidade de armazenamento das sementes, o presente trabalho objetivou analisar o comportamento de sementes de *E. pyramidalis*, *E. involucrata* e *E. uniflora* de três diferentes estádios para subsidiar o desenvolvimento de tecnologia de conservação dessas sementes.

Material e métodos

Obtenção do material vegetal

Frutos de *E. pyriformis* Camb. (uvaia), *E. involucrata* DC. (cereja) e *Eugenia uniflora* L. (pitanga), e foram coletados manualmente de cinco, quatro e duas árvores, respectivamente, com o auxílio de tesoura de poda e lona, nos meses de setembro e outubro de 2006. Os frutos de pitanga e de uvaia foram coletados em área pertencente à Agência Paulista de Tecnologia Agrícola (APTA), região sudoeste, localizada no município de Capão Bonito, SP (24°02'S e 48°22'W) e os de cereja do rio grande, no Jardim Botânico de São Paulo, SP (23°38'S e 46°37'W). Imagens desses locais estão apresentadas na figura 2.

Após a coleta, os frutos foram encaminhados ao Laboratório de Sementes do Instituto de Botânica de São Paulo, SP e, em período não superior a dois dias, foram separados conforme o estágio de maturação, tendo em seguida suas sementes extraídas.

Separação dos frutos pelo estágio de maturação

Os frutos de cada espécie foram agrupados em diferentes estágios de maturação, por meio de avaliação da consistência e coloração que apresentavam no momento da coleta. Dessa forma, foram caracterizados como frutos imaturos, para as três espécies, os que apresentavam consistência rígida e coloração verde; frutos de maturação intermediária, doravante denominados intermediários, consistência rígida e coloração verde-amarelada, para uvaia, laranja-avermelhada, para pitanga e vermelha, para cereja; foram considerados maduros os frutos de consistência macia e de coloração amarela intenso, para uvaia, vermelha, para pitanga e roxa, para cereja. Imagens dos frutos apresentadas na figura 3.

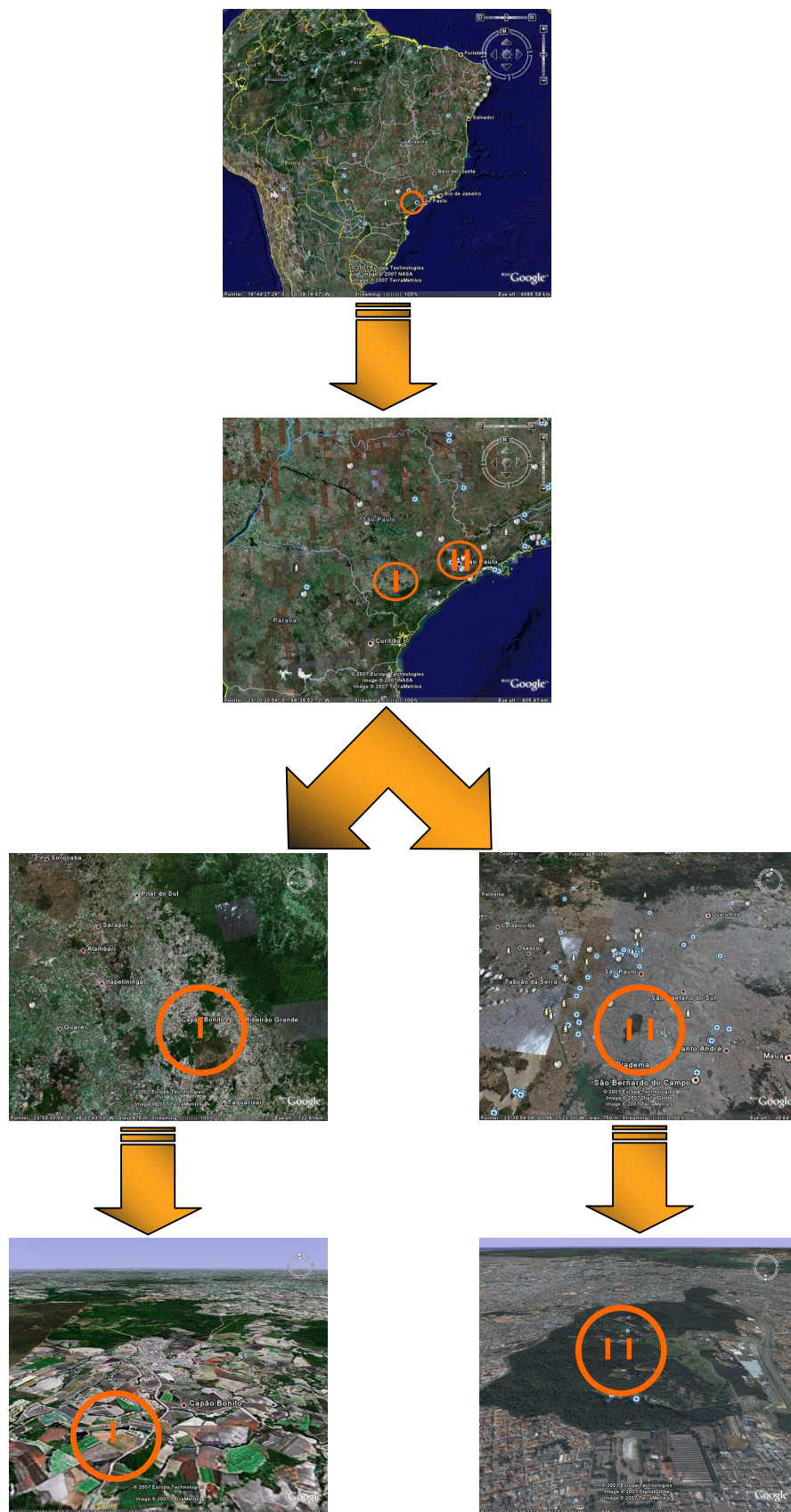


Figura 2. Fotos de satélite da localização das áreas de coleta dos frutos. I: Estação Experimental APTA Regional Sudoeste Paulista, Município de Capão Bonito, SP; II: Instituto de Botânica, São Paulo, SP. Fonte: Google Earth, 26/05/2007.



Figura 3. Aspectos dos frutos de *E. pyriformis* (A), *E. involucrata* (B) e *E. Uniflora* (C), em três diferentes estádios de maturação, classificados como frutos imaturos, frutos intermediários e frutos maduros.

Obtenção das sementes

As sementes dos frutos de cada estágio de maturação, foram extraídas do interior do fruto por meio de maceração, com auxílio de peneira metálica e, em seguida, lavadas com água corrente. Após a lavagem, as sementes foram mantidas em papel filtro para remoção do excesso de água da lavagem. As sementes foram, então, acondicionadas em sacos de polivinila (PVC) de 0,4 mm de espessura, permeável a gases, devidamente identificados e levados à câmara fria (12 ± 2 °C e 45 ± 2 % de umidade relativa onde permaneceram até o início dos experimentos (no máximo quatro dias após as coletas).

Amostra de cada material foi avaliada imediatamente após o beneficiamento, quanto ao teor de água, potencial hídrico, germinação e vigor, para sua caracterização inicial, conforme descrito a seguir.

Avaliações fisiológicas

O teor de água, expresso em porcentagem, em base úmida, foi avaliado conforme prescrições das Regras Internacionais para Análise de Sementes (ISTA 1985), pelo do método de estufa a 103 ± 2 °C, por 17 horas. A avaliação do potencial hídrico foi realizada utilizando-se medidor WP4 Dewpoint Potentiometer (Decagon), baseando-se na temperatura do ponto de orvalho do ar no momento em que este atinge equilíbrio higroscópico com a amostra que está sendo avaliada. Os resultados foram expressos em MPa.

Os testes de germinação foram realizados em câmara de germinação Marconi, modelo MA400, com umidade relativa do ar constante em 100 %, regulada à temperatura constante de 25 °C (Delgado 2006). Os testes foram realizados em rolo de papel (Brasil 1992), utilizando-se papel Germitest previamente umedecidos até saturação (1:3 grama de papel por grama de água), utilizando-se 2 folhas para a base e uma folha como cobertura. Foram calculadas as porcentagens de germinação (protrusão de raiz primária de, no mínimo, 0,5 cm) e de sementes com capacidade de desenvolver plântulas normais (com sistema radicular e eófilo

desenvolvidos e sem anomalias aparentes, conforme descrição de Delgado 2006), o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio para germinação (T_m) e a variância do tempo médio (S^2T_m), foram obtidos conforme fórmulas descritas por Borghetti & Ferreira 2004 e baseados valores de germinação (protrusão de raiz primária).

Níveis de secagem

Após a retirada da amostra inicial, as sementes de cada estágio de maturação foram submetidas a diferentes níveis de secagem, denominados secagem leve, moderada e severa, esta última baseada nos limites críticos de secagem, para cada espécie, definidos por Delgado (2006), além do tratamento controle, sem secagem. Para as sementes de uvaia, as secagens leve, moderada e severa corresponderam à redução do teor de água até, respectivamente, 54%, 51% e 47%; para as de pitanga, 47%, 44% e 40%. As sementes de cereja do rio grande tiveram apenas os níveis de secagens leve e severo, que corresponderam, respectivamente, a 51% e 47%.

As reduções do teor de água foram realizadas baseando-se na perda de massa de amostra controle durante as secagens. Estas foram realizadas em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura constante de 40 °C, baseando-se em estudos de secagem de sementes de *Eugenia* desenvolvido por Barbedo *et al.* (1998), Maluf *et al.* (2003), Kohama *et al.* (2006) e Delgado & Barbedo (2007). Conforme o material atingia a massa correspondente à calculada para a obtenção do teor de água proposto, amostras de sementes eram retiradas da estufa e colocadas para descansar em dessecador, para atingirem a temperatura ambiente e evitar que se reidratassem com a umidade do ar. A seguir, as sementes eram avaliadas quanto ao teor de água, potencial hídrico e germinação, conforme descrito anteriormente.

Armazenamento das sementes

As sementes de cada espécie, estágio de maturação e nível de secagem foram acondicionadas em sacos de polivinila (PVC) de 0,4 mm de espessura, permeáveis a gases, fechados com fita adesiva, identificados, e armazenadas em câmara fria com temperatura de 12 ± 2 °C e $45 \pm 2\%$ de umidade relativa.

Além das avaliações realizadas com as sementes não armazenadas, após 30 e 60 dias de armazenamento foram retiradas sementes para avaliação do teor de água, do potencial hídrico, da germinação e do vigor, conforme já descrito. Além desses três períodos de armazenamento (inicial, 30 e 60 dias), um período extra foi avaliado aos 120 dias, para pitanga e aos 150 dias, para cereja. Não houve avaliação extra para uvaia devido à falta de material para o experimento.

Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições para todos os testes, em esquema fatorial estágio de maturação (3 para todas as espécies) x nível de secagem (3 ou 4, dependendo da espécie) x período de armazenamento (3 a 4, dependendo da espécie). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, também a 5%. Quando necessário, os resultados em porcentagem foram convertidos para $\arcsin(x)^{0,5}$, para fins de análise estatística (Gomes 1973). Também para fins de análise estatística, os resultados de potencial hídrico, sempre negativos, foram convertidos para módulo ($|x|$).

Resultados e discussão

Eugenia pyriformis Camb. (uvaia)

Sementes imaturas de uvaia, logo após a colheita, apresentaram elevado teor de água (66,8%), valor maior em relação às intermediárias e maduras que apresentavam cerca de 58-59% (tabela 1), que não diferiram entre si. O teor de água das sementes maduras e intermediárias foi, inclusive, semelhante ao obtido por Delgado & Barbedo (2007) que trabalharam apenas com sementes maduras da mesma espécie. Esses resultados corroboram em parte com os obtidos por Lin (1988) que não observou variações entre o teor de água de frutos de *Euterpe edulis* de três diferentes estádios de maturação definidos como verdes, maduros e muito maduros.

Os valores de potencial hídrico das sementes dos diferentes estádios de maturação variaram de -1,2 a -1,4 MPa (tabela 2), não apresentando diferença significativa entre si e indicando que em todos os estádios a água contida nas sementes apresentava atividade semelhante (Villela & Marcos Filho 1998). Essa água corresponde ao tipo cinco descrito por Vertucci & Farrant (1995), caracterizada por água livre, com propriedades de uma solução diluída e que freqüentemente ocorre em teor de água superior a 41% (Villela & Marcos Filho 1998).

Não houve interação entre os três fatores para o teor de água, tampouco entre período de armazenamento com os fatores estágio de maturação e níveis de secagem, estes sim, interagindo entre si (tabela 1). Com a secagem leve, sementes dos três estádios de maturação atingiram teores de água semelhantes (tabela 1), mas diferentes potenciais hídricos (tabela 2); as do estágio intermediário mantiveram o potencial hídrico inicial e as dos outros estádios diminuíram para valores próximos a -3 MPa. Essa diferença é importante, pois, no caso das sementes imaturas e das maduras, a mudança do potencial hídrico correspondeu, também, à mudança no tipo de água, que deixou de ser caracterizada como tipo 5 e passou a ter propriedades de água tipo 4. Em outras palavras, embora as sementes do estágio intermediário

tenham apresentado teor de água similar ao das demais após a secagem leve, seu potencial hídrico revelou que ainda havia água livre, enquanto que nas sementes dos outros estádios a água já assumia as propriedades de uma solução concentrada (Villela & Marcos Filho 1998).

Tabela 1. Teor de água (%) de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. (uvaia) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de Maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
Imaturas	66,8 aA	53,9 aB	51,0 bB	43,8 bC
Intermediárias	58,4 bA	55,2 aAB	52,3 abBC	50,9 aC
Maduras	59,1 bA	55,4 aB	54,6 aB	49,9 aC
Coeficiente de variação (%) 5,24				

Com a secagem moderada, os valores de potencial hídrico das sementes dos três estádios foram similares (tabela 2), em torno de -4 MPa (ainda água do tipo 4, segundo Vertucci & Farrant 1995), mas desta vez o teor de água foi diferente entre as imaturas e as maduras (tabela 1). Essa diferença se manteve após o nível severo de secagem também para potencial hídrico (tabela 2). As sementes dos três estádios de maturação tiveram alteração nas propriedades da água após a secagem severa, assumindo características da água tipo três (Vertucci & Farrant 1995), ou seja, com potencial hídrico entre -4 e -11 MPa.

A análise de variância dos dados de potencial hídrico mostrou, também, interação significativa entre nível de secagem e período de armazenamento. Contudo, os valores de potencial hídrico das sementes não submetidas à secagem ou submetidas à secagem leve não se modificaram até os 60 dias de armazenamento. Já as sementes submetidas à secagem

moderada e severa tiveram o potencial hídrico aumentado após 30 dias, permanecendo estáveis até os 60 dias. Isso pode indicar algum grau de absorção de umidade do ar da própria embalagem, uma vez que o potencial hídrico das sementes após as secagens moderada e severa ficou bastante negativo (-6,6 a -7,2 MPa, tabela 2).

Tabela 2. Potencial hídrico (-MPa) de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. (uvaia) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes ou após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas colunas, maiúsculas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Interação Secagem / Maturidade</i>				
Imaturas	1,2 aC	3,2 aB	4,1 aB	6,2 aA
Intermediárias	1,3 aB	1,6 bB	3,8 aA	4,2 bA
Maduras	1,4 aC	2,9 aB	4,2 aA	4,6 bA
Período de armazenamento	Níveis de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Interação Secagem / Armazenamento</i>				
Inicial	1,2 aC	2,9 aB	6,6 aA	7,2 aA
30 dias	1,4 aC	2,5 aB	2,8 bB	4,2 bA
60 dias	1,2 aC	2,3 aBC	2,6 bAB	3,5 bA
Coeficiente de variação (%) 28,10				

A germinação das sementes maduras e intermediárias foi bastante elevada (100%), enquanto que a das imaturas foi menor (70%) valor este ainda considerado alto conforme observado na tabela 3.

As secagens, ainda que severas, não modificaram a capacidade germinativa das sementes intermediárias e maduras, mesmo após 60 dias de armazenamento. Por outro lado, as imaturas submetidas à secagem severa apresentaram queda na capacidade germinativa, que se manteve até os 60 dias de armazenamento (tabela 3).

Tabela 3. Germinação (%) de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. (uvaia) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico entre períodos de armazenamento nas colunas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádios de Maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	70 bAb	60 bAa	67 bAa	37 bBa
Intermediárias	100 aAa	100 aAa	96 aAa	100 aAa
Maduras	100 aAa	100 aAa	100 aAa	100 aAa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	100 aAa	37 bCb	60 bBa	53 bBCa
Intermediárias	*	100 aAa	100 aAa	100 aAa
Maduras	100 aAa	97 aAa	100 aAa	100 aAa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	57 bAb	63 bAa	53 bAa	47 bAa
Intermediárias	100 aAa	96 aAa	93 aAa	100 aAa
Maduras	100 aAa	97 aAa	100 aAa	97 aAa
Coeficiente de variação (%) 12,12				

* Resultados não coletados devido a falhas na Câmara de germinação durante a condução dos experimentos.

Houve interação significativa para o índice de velocidade de germinação (tabela 4), entre os três fatores, confirmando as tendências observadas para a capacidade de produção de plântulas normais (tabela 7) e para os resultados de germinação (tabela 3).

As maiores diferenças para tempo médio de germinação e para variância do tempo médio (tabelas 5 e 6) foram observadas entre as sementes imaturas, com germinação mais atrasada e menos concentrada, e as de sementes intermediárias e maduras, mais rápidas e mais concentradas. É interessante observar, ainda (tabela 5), que os valores obtidos para tempo médio de germinação, situado entre 7 e 28 dias, em todos os tratamentos, foram muito menores aos observados por Andrade & Ferreira (2000), que foram de 60 a 70 dias.

Tabela 4. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. (uvaia) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de Maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	0,70 bAb	0,36 cBa	0,35 bBab	0,20 bBa
Intermediárias	1,13 aAa	1,11 bAab	1,05 aAa	0,52 aBb
Maduras	1,27 aAab	1,35 aAa	0,89 aBb	0,57 aCb
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	1,33 aAa	0,42 bBa	0,50 bBa	0,39 bBa
Intermediárias	*	1,26 aAa	1,17 aAa	0,73 aBa
Maduras	1,38 aAa	1,38 aAa	1,31 aAa	0,84 aBa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	0,61 bAb	0,32 bBa	0,26 bBb	0,22 aBa
Intermediárias	1,24 aAa	0,95 aBb	0,55 aCb	0,36 aCb
Maduras	1,12 aAb	0,92 aAb	0,52 aBc	0,37 aBb
Coeficiente de variação (%) 13,68				

* Resultados não coletados devido a falhas na Câmara de germinação durante a condução dos experimentos.

Tabela 5. Tempo médio (dias) para germinação de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. (uvaia) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de Maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	13,1 aBa	18,7 aAa	21,4 aAa	19,1 aAab
Intermediárias	9,1 bBab	9,8 bBa	10,0 bBb	19,4 aAb
Maduras	8,9 bBa	7,9 bCab	13,1 bBb	20,8 abAb
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	7,9 abBb	10,0 aBb	15,0 aAb	15,9 aAb
Intermediárias	*	7,3 aCa	8,3 bBCb	14,5 aAc
Maduras	7,5 bBa	7,0 aBb	8,2 bBc	14,2 aAc
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	12,2 aBab	21,2 aAa	22,3 aAa	22,9 bAa
Intermediárias	7,5 bCb	10,1 bCa	17,3 bBa	26,2 abAa
Maduras	11,2 abCa	12,1 bCa	21,2 abBa	27,7 aAa
Coeficiente de variação (%) 16,41				

* Resultados não coletados devido a falhas na Câmara de germinação durante a condução dos experimentos.

Tabela 6. Variância do tempo médio (dias²) para germinação de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. de três estádios de maturação, sem secagem e com três níveis de secagem (leve, moderada ou severa), após 30 e 60 dias de armazenamento a 8 °C. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Variância (dias ²)	Nível de secagem	Variância (dias ²)	Período de armazenamento	Variância (dias ²)
Imaturas	48,5 a	Sem secagem	25,6 ab	Inicial	39,4 a
Intermediárias	22,1 b	Secagem leve	21,3 b	30 dias	21,2 b
Maduras	25,8 b	Secagem moderada	38,8 ab	60 dias	35,8 ab
		Secagem severa	42,9 a		
Coeficiente de variação (%)			84,50		

A análise de variância dos valores de desenvolvimento de plântulas normais (tabela 7), assim como a de germinação (tabela 3), indicou que os três fatores (estádio de maturação, níveis de secagem e períodos de armazenamento) interagem entre si e alisando esses resultados, observa-se que no período inicial, embora a secagem tenha proporcionado redução dos valores para as sementes imaturas, ao final dos 60 dias de armazenamento os valores mantiveram-se semelhantes aos apresentados pelas sementes que não foram submetidas a qualquer secagem. Portanto, a manutenção do teor de água mais elevado nas sementes imaturas sem secagem (tabela 1), ao longo do armazenamento, proporcionou o mesmo efeito prejudicial que a secagem inicial. Já para as sementes intermediárias e as maduras, nem a secagem nem o tempo de armazenamento afetaram os elevados valores iniciais de desenvolvimento de plântulas normais.

Esses resultados diferem dos obtidos por Andrade & Ferreira (2000) que observaram redução na capacidade germinativa das sementes de *E. pyriformis* quando armazenadas por 60 dias a 5±2 °C. É interessante observar, também, que a secagem severa reduziu o teor de água

para valores críticos (50%), conforme apontado por Delgado & Barbedo (2007) que, com esse teor de água, já haviam obtido expressiva redução na capacidade de produção de plântulas normais. Também é importante salientar que no trabalho de Andrade & Ferreira (2000) as sementes possuíam 35 a 45% de água, ou seja, abaixo do teor crítico.

Os valores apresentados na tabela 7 mostram maiores valores para as sementes de estádios intermediário e maduras (89% a 93%) e menores para as imaturo (70%). Considerando as sementes maduras e as intermediárias, os valores de germinação e de desenvolvimento de plântulas normais foram superiores aos obtidos por Andrade & Ferreira (2000), provavelmente indicando melhor qualidade fisiológica inicial.

Quando observados os resultados para o índice de velocidade de germinação (tabela 4) pode-se confirmar as tendências observadas para a capacidade de produção de plântulas normais (tabela 7) e para os resultados de germinação (tabela 3). Uma vez que os valores obtidos para sementes maduras após a secagem leve, antes do armazenamento, e para as sem ou com secagem leve, após 30 dias de armazenamento, em ambos foram superiores aos valores apresentados pelas sementes intermediárias.

Diante dos resultados, duas hipóteses podem ser levantadas para explicar essa diferença, a primeira que consideraria as sementes maduras como sendo, de fato, mais vigorosas que as imaturas, a segunda, que as maduras já estariam em início de germinação no final da maturação. Esta última hipótese encontra sustentação no fato de que sementes intolerantes à dessecação, como as de *E. pyrifomis*, podem apresentar viviparidade, ou seja, germinação ainda dentro do próprio fruto (Barbedo & Marcos Filho 1998). Os valores de tempo médio de germinação confirmam a diferença das sementes não submetidas à secagem (tabela 5), mas os de variância do tempo médio não confirmam essa tendência (tabela 6).

De acordo com os resultados obtidos para *Eugenia pyrifomis* (uvaia) considerou-se fisiologicamente maduras as sementes obtidas de frutos que apresentam consistência rígida e

coloração verde amarelada, que estas toleram uma secagem leve conforme proposto e podendo ser armazenadas por 60 dias sem redução da qualidade fisiológica e vigor.

Tabela 7. Plântulas normais (%) de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. (uvaia) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de Maturação	Níveis de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	70 bAb	43 bABa	50 bABa	33 bBa
yIntermediárias	89 aAa	93 aAa	85 aAa	90 aAa
Maduras	93 aAa	93 aAa	97 aAa	100 aAa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	73 aAa	30 bBa	40 bBa	47 bABa
Intermediárias	*	85 aAab	89 aAa	96 aAa
Maduras	93 aAa	90 aAa	87 aAa	97 aAa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	47 bAb	50 bAa	43 bAa	33 bAa
Intermediárias	85 aABa	63 abBb	89 aABa	100 aAa
Maduras	83 aAa	83 aAa	83 aAa	83 aAa
Coeficiente de variação (%) 17,80				

* Resultados não coletados devido a falhas na Câmara de germinação durante a condução dos experimentos.

***Eugenia uniflora* L. (pitanga)**

Pelos resultados apresentados nas tabelas 8 e 9 pode-se constatar que houve interação significativa entre os três fatores estudados (maturidade x nível de secagem x período de armazenamento), tanto para teor de água quanto para potencial hídrico o que deveu-se provavelmente, aos diferentes teores de água atingidos pelas sementes dos diferentes estádios de maturação após cada nível de secagem.

Inicialmente, as sementes de pitanga dos três estádios de maturação apresentaram cerca de 50% de água (48,3% a 52,0%, tabela 8), correspondendo a valores de potencial hídrico em torno de -1,5 MPa (tabela 9). O teor de água é um dos parâmetros utilizados para caracterizar o estágio de maturação das sementes, uma vez que se verifica tendência de queda desse valor ao longo da maturação, atingindo freqüentemente níveis mais baixos quando se aproxima o ponto de maturidade fisiológica (Carvalho & Nakagawa 2000). Contudo conforme tabela 8, para esta espécie o parâmetro não foi eficiente levando o resultado a corroborar com a afirmação de Barbedo & Marcos Filho (1998), que verificaram que no estágio final de formação de sementes recalcitrantes, a redução no conteúdo de água não é expressiva e o teor de água nem sempre apresenta diferenças entre os estádios de maturação. O mesmo foi constatado por Lin (1988) para frutos de *Euterpe edulis* de três diferentes estádios de maturação.

Em relação ao potencial hídrico (tabela 9), para esses teores de água seriam esperados, segundo Delgado (2006), valores entre -2 a -4 MPa, ou seja, ligeiramente inferiores aos observados. Tal fato confirma que, mesmo para a mesma espécie, sementes desenvolvidas sob diferentes condições podem apresentar diferentes constituições, podendo resultar em diferenças no comportamento fisiológico, como a tolerância à dessecação, fato já observado por Daws *et al.* (2006) para *Acer pseudoplatanus*. Contudo, deve-se salientar que nessa faixa a água ainda apresenta as mesmas propriedades, caracterizando a água do tipo quatro (Vertucci & Farrant 1995).

Tabela 8. Teor de água (%) de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	50,4 aAb	40,5 bBab	41,7 bBab	35,7 bCa
Intermediárias	48,3 aAa	46,1 aAa	45,3 abAa	38,6 abBab
Maduras	52,0 aAa	47,7 aABa	46,1 aBa	41,5 aCa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	55,7 aAa	38,2 bCb	43,9 bBa	39,2 bCa
Intermediárias	47,9 bAa	47,7 aAa	43,8 bAa	39,2 bBa
Maduras	51,8 abAa	49,5 aAa	48,9 aAa	44,3 aBa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	52,3 aAab	43,3 bBa	42,0 bBab	39,5 aBa
Intermediárias	50,9 aAa	47,1 abABa	45,4 abBa	34,6 bCb
Maduras	52,3 aAa	48,5 aABa	47,1 aBCa	43,1 aCa
<i>Após 120 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	54,5 aAab	41,9 bBab	38,0 bBb	39,4 abBa
Intermediárias	51,2 aAa	47,1 aABa	44,2 aBa	36,3 bCab
Maduras	51,0 aAa	49,3 aAa	46,8 aAa	40,5 aBa
Coeficiente de variação (%) 5,36				

Tabela 9. Potencial hídrico (-MPa) de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	1,5 aCa	37,5 aABa	36,6 aBa	40,3 aAa
Intermediárias	1,6 aCa	5,4 bBa	4,2 bBCa	30,4 bAa
Maduras	1,4 aBa	3,7 bBa	4,1 bBa	28,0 bAa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	2,3 aBa	8,6 aAb	7,0 aAb	10,0 aAb
Intermediárias	1,7 aCa	4,2 bBCa	5,3 aABa	7,8 abAb
Maduras	1,6 aBa	3,6 bABa	4,3 aABa	6,1 bAb
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	2,2 aBa	6,0 aAb	8,3 aAb	8,2 abAb
Intermediárias	1,7 aCa	4,4 aBCa	5,7 abBa	9,3 aAb
Maduras	1,2 aBa	3,3 aABa	4,1 bABa	5,9 bAb
<i>Após 120 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	3,6 aBa	6,9 aAb	9,7 aAb	8,9 aAb
Intermediárias	3,1 aBa	4,8 abBa	6,2 bBa	10,3 aAb
Maduras	2,0 aCa	3,9 bBCa	6,3 bABa	8,4 aAb
Coeficiente de variação (%) 21,38				

As sementes imaturas tiveram seu teor de água reduzido para cerca de 41% após as secagens leve e moderada, não havendo diferença significativa entre esses dois níveis (tabela 8). A dificuldade no controle da secagem das sementes imaturas, que, ocorreu de forma rápida e irregular no início, pode ter contribuído para que essas sementes apresentassem mesmo teor de água para esses dois níveis intermediários de secagem. Além disso, já nesses níveis intermediários as sementes atingiram teor de água próximo aos valores críticos apontados por Delgado & Barbedo (2007), ou seja, próximos a 40%. Após a secagem severa, essas sementes atingiram 35,7%, valor correspondente à perda da capacidade germinativa de aproximadamente 50% das sementes, conforme resultados de Delgado (2006), o que não aconteceu para as sementes aqui estudadas. Após as secagens, as sementes praticamente mantiveram, durante o armazenamento, os teores de água atingidos inicialmente (tabela 8).

As sementes intermediárias e as maduras tiveram seu teor de água reduzido para valores que variaram entre 45% e 48% para as secagens leve e moderada (valores próximos ao crítico descrito por Delgado & Barbedo 2007), e pouco inferiores ao crítico (40%), para a secagem severa (tabela 8), também mantendo os valores até o final do período de armazenamento.

À medida que o teor de água foi diminuindo, o potencial hídrico das sementes foi progressivamente se tornando mais negativo. À exceção dos valores obtidos para as sementes imaturas que foram atípicos antes do armazenamento, o potencial hídrico das sementes ficou em torno de -4 a -5 MPa para as secagens intermediárias, correspondendo à água do tipo 3 (Vertucci & Farrant 1995), e de -30 MPa (água do tipo 2) para a secagem severa (tabela 9). Curiosamente, apesar da manutenção do teor de água, durante o armazenamento, o potencial hídrico das sementes submetidas à secagem severa aumentou, tendendo a permanecer em torno de -9 MPa dos 30 aos 120 dias. Tal fato sugere algum grau de absorção de água, talvez da própria umidade do ar, uma vez que o potencial hídrico estava bem mais negativo que o das demais sementes.

Os resultados da tabela 10 mostram que, para germinação de sementes de *E. uniflora*, os três fatores estudados não interagiram simultaneamente tampouco a interação entre maturidade e armazenamento foi significativa, mas, a interação entre secagem e armazenamento e entre secagem e maturidade foram significativas. Portanto, para essa espécie, diferentemente da anterior, aparentemente a manutenção da capacidade germinativa durante o armazenamento não dependem do estágio de maturação.

Considerando o comportamento geral da germinação para os diferentes estádios de maturação, a secagem das sementes não apresentou vantagens em termos de manutenção da capacidade germinativa durante o armazenamento e ao contrário chegou a reduzir essa capacidade quando foi severa a partir dos 60 a 120 dias de armazenamento (tabela 10). Dessa forma, em termos de capacidade em iniciar a germinação, ficou evidenciada a importância do teor de água inicial, ou seja, o apresentado pelas sementes de por ocasião da coleta, mesmo quando o objetivo é o seu armazenamento. Também ficou evidente que o efeito prejudicial da secagem foi tanto maior quanto mais imatura a semente, pois sementes imaturas submetidas à secagem moderada apresentaram redução da capacidade germinativa de forma mais acentuada que as maduras e intermediárias submetidas a secagem severa, ambas tendo atingido valores próximos do teor de água final (tabelas 8 e 10).

Tabela 10. Germinação (%) de sementes de *Eugenia uniflora* L (pitanga) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes ou após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas colunas, maiúsculas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5.

Período de armazenamento	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Interação Secagem x Armazenamento</i>				
Inicial	99 aA	79 aB	84 aB	78 aB
30 dias	96 abA	75 aB	78 aB	58 bC
60 dias	84 bA	75 aA	71 aA	22 cB
120 dias	85 bA	81 aA	78 aA	32 cB
Estádio de maturação	Níveis de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Interação Secagem x Maturidade</i>				
Imaturas	76 bA	38 bB	44 bB	35 bB
Intermediárias	99 aA	96 aA	92 aA	44 bA
Maduras	98 aA	99 aA	98 aA	62 aB
Coeficiente de variação (%) 19,62				

Os resultados do índice de velocidade de germinação (IVG) apresentados na tabela 11, mostra que houve interação tripla entre os fatores estudados. Por meio dessa avaliação foi possível constatar a diferença no vigor, das sementes intermediárias e maduras, submetidas aos níveis leve e moderado, neste último verificando-se efeito prejudicial sobre a velocidade de germinação das sementes de estágio intermediário, fato não constatado pelos resultados de germinação e de produção de plântulas normais (tabelas 10 e 14).

O cálculo do IVG leva em conta o número de sementes germinadas por dias após a semeadura, os valores obtidos com este índice devem ser analisados com cautela, pois um baixo IVG pode ser obtido não pelo atraso da germinação de um determinado lote, mas sim pela baixa porcentagem de germinação apresentada por este, sendo o contrário também válido. De qualquer forma, os resultados obtidos para IVG acompanharam, os observados para a capacidade das sementes em desenvolver plântulas normais, ou seja, diminuição da qualidade fisiológica das sementes submetidas à secagem severa, principalmente nas mais imaturas.

Tabela 11. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	1,32 aAa	0,23 bBa	0,35 cBa	0,43 aBa
Intermediárias	1,38 aAb	1,20 aABa	1,01 bBa	0,45 aCa
Maduras	1,43 aAb	1,39 aAa	1,28 aAa	0,54 aBa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	1,12 bAc	0,09 bBa	0,17 cBa	0,11 aBb
Intermediárias	1,36 aAb	0,66 aBc	0,43 bCc	0,15 aDb
Maduras	1,25 abAb	0,67 aBb	0,65 aBb	0,23 aCb
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	0,71 bAb	0,11 bBa	0,16 cBa	0,08 aBb
Intermediárias	1,36 aAb	0,68 aBc	0,66 bBb	0,09 aCb
Maduras	1,36 aAb	0,74 aCb	1,09 aBa	0,11 aDb
<i>Após 120 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	1,18 cAa	0,28 cBa	0,20 bBa	0,06 aBb
Intermediárias	1,65 bAa	0,92 bBb	0,67 aCb	0,24 aDab
Maduras	2,11 aAa	1,19 aBa	0,74 aCb	0,23 aDb
Coeficiente de variação (%) 16,71				

Outras formas de avaliar a velocidade de germinação entre lotes é o cálculo do tempo médio e da variância do tempo médio de germinação das sementes. Estes parâmetros, por levarem em conta o valor total de germinação, são os mais indicados para comparar lotes com diferentes porcentagens de germinação.

Em média, as sementes dos três graus de maturação demoraram cerca de 7 dias para atingirem seus valores máximo de germinação (tabela 12), valor este obtido pelo cálculo de tempo médio de germinação.

As sementes imaturas, após serem submetidas à secagem, apresentaram grande alteração no tempo médio de germinação. Em média, eram precisos sete dias para a germinação máxima do lote; após a retirada de água, esse período aumentou mais de três vezes, demorando até 30 dias para que o valor máximo de germinação fosse atingido, quando as sementes foram secas até o nível severo (tabela 12).

Já as sementes dos demais estádios de maturidade (intermediário e maduro) apresentaram alteração no tempo médio de germinação quando submetidas ao nível moderado de secagem, para sementes intermediárias ou quando secas até o nível severo, para sementes maduras. Os valores de variância do tempo médio de germinação (tabela 13), por sua vez, acompanharam os de tempo médio (tabela 12), entre esses dois estádios de maturação.

Esses valores poderiam sugerir que os estádios de maturação das sementes, agrupadas segundo estádios de maturação dos frutos, poderiam de fato ter sido progressivos segundo os critérios adotados para a separação e que as sementes maduras poderiam apresentar qualidade fisiológica superior às intermediárias. Contudo, é imprescindível lembrar que os teores de água atingidos pelas sementes imaturas após secagem leve foram os mesmos atingidos pelas maduras após secagem moderada. Portanto, as pequenas e, muitas vezes, não significativas diferenças nos valores de germinação, desenvolvimento de plântulas normais, IVG, tempo médio e variância do tempo médio entre as sementes maduras e as imaturas, antes e após os

120 dias de armazenamento, sugerem que esses dois estádios sejam, de fato, muito próximos entre si, conforme apontado por Prata (2005).

A análise da variância do tempo médio nos indica quão distribuída ao longo do tempo foi a germinação das sementes de um determinado lote. Desta forma, quanto menor o valor obtido de variância, mais concentrada foi a germinação. Nos testes de germinação inicial, realizado para caracterização dos lotes, as sementes dos três diferentes estádios de maturação apresentaram valores semelhantes, variando de 0 a 3,7 (tabela 13).

Os valores zero de variância do tempo médio obtido para as sementes imaturas e maduras sem secagem (tabela 13) não podem ser interpretados como sendo uma germinação completamente sincronizada, mas sim por descompasso entre o início da avaliação dos testes de germinação e da germinação das sementes propriamente dita.

É interessante observar que as sementes de *E. uniflora* submetidas às secagens leve e moderada, apesar de ligeira queda após a secagem, mantiveram a capacidade germinativa e a de produção de plântulas normais inalterada, mesmo após 120 dias de armazenamento, principalmente nas sementes dos estádios intermediário e maduro (tabelas 10 e 11). Por outro lado, as não submetidas à secagem com exceção das maduras, apresentaram significativa queda nesses valores após esses 120 dias igualando-se aos valores das submetidas à secagem. Portanto, os resultados sugerem que a secagem leve e moderada poderiam, num período superior a 120 dias de armazenamento, proporcionar algum benefício à conservação dessas sementes.

Tabela 12. Tempo médio (dias) para germinação de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	7,0 aBa	24,9 aAb	21,8 aAb	30,2 aAab
Intermediárias	7,5 aBa	9,0 bBa	10,9 bABb	20,1 bAb
Maduras	7,0 aBa	7,4 bBa	8,4 bBa	20,9 abAb
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	8,8 aBa	37,4 aAa	32,5 aAa	37,8 aAa
Intermediárias	7,7 aCa	15,0 bBCa	22,9 bBa	43,2 aAa
Maduras	8,4 aBa	14,2 bBa	15,4 bBa	35,3 aAa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	10,4 aBa	21,4 aAb	18,2 aABb	26,2 aAb
Intermediárias	7,4 aAa	15,6 aAa	15,6 aAab	14,4 bAb
Maduras	7,4 aBa	14,0 aABa	9,8 aABa	19,4 abAb
<i>Após 120 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	5,4 aBa	28,7 aAab	19,8 aAb	6,0 bBc
Intermediárias	6,6 aBa	11,5 bBa	16,0 aABab	22,1 aAb
Maduras	5,2 aBa	9,0 bBa	14,2 aABa	21,9 aAb
Coeficiente de variação (%) 34,26				

Tabela 13. Variância do tempo médio (dias²) para germinação de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Inicial</i>				
Imaturas	0,0 aBb	181,1 aAa	77,3 aAa	131,2 aAa
Intermediárias	3,7 aBa	19,4 bABa	19,1 abABa	87,4 aAa
Maduras	0,0 aBa	2,4 bBa	8,4 bABa	57,9 aAa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	10,0 aBab	132,3 aAab	110,9 aAa	48,6 aABb
Intermediárias	4,6 aBa	9,0 bBa	44,6 abABa	110,6 aAa
Maduras	8,1 aBa	1,2 bBa	10,6 bBa	89,7 aAa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	59,0 aAa	62,9 aAb	23,5 aAb	24,5 aAb
Intermediárias	2,6 bAa	20,6 aAa	27,4 aAa	11,2 aAb
Maduras	2,6 bAa	5,2 aAa	12,3 aAa	32,3 aAa
<i>Após 120 dias de armazenamento</i>				
Imaturas	3,3 aBb	126,4 aAab	76,0 aABab	39,8 bBb
Intermediárias	5,5 aBa	12,3 bBa	27,3 aABa	132,2 aAa
Maduras	3,7 aAa	10,0 bAa	10,1 aAa	41,4 abAa
Coeficiente de variação (%) 60,13				

Assim como os valores de germinação (tabela 10), que não demonstraram interação tripla entre os fatores estudados, para a capacidade das sementes em produzir plântulas normais observou ou foram observadas apenas interações duplas; contudo, dessa vez as três interações foram significativas (tabela 11). Por esses resultados ficou evidente que apenas as sementes dos estádios intermediário e maduro podem manter, além da germinação, a elevada capacidade de produzir plântulas normais mesmo após 120 dias de armazenamento, quando os valores foram praticamente iguais aos iniciais. Também foi possível constatar que pequenas reduções no teor de água, principalmente nas sementes dos estádios intermediário e maduro, pouco afetaram a conservação da sua qualidade fisiológica, mas reduções mais acentuadas, como a secagem severa, reduziram a capacidade de armazenamento dessas sementes (Tabela 14).

Os resultados para *Eugenia uniflora* L. (pitanga), indicam que teor de água das sementes não se mostrou um bom parâmetro de avaliação de caracterização de maturidade fisiológica (tabela 8). Verificou-se ainda que as sementes do estágio maduro, de consistência macia e coloração vermelha, apresentaram os melhores resultados para os fatores avaliados que as dos demais estádios, entretanto as sementes do estágio intermediário, mesmo sendo pouco inferiores as maduras também apresentaram bons resultados de germinação, formação de plântulas normais e vigor, podendo assim como as do estágio maduro ser armazenadas sem processo de secagem por até 120 dias.

Tabela 14. Desenvolvimento de plântulas normais (%) de sementes de *Eugenia uniflora* L (pitanga) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a três níveis de secagem, antes ou após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas colunas, maiúsculas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Período de armazenamento	Nível de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Interação Secagem x Armazenamento</i>				
Inicial	98 aA	78 aB	82 aB	77 aB
30 dias	92 abA	75 aA	76 aA	55 bB
60 dias	82 bA	72 aA	68 aA	20 cB
120 dias	85 abA	78 aA	75 aA	32 cB
Estádio de maturação	Níveis de secagem			
	Sem secagem	Leve	Moderada	Severa
<i>Interação Secagem x Maturidade</i>				
Imaturas	74 bA	34 bB	40 cB	32 bB
Intermediárias	98 aA	94 aA	89 bA	44 bB
Maduras	97 aA	99 aA	97 aA	61 aB
Estádio de maturação	Período de armazenamento			
	Inicial	30 dias	60 dias	120 dias
<i>Interação Armazenamento x Maturidade</i>				
Imaturas	67 bA	50 bB	28 bC	36 bC
Intermediárias	88 aA	82 aA	74 aA	79 aA
Maduras	97 aA	91 aAB	79 aB	87 aAB
Coeficiente de variação (%) 20,40				

Eugenia involucrata

Inicialmente as sementes de *E. involucrata* DC. (cereja) apresentavam teor de água entre 60% e 65% (tabela 15), correspondendo a potenciais hídricos de -1,4 a -2,1 MPa (tabela 16), ou seja, já sem a presença de água livre (tipo 5), mas ainda com água do tipo 4 segundo Vertucci & Farrant (1995) e Villela & Marcos Filho (1998). Entre os diferentes estádios de maturação, diferentemente da variação observada para teor de água, os valores de potencial hídrico não diferiram significativamente entre si, talvez, porque a atividade da água das sementes dos três estádios de maturação fosse à mesma.

Com a secagem leve, as sementes imaturas tiveram o teor de água mais reduzido do que as intermediárias e as maduras, as três atingindo valores muito próximos entre si, em torno de 51% (tabela 15). Essa redução poderia representar mudança nas propriedades da água presente nas sementes, passando do tipo quatro (-1,5 a -4 MPa) para o tipo três (-4 a -11 MPa), mas a análise estatística não permitiu estabelecer tal diferença, conforme observado na tabela 16, exceto para as sementes imaturas que, aparentemente, tiveram a interferência de algum fator não controlado na avaliação do potencial hídrico, sendo observado um elevado coeficiente de variação. A secagem mais severa, reduzindo o teor de água das sementes para valores em torno de 46 a 48% (tabela 15), praticamente não modificou as propriedades da água, visto que o potencial hídrico manteve-se em torno de -4,5 MPa (tabela 16). Nesta secagem, as sementes atingiram valores considerados limites críticos para a espécie, ou seja, 45-50% (Delgado & Barbedo 2007). Durante os 60 primeiros dias de armazenamento o teor de água inicial das sementes foi pouco alterado e após 150 dias de armazenamento, as sementes não submetidas à secagem, inicialmente, apresentaram pequena elevação nos resultados, enquanto que as demais mantiveram os mesmos teores (tabela 15). Da mesma forma, o potencial hídrico (tabela 16), embora apresentando interação entre os três fatores, mostrou as mesmas tendências observadas para teor de água.

Tabela 15. Teor de água (%) de sementes de *Eugenia involucrata* DC. (cereja) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a dois níveis de secagem, antes ou após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas colunas, maiúsculas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem		
	Sem secagem	Secagem leve	Secagem severa
<i>Interação Secagem x Maturidade</i>			
Imaturas	65,4 aA	52,1 aB	48,3 aC
Intermediárias	60,2 bA	51,5 aB	48,4 aC
Maduras	59,8 bA	49,2 bB	45,7 bC
Período de armazenamento	Níveis de secagem		
	Sem secagem	Secagem leve	Secagem severa
<i>Interação Secagem x Armazenamento</i>			
Inicial	60,1 bA	50,6 aB	45,9 bC
30 dias	60,1 bA	50,0 aB	48,6 aB
60 dias	61,3 bA	50,7 aB	47,5 abC
150 dias	65,8 aA	52,4 aB	47,8 abC
Coeficiente de variação (%) 4,43			

Tabela 16. Potencial hídrico (-MPa) de sementes de *Eugenia involucrata* DC (cereja) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a dois níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádios de Maturação	Nível de secagem		
	Sem secagem	Secagem leve	Secagem severa
<i>Inicial</i>			
Imaturas	1,82 aCa	22,43 aAa	6,48 aBa
Intermediárias	2,14 aAa	4,21 bAa	4,44 aAa
Maduras	1,39 aAa	4,75 bAa	4,09 aAa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	1,62 aAa	3,73 aAb	4,51 aAa
Intermediárias	1,37 aAa	3,19 aAa	3,54 aAa
Maduras	1,14 aAa	3,07 aAa	3,80 aAa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	1,29 aAa	3,71 aAb	4,08 aAa
Intermediárias	1,25 aAa	3,08 aAa	4,04 aAa
Maduras	1,19 aAa	3,46 aAa	4,49 aAa
<i>Após 150 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	1,47 aAa	3,13 aAb	3,48 aAa
Intermediárias	1,54 aAa	2,93 aAa	4,02 aAa
Maduras	1,39 aBa	3,96 aABa	5,02 aAa
Coeficiente de variação (%) 55,65			

Observa-se, nas tabelas 17, que as sementes imaturas apresentaram menores porcentagens de germinação, tanto inicialmente quanto após os três diferentes períodos de armazenamento, com queda mais acentuada aos 150 dias, constatando-se interações significativas apenas entre os fatores estágio de maturação e períodos de armazenamento e entre níveis de secagem e períodos de armazenamento. Não foi observada diferença significativa para os valores iniciais de germinação em função das reduções do Teor de água (tabela 15).

Outro aspecto que merece destaque foi à capacidade de conservação da viabilidade das sementes durante o armazenamento, principalmente a das sementes maduras, significativamente maior que as demais. Após 150 dias armazenadas a 12 °C, essas sementes ainda apresentavam 77% de germinação (tabela 17).

Tabela 17. Germinação (%) de sementes de *Eugenia involucrata* DC. (cereja) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a dois níveis de secagem, antes ou após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas colunas, maiúsculas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de Maturação	Período de armazenamento			
	Inicial	30 dias	60 dias	150 dias
<i>Interação Armazenamento x Maturidade</i>				
Imaturas	78 bA	70 bAB	63 bB	24 cC
Intermediárias	90 aA	92 aA	82 aA	53 bB
Maduras	95 aA	88 aAB	89 aAB	77 aB
Nível de secagem	Período de armazenamento			
	Inicial	30 dias	60 dias	150 dias
<i>Interação Secagem x Armazenamento</i>				
Sem secagem	92 aA	76 bB	75 aB	43 bC
Secagem leve	89 aA	88 aA	78 aA	49 bB
Secagem severa	82 aA	86 abA	81 aA	62 aB
Coeficiente de variação (%) 16,00				

Os testes de vigor (tabelas 18, 19 e 20), diferentemente dos valores obtidos para germinação (tabela 17) e para desenvolvimento de plântulas normais (tabela 21), apresentaram interação entre os três fatores. O índice de velocidade de germinação (IVG, tabela 18) identificou queda no vigor das sementes imaturas e das intermediárias após 150 dias de armazenamento, fato não observado para as sementes maduras. As secagens, por sua vez, resultaram em queda no IVG das sementes imaturas já no primeiro nível (leve), enquanto que no das intermediárias e no das maduras, apenas no segundo nível (severo).

O tempo médio para germinação (tabela 19), além das tendências observadas para IVG, não permitiu constatar maiores diferenças entre os materiais estudados. De maneira geral, o tempo médio para a germinação das sementes ficou em torno de 9 dias, aumentando para 13 a 17 dias após as secagens e após os armazenamentos, mas com algumas exceções.

A variância do tempo médio, por sua vez, devido ao elevado coeficiente de variação (103,46%, tabela 20), só identificou diferenças significativas entre tratamentos cujos valores anteriores de germinação e vigor já haviam sido diferentes.

Tabela 18. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Eugenia involucrata* DC (cereja) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a dois níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem		
	Sem secagem	Secagem leve	Secagem severa
<i>Inicial</i>			
Imaturas	1,06 aAa	0,75 bABa	0,62 aBa
Intermediárias	1,17 aAa	1,10 aABa	0,77 aBa
Maduras	1,12 aAb	1,07 abAa	0,61 aBa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	0,81 bAa	0,50 aAab	0,45 aAab
Intermediárias	1,18 aAa	0,74 aBab	0,58 aBab
Maduras	1,16 aAb	0,65 aBb	0,38 aBa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	0,73 bAa	0,43 aABab	0,30 aBab
Intermediárias	0,98 abAa	0,71 aABbc	0,45 aBab
Maduras	1,10 aAb	0,55 aBc	0,38 aBa
<i>Após 150 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	0,22 bAb	0,23 aAb	0,16 aAb
Intermediárias	0,46 bAb	0,37 aAc	0,29 aAb
Maduras	1,57 aAa	0,45 aBb	0,30 aBa
Coeficiente de variação (%) 29,45			

Tabela 19. Tempo médio (dias) para germinação de sementes de *Eugenia involucrata* DC (cereja) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a dois níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Nível de secagem		
	Sem secagem	Leve	Severa
<i>Inicial</i>			
Imaturas	8,8 aBab	11,7 aABb	14,3 aAb
Intermediárias	8,9 aAb	10,4 aAa	12,7 aAb
Maduras	9,7 aBa	10,2 aBb	17,0 aAc
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	8,0 aBab	16,4 aAab	18,9 bAab
Intermediárias	7,0 aBb	14,7 aAab	17,3 bAab
Maduras	7,6 aCa	14,2 aBb	26,0 aAb
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	13,0 aBa	16,8 aBa	21,6 abAa
Intermediárias	8,3 bCb	14,0 aBa	20,2 bAa
Maduras	9,0 abCa	18,2 aBb	25,5 aAb
<i>Após 150 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	4,5 cCb	13,2 abBa	22,1 bAa
Intermediárias	15,8 aBa	12,5 bBa	21,1 bAa
Maduras	10,5 bCa	17,6 aBa	31,2 aAa
Coeficiente de variação (%) 18,82			

Tabela 20. Variância do tempo médio (dias²) para germinação de sementes de *Eugenia involucrata* DC (cereja) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a dois níveis de secagem, antes e após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas dentro das colunas, entre graus de maturação; maiúsculas dentro de linhas, entre níveis de secagem; itálico nas colunas entre períodos de armazenamento) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Níveis de secagem		
	Sem secagem	Leve	Severa
<i>Inicial</i>			
Imaturas	12,8 aAb	22,7 aAa	34,2 aAa
Intermediárias	15,0 aAb	29,9 aAa	26,2 aAa
Maduras	12,5 aAa	14,5 aAa	31,4 aAa
<i>Após 30 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	17,3 aBb	47,2 aABa	75,6 aAa
Intermediárias	0,0 aAb	32,1 aAa	20,7 aAa
Maduras	4,1 aAa	4,6 aAa	54,2 aAa
<i>Após 60 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	109,2 aAa	45,4 aBa	21,2 aBa
Intermediárias	10,5 bAb	39,7 aAa	13,9 aAa
Maduras	29,1 bAa	32,2 aAa	27,7 aAa
<i>Após 150 dias de armazenamento</i>			
Imaturas	2,0 bBb	5,5 aBa	61,1 aAa
Intermediárias	97,0 aAa	19,6 aBa	36,8 aBa
Maduras	56,4 abABa	12,9 aBa	73,9 aAa
Coeficiente de variação (%) 103,46			

Para os resultados de desenvolvimento de plântulas normais (tabela 21), nenhuma interação foi significativa. Portanto, não houve qualquer interação entre estágio de maturação e nível de secagem, indicando que a sensibilidade à dessecação foi a mesma para os três estádios de maturação.

Como os valores iniciais de germinação (tabela 17) e de plântulas normais (tabela 21), após os diferentes níveis de secagem não apresentaram diferenças significativas, pode-se supor que a redução do teor de água até valores próximos de 45 a 48% não causaram danos expressivos às sementes de cereja (tabela 15), confirmando os valores obtidos por Delgado & Barbedo (2007) para teor crítico de água. Além disso, os valores de germinação observados após 150 dias de armazenamento indicam algum benefício em favor da secagem severa (tabela 17).

Esses resultados concordam, em parte, com os obtidos por Barbedo *et al.* (1998) e Maluf *et al.* (2003), com sementes da mesma espécie, no que se refere à manutenção da capacidade germinativa após secagem até 51% de água. Contudo, diferem no que se refere ao armazenamento das sementes, pois esses autores, verificaram queda na capacidade de armazenamento das sementes submetidas à secagem até aqueles valores. Novamente vale salientar que, conforme descrito na literatura para outras espécies, variações na tolerância à dessecação já foram observadas para sementes da mesma espécie formadas em regiões diferentes, basicamente em função de variações climáticas (Daws *et al.* 2006). Portanto, pode-se supor que variações climáticas durante a formação das sementes também possam interferir na sensibilidade ao nível de secagem.

Os resultados indicam que as sementes de frutos de coloração verdes não atingiram a maturidade fisiológica, enquanto que há indícios de que tanto as de frutos de coloração vermelha quanto os de coloração roxa, de estágio intermediário e maduro, respectivamente, atingiram a maturidade fisiológica, que desta forma poderíamos estes dois estádios ser

indicados para a coleta e obtenção de sementes capazes de produzir plântulas normais e de vigor considerável.

Tabela 21. Desenvolvimento de plântulas normais (%) de sementes de *Eugenia involucrata* DC. (cereja) de três estádios de maturação, sem secagem e submetidas a dois níveis de secagem, antes ou após o armazenamento a 12 °C. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estádio de maturação	Plântulas normais (%)	Nível de secagem	Plântulas normais (%)	Período de armazenamento	Plântulas normais (%)
Imaturas	49 b	Sem secagem	64 a	Inicial	81 a
Intermediárias	72 a	Secagem leve	67 a	30 dias	78 ab
Maduras	79 a	Secagem severa	69 a	60 dias	71 b
				150 dias	37 c
Coeficiente de variação (%) 21,52					

Considerações finais

Analisando os resultados obtidos para as três espécies, alguns aspectos merecem destaque. O primeiro diz respeito à importância da identificação do estágio de maturação das sementes para previsão de sua tolerância à dessecação e longevidade. Embora em algumas situações fosse possível identificar vantagens para as sementes consideradas maduras, em muitas outras as sementes maduras e as intermediárias mostraram comportamento similar, algumas vezes até com vantagens para as intermediárias. Conforme descrito por Prata (2006), a identificação do estágio de maturação em sementes de *Eugenia* não é simples, principalmente pelo fato de terem comportamento não ortodoxo em relação à tolerância à dessecação e, conforme descrito por Barbedo & Marcos Filho (1998), não apresentarem os mesmos padrões de sementes ortodoxas ao final da maturação. Contudo, deve-se salientar que os estudos sobre tolerância à dessecação ou capacidade de armazenamento de sementes não ortodoxas nem sempre são precedidos por estudos de maturação dessas sementes. No presente estudo, evidencia-se, mais uma vez, a variação nessas características em função do grau de maturação dessas sementes. Ao final da análise dos resultados obtidos, foi possível constatar que, para as três espécies de *Eugenia* estudadas, foi possível separar apenas as sementes imaturas das maduras e intermediárias.

Outro aspecto importante, comum nos resultados das três espécies, foi o efeito aparentemente prejudicial de qualquer nível de secagem sobre o vigor das sementes. Mesmo quando a redução do teor de água manteve as sementes acima dos valores considerados críticos por Delgado & Barbedo (2007), constataram-se prejuízos à qualidade fisiológica das sementes, ora diretamente nos valores de germinação, ora necessitando-se algum período de armazenamento para que as diferenças pudessem ser evidentes. Contudo, alguns resultados sugerem que algum efeito benéfico poderia ser obtido num prazo superior ao máximo estudado (150 dias).

Finalizando, ficou demonstrado, pelos resultados apresentados, que os três fatores estudados no presente trabalho, ou seja, estágio de maturação, nível de secagem e períodos de armazenamento, para *E. pyriformis*, *E. uniflora* e *E. involucrata*, são interdependentes e/ou interagem entre si. Portanto, para se identificar a longevidade dessas sementes, há necessidade de se definir o estágio de maturação adequado e o nível de secagem. Da mesma forma, o nível de secagem só pode ser definido se houver a caracterização do grau de maturação das sementes e ainda que, para sua caracterização, os padrões utilizados para sementes ortodoxas podem não ser suficientes, mas podem servir como um indicativo, juntamente de outros aspectos como o potencial de armazenamento e à tolerância à secagem.

Conclusões

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que:

- A tolerância à dessecação de sementes de *Eugenia pyriformis*, *E. uniflora* e *E. involucrata* depende do estágio de maturação, não necessariamente obedecendo ao estágio de maturação dos frutos;
- A capacidade de armazenamento das sementes depende não apenas do estágio de maturação mas, também, do nível de secagem das sementes antes do início do armazenamento;
- Mesmo pequena redução no teor de água das sementes das espécies de *Eugenia* estudadas, dependendo do estágio de maturação das sementes, pode resultar em acentuada redução na capacidade de armazenamento.

Referências bibliográficas

- Aguiar, I.B. & Barciela, F.J.P.** 1986. Maturação de sementes de cabreúva. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília; 8: (3) 63-71.
- Aguiar, I.B; Perecin, D.; Kageyama, P.Y.** 1988. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex maiden. IPEF, Piracicaba, 38, 41-49.
- Aguiar, I.B; Piña-Frodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B.** 1993. Sementes florestais tropicais. Brasília, 350.
- Amaral, L. I. V. do; Pereira, M. F. D.A.; Cortelazzo, A.L.** 2000. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12 (3): 273-285.
- Andrade, A.C.S.** 2001. The effect of content and temperature on the longevity of heart of palm seeds (*Euterpe edulis*). *Seed Science and Technology*, Zurich, 29 (1): 171-182.
- Andrade, A.C.S.; Cunha, R.; Souza, A.F.; Reis, R.B. & Almeida, K.L.** 2003. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. *Seed Science & Tecnology*. Zurich, 31: 125-137.
- Andrade, R.N.B. & Ferreira, A.G.** 2000. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) - Myrtaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, 22 (2): 118-125.
- Anjos, A.M.G. & Ferraz, I.D.K.** 1999. Morfologia, germinação e teor de água das sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). *Acta Amazonica*, Manaus, 29 (3): 337-348.
- Arantes, A.A. & Monteiro, R.** 2002. A Família Myrtaceae na estação Ecológica do Panga, Uberlândia, minas gerais, Brasil. 3 (2): 111-127.

- Barbedo, C.J.** 1990. Influência da idade e do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.). Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 110.
- Barbedo, C.J. & Cicero, S.M.** 2000. Effects of initial quality, low temperature and ABA on the storage of seeds of *Inga uruguensis*, a tropical species with recalcitrant seeds. *Seed Science and Technology*. 28: 793-808.
- Barbedo, C.J. & Marcos-Filho, J.** 1998. Tolerância à dessecação de sementes. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo. 12 (2): 145-164.
- Barbedo, C.J.; Kohama, S.; Maluf, A.M. & Bilí, D.A.C.** 1998. Germinação e armazenamento de diásporos de cerejeira (*Eugenia involucrata* DC. - Myrtaceae) em função do teor de água. *revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 20 (10): 184-188.
- Barbosa, J.M.** 1990. Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 144.
- Barbosa, J.M.; Aguiar, I.B. & Santos, S.R.G.** 1992b; Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, (4): 665-674.
- Barbosa, J.M.; Santos, S.R.G.; Barbosa, L.M.; Silva, T.S.; Pisciotano, W.A. & Asperti, L.M.** 1992a; Desenvolvimento floral e maturação de sementes de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinha, 1 (17), 5-11.
- Barros, A.S.R.** 1986. Maturação e colheita de sementes. In: *Semana de Atualização em Produção de Sementes*, 1, Piracicaba, Campinas, Fundação Cargill, 107-134.
- Barroso G.M. & Peron, M.V.** 1994. Myrtaceae. Pp. 261-302. In: Lima & R.R. Guedes-Bruni (orgs). *Reserva Ecológica de Macaé de Clima*, Nova Friburgo: R.J. Aspectos Florísticos das espécies vasculares. Rio de Janeiro, Jardim Botânico.(1).
- Barroso, G.M.; Peixoto, A.L.; Costa, C.G.; Ichaso, C.L.; Lima, H.C.** 1984. Sistemática das angiospermas do Brasil. Minas Gerais: Ed. Univ. Fed. Viçosa, 377.

- Berjak, P.** 1996. The role of micro-organisms in deterioration during storage of recalcitrant and intermediate seeds. In: Workshop on improved methods for hading and storage of intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds. Proceedings. Rome: 121-126.
- Bewley, J.D. & Black, M.** 1985. Seeds: Physiology of development and germination. New York, Plenum Press: 367.
- Bilia, D.A.C., Marcos-Filho, J. & Novembre, A.D.C.L.** 1999. Desiccation tolerance and seed storability of *Inga uruguensis* (Hook. et Arn.). Seed Science and Tecnology, Zurich, 27: 77-89.
- Bonner, F.T.** 1978. Storage of hardwood seeds. Forest Genetics Resources Information, Rome, (7): 10-17.
- Borges, I.F.** 2007. Maturação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) em bosques plantados no Estado de São Paulo. Dissertação (mestrado) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente: 102.
- Borghetti, F. & Ferreira, A.G.** 2004. Interpretação de resultados de germinação. In: Germinação: do básico ao aplicado (A.G. Ferrerira & Borghetti orgs.). Porto alegre: Artmed, 13: 209-222.
- Brandão Júnior, D. da S.; Vieira, M. G. G. C.; Guimarães, R. M.; Hilhorst, H. W.M.** 2002. Tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro (*Coffea arábica* L.). Revista Brasileira de Sementes. 2 (24): 17-23.
- Brasil.** 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. regras para análises de sementes. Brasília; SNDA/DNDV/CLAV, 365.
- Carvalho, M.M. de; Alvarenga, G.** 1979. Determinação do estágio de desenvolvimento mínimo do fruto do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), para germinação. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 7. 1979, Araxá. resumos. Rio de Janeiro: I.B.C./GERCA. 118-119.

- Carvalho, N.M. & Nagagawa, J.** 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 Ed. Jaboticabal: Funep. 588.
- Castellani, E.D & Aguiar, I.B.** 2001. Seed maturation and effect of temperature regime on *Trema micrantha* (L) blume seed germination. Seed science and technology, Zurich, 29:(1), 73-82.
- Castro, R.D.; Bradford, K.J. & Hilhorst, H.W.M.** 2004. Embebição e reativação do metabolismo. In Germinação: do básico ao aplicado (A.G. Ferreira & Borghetti, orgs.). Porto Alegre, Artmed, 149-162.
- Chagas e Silva, F.; Fonseca, E.P.; Soares-Silva, L.H.; Muller, C. & Bianchini, E.** 1995. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi-3. Fazenda Bom Sucesso, Município de Sapopema, PR. Acta Botânica Brasílica 9 (2): 289-302.
- Chin, H.F.** 1988. Recalcitrant seeds: A status report. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 28.
- Chin, H.F.; AZIZ,M.; ANG, B.B.; HAMZAH,S.** 1981. The effect of moisture and temperature on the ultrastructure and viability of seeds of *Hevea brasiliensis*. Seed Science and Technology, Zurich, 9 (2): 411-422.
- Cicero, S.M.; Marcos Filho, J.; Toledo, F.F.** 1986. Efeitos de tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. Anais da Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, (43): 763-787.
- Corvello, W.B.V.; Villela, F.A.; Nedel, J.L.; Peske, S.T.** 1999. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrella fissilis* Vell.). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 2 (21): 23-27.
- Dasman, R.F.; Milton, J.P.; Freeman, P.H.** 1973. Ecological principles for economic development. New York: John Wiley. 252.

- Daws, M.I.; Cleland, H.; Chmielarz, P.; Gorian, F.; Leprince, O.; Mullins, C.E.; Thanos, C.A.; Vandvik, V.; Pritchard, H.W.** 2006. Variable desiccation tolerance in *Acer pseudoplatanus* seeds in relation to developmental conditions: a case of phenotypic recalcitrance? *Functional Plant Biology*, Austrália 33 (1): 59-66.
- Delgado, L.F.** 2006. Tolerância à dessecação em sementes de espécies brasileiras de *Eugenia*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Botânica da Secretaria do Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 106.
- Delgado, L.F. & Barbedo, C.J.** 2007. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 42 (2): 265-272.
- Ellis, R.H.; Hong, T.D.; Roberts, E.H.** 1990. An intermediate category of seed storage behavior? *Journal of Experimental Botany*, Oxford, 41 (230): 1167-1174.
- Ellis, R.H.; Hong, T.D.; Roberts, E.H.** 1991. An intermediate category of seed storage behavior? II. Effects of provenance. *Journal of Experimental botany*, oxford 42 (238): 653-657.
- Farrant, J. M.; Pammenter, N. W.; Berjak, P.** 1988. Recalcitrance – A current assessment. *Seed Science and Technology*, Zurich, 16 (1): 155-166.
- Figliolia, M.B. & Kageyama, P.Y.** 1994. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook et Arn em floresta ripária do rio Moji Guaçu, município de Moji Guaçu, SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 6 (único): 13-52.
- Figliolia, M.B.** 1995. Colheita de sementes. In: Silva, A.; Pina-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. *Manual técnico de sementes florestais*. São Paulo: Instituto Florestal, 1-12, Série Registros, 14.
- Firmino, J.L.; Santos, D.S.B. & Santos Filho, B.G.** 1996. Características físicas e fisiológicas de sementes de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke), quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior dos frutos. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, (18) 1: 28-32.

- Fowler, J.A.P.; Martins, E.G.** 2001. Coleta de sementes. In. Manejo de sementes de espécies florestais. Colombo: EMBRAPA Florestas, (58): 9-13.
- Frazão, D.A.C.; Figueiredo, F.J.C.; Correia, M.P.F.; Oliveira, R.P. & Popinigis, F.** 1983. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. Revista Brasileira de Sementes. Brasília, 5: 81-91.
- Frazão, D.A.C.; Costa, J.D.; Coral, F.J.; Azevedo, J.A. & Figueiredo, F.J.C.** 1984. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau. Revista Brasileira de Sementes. Brasília. 3: 31-9.
- Gentil, D.F.O. & Ferreira, S.A.N.** 1999. Viabilidade e superação de dormência em sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). Manaus, Acta Amazonica, 29 (1): 21-31.
- Gentil, D.F.O.; Silva, W.R.; Ferrerira, S.A.N.** 2004. Conservação de sementes de *Myrciaria dubia* (H.B.K) MacVaugh. Bragantia, Campinas, 63 (3): 421-430.
- Gentil, D.F.O. & Ferreira, S.A.N.** 2000. Tolerância a dessecação e viabilidade de sementes de camu-camu. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal. 22 (2): 264-267.
- Gomes, F. P.** 1982. Curso de estatística experimental. Esalq/USP, Piracicaba, 10 : 468.
- Gosling, P.G.** 1989. The effect of drying *Quercus rubor* acorns to different moisture contents, followed by storage, either with or without imbibitions. Forestry, Oxford, 62 (1) 41-50.
- Guimarães, R. M.** 2000. Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.). Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 180 p.
- Hong, T.D. & Ellis, R.H.** 1996. A protocol to determine seed storage behavior. Rome: IPGRI, (1): 62.
- Hong, T.D. & Ellis, R.H.** 1992. Optimum air-dry seed storage enviroments for arabica cofee. Seed Science and Technology, Zurich 20: 547-560.

- Hor, Y.L.; Chin, H.F.; Karin, M.Z.** 1984. The effect of seed moisture and storage temperature on the storability of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. Seed Science and Technology, Zurich, 12 (2): 415-420.
- ISTA.** 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Tecnology. Zurich, 13: 356-513.
- Ivanauskas, N.M.; Monteiro, R.; Rodrigues, R.R.** 2000. Similaridade florística entre áreas de floresta Atlântica no estado de São Paulo. Brazilian Journal of Ecology, 1 (2) 71-81.
- King, M.W. & Roberts, E.H.** 1979. The storage of recalcitrant seed; achievements and possible approaches. Rome: IPGRI, 96.
- King, M.W. & Roberts, E.H.** 1980. A strategy for future research into the storage of recalcitrant seed. In: Chin, H.F.; Roberts, E.H. (Ed.) Recalcitrant crop seed. Kuala Lumpur: Tropical Press, 5: 90-110.
- Klein, R.M.** 1990. Importância sociológica das mirtáceas nas florestas rio-grandensis. In Anais do XXIV Congresso Nacional de Botânica. Porto alegre 1990. Porto Alegre, sociedade Botânica do Brasil. 367-375.
- Kohama, S.; Bilia, D.A.C.; Maluf, A.M.; Barbedo, C.J..** 2006. Secagem de sementes de grumixama (*Eugenia brasiliensis*). Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, 28 (1): 72-78.
- Landrum, L.R.; Kawasaki, M.L.** 1997. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. Brittonia, 49: 508-536.
- Legrand, C.D. & Klein, R.M.** 1969. Flora Ilustrada Catarinense. I Parte: As Plantas. Fascículo: Mirtáceas. Planejada e editada por P. Raulino Reitz. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 216.
- Leitão Filho, H.F.** 1993. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP). Campinas, Editora da Universidade Estadual de Campinas.

- Leold, A. C. & Vertucci, C. W.** 1989. Moisture as a regulator of physiological reaction in seeds. *In*. Seed Moisture (P.C. Stanwood & M.B. McDonald, eds.) Madison, Crop Science Society of America, 51-67.
- Leprince, O.; Hendry, G.A.F.; Mckersie, B.D.** 1993. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. *Seed Science Research*, Wallingford, 3: 231-246.
- Lin, S. S.** 1988. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmitero. *Revista Brasileira de Sementes*. 8: (1) 57-66.
- Lunardi, I.; Peixoto, J.L.B.; Silva, C.C.; Shuquel, I.T.A.; Basso, E.A. & Vidotti, G.J.** 2001. Triterpenic acids from *Eugenia moraviana*. *Journal Of Brazilian Chemical Society* 12 (2): 180-183.
- Maluf, A.M.; Bilia, D.A.C. & Barbedo, C.J.** 2003. Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 60 (3): 471-475.
- Marchiori, J. N. C. & Sobral, M.** 1997. *Dendrologia das angiospermas: Myrtales*. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria.
- Marcos-Filho, J.** 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Esalq, Piracicaba, 195.
- Masetto, T. E.** 2005. Estudo da sensibilidade à dessecação de sementes de *Eugenia handroana* D. Legrand (Myrtaceae). Dissertação (Mestrado), Lavras: UFLA. 60.
- Mendes, A. M. da; Figueiredo, A. F. de; Silva, J.F.** 2006. Crescimento e maturação de frutos e sementes de urucum. *Revista brasileira de sementes*. São Paulo. 28:(1), 133-141.
- Nascimento, W.M.O.** 2006. Conservação de sementes de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart). Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 61.
- Neves, L.J. & Donato, A.M.** 1989. Contribuição ao estudo de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae). *Bradea*, Rio de Janeiro, 5 (25): 273-286.
- Normah, M.N. Chin, H.F.** 1989. Recalcitrant seed storage by partial desiccation technic. *Acta Horticulturae*, Agers 253 (1): 258-259.

- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L.** 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil, and influence of climate. *Biotrópica*, 32 (4): 793-810.
- Pammenter, N. W.; Berjak, P.** 1999. A review of recalcitrant seed physiology in relation to dessication tolerance mechanisms, *Seed Science Research*, Wallingford, 9 (1): 13-37.
- Peixoto, A.L. & Gentry, A.** 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica*. São Paulo 13: 19-25.
- Pepato, M.T.; Folgado, V.B.B.; Ketelhut, I.C.; Brunetti, L.L.** 2001. Lack antidiabetic effect of a *Eugenia jambolana* leaf decoction on rat streptozotocin diabetes. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. Rio de Janeiro 34: 389-395.
- Pio Corrêa, M.** 1984. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de desenvolvimento Florestal. (1).
- Popinigis, F.** 1985. Fisiologia de sementes. Ministério da agricultura, AGIPLAN, Brasília 2: 289.
- Pott A. & Pott, V.J.** 1994. Plantas do Pantanal. Brasília, Embrapa.
- Prataviera, J.S.** 2005. Modificações na coloração de frutos como indicativas da maturidade fisiológica de sementes de *Eugenia* (Trabalho de conclusão de curso) Universidade Metodista de São Paulo, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Ciências Biológicas. São Bernardo do Campo. 39.
- Proberts; R.J. & Longley, P.L.** 1989. Recalcitrant seeds storage physiology in tree aquatic grasses (*Zizania palustris*, *Spartina anglica* an *Porteresia coarctata*). *Annals of Botany*, Oxford, 63 (1) 53-63.
- Reitz, P. Kein, R.M. & Reis, A.** 1988. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento. 525.

- Rizzini, C.T.** 1970. Efeito tegumentar na germinação de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae). Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro 30: 381-402.
- Roberts, E.H.** 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology, Zurich, 1: 499-514.
- Rodrigues, R.R. & Nave, A.G.** 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. 45-71. In. R.R. Rodrigues & Leitão Filho (eds.). Matas ciliares: Conservação e recuperação. São Paulo, Edusp/Fapesp.
- Rosa, L.S. & Ohashi, S.T.** 1999. Influência do substrato e do grau de maturação dos frutos sobre a germinação do pau-rosa (*Aniba rosaedora* Ducke). Revista de Ciências Agrárias, Belém, 31: 49-55.
- Sanchotene, M.C.C.** 1989. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização Urbana. Porto Alegre, FEPLAN, 304.
- Santos, C.M.R.; Ferreira, A.G.; Áquila, M.E.A.** 2004. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. Ciência Florestal, Santa Maria, 14 (2): 13-20.
- Scudeller, V.V.; Martins, F.R.; Shepeherd, G.J.** 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. Plant Ecology, [Netherlands](#) 152 (2): 185-199.
- Silva, A. da.** 1997. Padrão de florescimento e frutificação, caracterização de diásporos e germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez.) Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal. 94.
- Souza, S. M. & Lima, P.C.F.** 1985. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Bernan). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 7 (2): 93-99.
- Souza, A. A. de; Bruno, R.L.A.; Lopes, K.P.; Cardoso, G.D.; Pereira, W.E.; Filho, J.C.** 2005. Semillas de *Spondias tuberosa* oriundas de frutos conchados em cuatro estadios

de maturación y almacenadas. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Campina Grande. 9: (3), 272-278.

Vertucci, C.W. & Farrant, J. M. 1995. Aquisition and loss of dessecation tolerance. In. Kigel, J; Galili. G. Seed development and germination. New York, 237-271.

Veiga, A. D.; Guimarães, R, M.; Rosa, S, D. V. F.; Pinho, E. V. R. V; Silva, L. H. C.;
Veiga, A. D. 2007. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. Revista Brasileira de Sementes, 29: (1), 83-91.

Villela, F. A. & Marcos-Filho, J. 1998. Estados energéticos e tipos de água na semente. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 20: (2), 317-321.

Von Bulow, J.F.W.; Carmona, R.; Vaz Parente, T. 1994. Armazenamento e tratamento de sementes de pitanga-vermelha-do-cerrado (*Eugenia calycina*). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. 29: 961-970.

Resumo

Eugenia pyriformis Camb. (uvaia), *Eugenia involucrata* DC. (cereja) e *Eugenia uniflora* L. (pitanga), são espécies com grande potencial ecológico e econômico, contudo, possuem sementes de comportamento recalcitrante e tem sua conservação limitada a curtos períodos. Tecnologias que garantam a conservação destas espécies dependem do conhecimento dos processos ocorridos na maturação, secagem e armazenamento das sementes.

Este trabalho teve como objetivo analisar o efeito do estágio de maturação, da secagem e do armazenamento na viabilidade das sementes de uvaia, cereja e pitanga visando subsidiar o desenvolvimento de tecnologia para sua conservação.

Sementes de diferentes estádios de maturação denominados imaturo, intermediário e maduro, foram submetidas a diferentes níveis de secagem (leve, moderada e severa) e armazenadas por 30 e 60 dias em sacos plásticos e temperatura a 8 °C. As sementes foram avaliadas quanto a germinação, plântulas normais, vigor, teor de água e potencial hídrico.

Os resultados levam a concluir que a tolerância à dessecação de sementes das espécies estudadas depende do seu estágio de maturação, não necessariamente obedecendo ao estágio de maturação dos frutos; que a capacidade de armazenamento dessas sementes depende não apenas do estágio de maturação, mas, também, do nível de secagem das sementes antes do início do armazenamento e que mesmo pequenas reduções no teor de água, dependendo do estágio de maturação das sementes, podem resultar em acentuadas reduções na capacidade de armazenamento dessas sementes.

Abstract

Eugenia pyriformis Camb., *Eugenia involucrata* DC. and *Eugenia uniflora* L., are important species for ecological and economic purposes. However, their seeds are recalcitrant and have short lifespan. Technologies that could improve the conservation of these species should include the processes involved in the maturation, drying and storage of the seeds.

This research aimed to analyze the effect of the maturation stages, drying and storage of seeds the *E. pyriformis*, *E. involucrata* and *E. uniflora* on their viability, supporting the development of technology for their conservation.

The Seeds were obtained from fruits at three different maturation stages, so called immature, intermediate and mature, each one submitted to different levels of drying, (light, moderate and severe) and stored for 30 and 60 days in plastics bags at 8°C. The seeds were evaluated as for germination, normal seedling development, vigor, water content and water potential.

The results showed that conservation of the seeds of *Eugenia pyriformis*, *E. uniflora* and *E. involucrata* depends on their maturation stage, not necessarily linked to maturation stage of the fruits, as long as the level of drying. Drying reduced the capacity of storage of these seeds.

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Santana, Paulo José Alves de
S231m Maturação, secagem e armazenamento de sementes de espécies de <i>Eugenia</i> (Myrtaceae) / Paulo José Alves de Santana -- São Paulo, 2007. 80 p.
Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007 Bibliografia.
1. Myrtaceae. 2. Conservação. 3. Maturação. I. Título
CDU : 582.883