

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em
Ciência & Tecnologia de Sementes



Tese

**BIOMETRIA, CRESCIMENTO INICIAL E AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE GOIABEIRA-
SERRANA (*Acca sellowiana* O. BERG.)**

Marcelo Benevenga Sarmiento

Pelotas, 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SEMENTES

TESE

BIOMETRIA, CRESCIMENTO INICIAL E AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE GOIABEIRA-
SERRANA (*Acca sellowiana* O. BERG.)

MARCELO BENEVENGA SARMENTO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Pelotas - 2012

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

S246b Sarmiento, Marcelo Benevenga

Biometria, crescimento inicial e avaliação da qualidade fisiológica em sementes de goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.)/Marcelo Benevenga Sarmiento; orientador- Francisco Amaral Villela. Pelotas, 2012.-78f.; il..-Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

1.*Acca sellowiana* 2.Teste de tetrazólio
3.Osmocondicionamento I.Villela, Francisco Amaral (orientador) II.Título.

CDD 634.421

BANCA EXAMINADORA

Dr. Francisco Amaral Villela, UFPel. (Presidente)

Dr. Géri Eduardo Meneguello, UFPel.

Dra. Beatriz Helena Gomes Rocha, UFPel.

Dra. Ana Carolina Silveira da Silva, URCAMP.

Dr. Dario Munt de Moraes, UFPel.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Eunice e Lito, pelo apoio e incentivo para que eu siga me aprimorando profissionalmente.

Ao meu orientador, Dr. Francisco Amaral Villela, pelo apoio, exemplo profissional e auxílio nas atividades da tese.

À minha co-orientadora, Dra. Ana Carolina Silveira da Silva, pelos ensinamentos passados e auxílio nas análises de laboratório e procedimentos estatísticos.

À Universidade Federal de Pelotas UFPel-FAEM, pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado.

À CAPES pela oportunidade de cursar o Doutorado com bolsa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPel, pelos ensinamentos transmitidos, exemplos profissionais e apoio nas atividades durante o curso.

À Universidade da Região da Campanha, na pessoa do Prof. Dr. Paulo Ricardo Ebert Siqueira, pela permissão para que pudesse desenvolver as atividades práticas da tese no Instituto Biotecnológico de Reprodução Vegetal.

Aos colegas e funcionários da FAEM, que de alguma forma contribuíram para a conclusão da tese.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1.** Morfologia e etapas do crescimento inicial de plântulas de *Acca sellowiana* O. Berg 37

Capítulo II

- Figura 1.** Germinação acumulada de dois lotes de sementes de goiabeira-serrana, (*Acca sellowiana* O. Berg.), coletados em abril de 2007 e abril de 2008 e armazenados em câmara fria 49

- Figura 2.** Classificação dos níveis de viabilidade pelo teste de tetrazólio em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.): A- 100% de viabilidade e tecidos firmes; B- mais que 50% dos tecidos vermelho-vivo com tecidos firmes; C- mais que 50% dos tecidos não coloridos ou rosa escuros e tecidos internos amolecidos e, D- 100% dos tecidos não coloridos 53

Capítulo III

- Figura 1.** Curva de embebição de sementes de *Acca sellowiana* O. Berg. coletadas em abril de 2011, avaliadas, em agosto de 2011..... 65

- Figura 2.** Germinação de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle..... 67

- Figura 3.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e 100g/L⁻¹ de PEG 6000. A linha horizontal pontilhada indica o controle..... 68

- Figura 4.** Tempo médio de germinação de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle. 69

- Figura 5.** Emergência em casa-de-vegetação de plântulas obtidas de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200 g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle..... **70**
- Figura 6.** Índice de velocidade de emergência em casa-de-vegetação (IVEC) de plântulas obtidas de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000 de 100 e 200 g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle..... **71**
- Figura 7.** Tempo médio de emergência de plântulas obtidas de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle..... **72**
- Figura 8.** Comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP) de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) obtidas de sementes osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e 200g/L⁻¹ de PEG 6000. A linha horizontal pontilhada indica o controle..... **73**

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

- Tabela 1.** Atributos físicos de sementes de dois genótipos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), coletados em abril de 2011, na EPAGRI, São Joaquim, SC..... **32**
- Tabela 2.** Atributos biométricos de frutos, sementes e plântulas de dois genótipos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg. Burret) coletados em abril de 2011, na EPAGRI, São Joaquim, SC..... **36**

Capítulo II

- Tabela 1.** Atributos da qualidade fisiológica de dois lotes de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.) armazenados em câmara fria..... **49**
- Tabela 2.** Viabilidade de dois lotes de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), armazenados em câmara fria, e avaliados pelo teste de tetrazólio..... **51**
- Tabela 3.** Coeficientes de correlação linear simples de Pearson (r) entre os resultados do teste de tetrazólio e os testes de germinação (TG) e emergência de plântulas em casa-de-vegetação (ECV) em sementes de (*Acca sellowiana* O. Berg.)..... **55**

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	10
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO I: BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE GOIABEIRA-SERRANA (<i>Acca sellowiana</i> O. Berg.).....	27
RESUMO	27
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO	28
1.1 MATERIAL E MÉTODOS	29
1.1.1 Germoplasma utilizado	29
1.1.2 Teor de água	30
1.1.3 Massa de 1000 sementes	30
1.1.4 Biometria de frutos, sementes e plântulas.....	30
1.1.5 Crescimento inicial das plântulas e estrutura das sementes.....	30
1.1.6 Procedimento estatístico	31
1.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
1.2.1 Caracterização física dos lotes.....	31
1.2.2 Biometria de frutos.....	33
1.2.3 Biometria de sementes	33
1.2.4 Biometria de plântulas.....	34
1.2.5 Morfologia e crescimento inicial da plântula.....	36
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

CAPÍTULO II: TESTE DE TETRAZÓLIO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE <i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret.....	42
RESUMO	42
ABSTRACT	42
INTRODUÇÃO	43
2.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
2.1.1 Germoplasma utilizado.....	45
2.1.2 Pós-colheita de sementes	45
2.1.3 Teor de água	46
2.1.4 Teste de tetrazólio	46
2.1.5 Teste de germinação	47
2.1.6 Emergência em casa de vegetação	47
2.1.7 Procedimento estatístico.....	47
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
2.2.1 Caracterização inicial dos lotes	48
2.2.2 Teste de tetrazólio	50
2.2.3 Classificação dos níveis de viabilidade.....	52
CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
CAPITULO III: OSMOCONDICIONAMENTO COM POLIETILENOGLICOL 6000 EM SEMENTES DE GOIABEIRA-SERRANA (<i>Acca sellowiana</i> O. Berg.)	59
RESUMO	59
ABSTRACT	60
INTRODUÇÃO	60
3.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3.1.1 Germoplasma utilizado.....	62
3.1.2 Pós-colheita de sementes.....	62
3.1.3 Teor de água.....	62
3.1.4 Curva de embebição.....	62
3.1.5 Osmocondicionamento.....	63
3.1.6 Teste de germinação.....	63
3.1.7 Emergência de plântulas em casa de vegetação.....	63
3.1.8 Características avaliadas	64
3.1.9 Procedimento estatístico.....	64
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
3.2.1 Curva de embebição	64
3.2.2 Osmocondicionamento	66

CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77

BIOMETRIA, CRESCIMENTO INICIAL E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE GOIABEIRA-SERRANA (*Acca sellowiana* O. BERG.)

Autor: Marcelo Benevenga Sarmiento

Orientador: Dr. Francisco Amaral Villela

RESUMO - A goiabeira-serrana, espécie frutífera nativa do Sul do Brasil vem se mostrando promissora em termos ecológicos e comerciais. Apesar da importância crescente da espécie, são escassos os trabalhos abordando tecnologia de sementes. O trabalho tem como objetivos: a) avaliar aspectos biométricos de frutos e sementes bem como o crescimento inicial de plântulas de goiabeira-serrana; b) avaliar a qualidade fisiológica e o uso do teste de tetrazólio (TZ) na análise da viabilidade das sementes e; c) testar o efeito do osmocondicionamento com Polietilenoglicol (PEG 6000) em duas concentrações (100g/L^{-1} e 200g/L^{-1}) e quatro tempos de embebição (8; 16; 24 e 32h) na qualidade fisiológica. Identificaram-se seis estádios de crescimento inicial das plântulas. O teste de germinação apresentou correlação positiva para os tratamentos 0,5 TZ 2 h e 1 TZ 2h. Para a emergência de plântulas em casa de vegetação houve correlação positiva para o tratamento 0,5 TZ 2h. O teste de tetrazólio permitiu a classificação dos lotes em quatro níveis de viabilidade. Houve efeito marcante do osmocondicionamento com PEG 6000 na melhoria da qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana.

Palavras-chave: espécie frutífera, teste de tetrazólio, viabilidade, osmocondicionamento.

BIOMETRICAL, EARLY GROWTH AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS OF BRASILIAN GUAVA (*Acca sellowiana* O. BERG.)

Author: Marcelo Benevenga Sarmento

Adviser: Dr. Francisco Amaral Villela

ABSTRACT- Brazilian Guava, a native fruit species from Southern Brazil, has become of great importance due to its commercial and ecological value. Despite its increasing importance there are few researches focusing seed technology. The research aims: a) evaluate biometric aspects of fruits and seeds as well as early growth of Brazilian Guava seedlings; b) evaluate physiological quality and the use of tetrazolium (TZ) test to analyse viability of seeds and; c) test the effect of osmoconditioning with polyethylene glycol (PEG 6000) in two levels (100g/L⁻¹ and 200g/L¹) and four periods of imbibition (8; 16; 24 and 32h) upon physiological quality. It was observed six phases of early development of seedlings. The germination test was positively correlated with treatments 0,5 TZ 2h and 1 TZ 2h. For greenhouse emergency, there was positive correlation for the treatment 0,5 TZ 2h. The tetrazolium test allowed to rank the lots in four levels of viability. There was a remarkable effect of osmoconditioning with PEG 6000 in the physiological quality of Brazilian Guava seeds.

Index terms: fruit species, tetrazolium test, viability, seed priming.

INTRODUÇÃO GERAL

Goiabeira-serrana

Acca sellowiana (Berg) Burret. (Myrtaceae), conhecida regionalmente por goiabeira-serrana, é uma fruteira nativa da região Sul do Brasil e Nordeste do Uruguai, que vem despertando grande interesse econômico devido ao sabor exótico de seus frutos. Além disso, a espécie apresenta grande potencial de uso ornamental e paisagístico e na recuperação de matas nativas e áreas degradadas. A espécie goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) é também conhecida por feijoa, goiabeira-do-mato ou goiabeira-do-campo e no Uruguai como guayabo del país (DUCROQUET et al., 2000).

Distribuição geográfica de espécie

O gênero *Acca* Berg, que compreende três espécies, tem distribuição disjunta, duas espécies ocorrem na região Andina e outra, a *Acca sellowiana* é de ocorrência no sul do Brasil, Uruguai e possivelmente Argentina. No Brasil, a ocorrência de *Acca sellowiana* concentra-se nas regiões fisiográficas da Serra do Sudeste, Planalto Médio e Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul, e no Planalto serrano Catarinense, sendo encontrada, segundo Marchiori e Sobral (1997), na orla da mata e em vegetações de fisionomia savânica.

Trabalhos realizados por Nodari et al. (1997), evidenciam que a espécie pode ser agrupada em dois tipos, Uruguai de casca mais fina e Brasil, com casca mais grossa, ocorrente no planalto de Santa Catarina.

No planalto Serrano Catarinense, apesar de ser região nativa da goiabeira serrana, apenas recentemente têm sido implantados pomares comerciais, concentrando-se no município de São Joaquim.

A goiabeira-serrana foi introduzida na Europa por volta de 1890, de onde se disseminou para outros continentes. Atualmente, é plantada também nos Estados Unidos, Colômbia e nas ex-repúblicas soviéticas da região do Cáucaso. Entretanto, a Nova Zelândia é quem mais tem contribuído na divulgação desta frutífera através

de suas pesquisas e exportação de frutos, apesar da área plantada ser relativamente pequena (BARNI et al., 2004).

Taxonomia da espécie

A primeira descrição botânica da goiabeira-serrana foi feita por Berg em 1859, a partir de material conservado em herbário. Posteriormente, por volta de 1898, André complementou esse trabalho e em 1986, Mattos descreveu a espécie com muitos detalhes (DUCROQUET et al., 2000).

O gênero *Acca* Berg pertencente à família Myrtaceae, possui as seguintes características: arbustos ou arvoretas; flores solitárias, axilares; bractéolas decíduas; flores tetrâmeras com lobos do cálice individualizado no botão, mas rompendo-se além da base na antese; pétalas presentes; ovário com 3-4 lóculos, com numerosos óvulos por lóculo, sobre uma placenta peltada; hipanto presente. Fruto plurisseminado e semente com embrião mircióide (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

Ainda segundo Marchiori e Sobral (1997), *Acca sellowiana* (Berg) Burret tem como sinonímia: *Feijoa sellowiana* (Berg) Berg. Em sucessivas tentativas de reclassificação tem sido denominada também de *Feijoa obovata* (Berg) Berg, *F. schenkiana* Kiaerskou, *Orthostemon sellowianus* Berg e *Orthostemon obovatus* Berg.

A goiabeira-serrana é um arbusto de folhas persistentes que raramente ultrapassa a 6 m de altura, com fuste ramificado, especialmente em campo aberto (DUCROQUET et al., 2000).

Tem crescimento lento e é ornamental pela sua folhagem discolor com vistosa floração. As folhas, com pecíolo de 0,5 a 0,9 cm, variam de ovais a obovadas, medindo de 4 a 6 cm de comprimento por 2 a 4 cm de largura. Apresenta ápice obtuso ou arredondado, base aguda, cor verde escura na face superior e branco tomentoso na inferior (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

Ainda conforme Marchiori e Sobral (1997), a floração ocorre na primavera, de outubro a novembro, e a maturação dos frutos de fevereiro a maio. As flores apresentam de 4 a 8 estames avermelhados e grandes pétalas carnosas, avermelhadas internamente e cerosas por fora. O fruto é uma baga oval, verde-escuro e com matiz avermelhado, de 2 a 6 cm de diâmetro, coroado por quatro sépalas persistentes.

Importância comercial e culinária

A goiabeira-serrana é comercializada no Brasil em lojas especializadas das grandes capitais, com abastecimento de frutos oriundos principalmente de importações da Colômbia. A produção brasileira é pequena, sendo desconhecido ainda o mercado consumidor fora da região de origem. Por outro lado, quando exposta como diferenciada e de sabor exótico, em estudos feitos por Barni et al. (2004), foi plenamente aceita pelo consumidor brasileiro, apresentando desempenho igual ou até superior às demais frutas tradicionais de goiaba-comum, quiwi, pêra e ameixa, o que revela uma nova alternativa de consumo de frutas. Pela experiência de outros países, o mercado de frutos de boa qualidade com imagem de fruta de sabor exótico, fina e saudável pode ampliar grandemente a sua procura.

Segundo Ducroquet et al. (2000), haveria desta forma possibilidade de obter retorno que compensasse os altos custos de produção decorrentes dos cuidados especiais na produção, processamento e acondicionamento até o mercado. Além disso, os frutos da goiabeira-serrana podem ser processados e consumidos de diversas formas. São citados sucos, puros ou misturados com outros de maçã, quiwi e pomelo para os quais a goiabeira-serrana contribui com seu aroma e sabor inconfundível, além de vinhos, espumantes, destilados, licores, polpa congelada para confeitaria, geléias, sorvetes e conservas em caldas.

Apesar da importância crescente da espécie, tanto em termos ecológicos, econômicos e na culinária, sobretudo em pequenas propriedades na região da serra catarinense (Brasil), praticamente inexistem estudos sobre tecnologia de sementes e mudas. Nesse sentido, a avaliação da qualidade fisiológica torna-se de grande relevância.

Nessa revisão estão incluídos, além da descrição da espécie, tópicos abordados nos três artigos apresentados como Biometria e Crescimento Inicial, Teste de Tetrázólio em Sementes Florestais e Osmocondicionamento.

Biometria e crescimento de plântulas

A morfologia oferece base para a identificação e para a classificação dos vegetais, por abranger caracteres de fácil mensuração e interpretação. Assim, a caracterização morfológica ou biometria de frutos, sementes e plântulas vem sendo, nos últimos anos, auxiliada por meio de métodos mais modernos como imagens

computadorizadas, paquímetros digitais de alta precisão, editoração eletrônica, dentre outros.

Dentro da mesma espécie, principalmente as arbóreas selvagens, há grandes variações individuais devido às influências durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética. Sendo assim, o tamanho das sementes, frutos e plântulas pode variar consideravelmente entre variedades, genótipos e lotes de distintas procedências ou produzidos em anos diferentes. Essas variações também podem ocorrer devido ao desenvolvimento da planta e variabilidade genética intraespecífica.

Além disso, Kageyama et al. (2003) destacam que a elevada variabilidade genética devido ao estágio relativamente selvagem, sem domesticação, aliado à alogamia, têm sido apontadas como as grandes causas da variação no processo germinativo dessas espécies florestais nativas.

As dimensões dos frutos e sementes podem ser informações importantes para a diferenciação de espécies, variedades e genótipos do mesmo gênero. Vieira e Gusmão (2008) afirmam que os dados de biometria de frutos e sementes são passíveis de utilização em programas de melhoramento genético podendo ser um subsídio para avaliar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie; as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais, bem como para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico.

A classificação das sementes por tamanho, também para determinação da qualidade fisiológica, tem sido bastante empregada na multiplicação das diferentes espécies vegetais (ALVES et al., 2005).

O sucesso reprodutivo das espécies vegetais está associado à ação de fatores abióticos (água, luz, temperatura e nutrientes do solo) e bióticos (herbivoria, competição e polinização), de acordo com Marques e Oliveira (2005). Os efeitos destas variáveis no sucesso reprodutivo das plantas podem ser estimados através da quantificação da produção de frutos e sementes pela planta mãe e da relação biométrica e germinabilidade das sementes com o vigor e sobrevivência das plântulas (SUSKO e LOVETT-DOUST, 1999).

Geralmente, segundo Coomes e Grubb (2003), o tamanho das sementes reflete três componentes da história de vida das plantas: (1) o número de sementes produzidas pela planta mãe, (2) a quantidade de reservas da semente e (3) a

sobrevivência das plântulas. Entretanto, esta relação pode variar em resposta à heterogeneidade das condições ambientais.

O tamanho da semente provavelmente representa um ajuste entre as necessidades requeridas para a dispersão e para o estabelecimento das plântulas. Para espécies de ambientes mais estáveis, a ampla dispersão pode ser menos importante do que a capacidade dos germinantes de se estabelecerem. Para essas espécies, a estratégia reprodutiva privilegia o tamanho das sementes ao invés da quantidade (HARPER, 1977).

Sementes menores são mais facilmente enterradas no solo e podem representar um mecanismo de escape de predadores, porque um número grande de pequenas sementes possui maior possibilidade de escapar da predação em comparação a um número pequeno de sementes maiores (FENNER, 1983). Assim, as relações entre tamanho da semente, número de sementes produzidas e sucesso de recrutamento (sobrevivência) são apontadas como elos que explicam a abundância e a dinâmica das espécies vegetais nas diversas formações vegetais (MALVASI e MALVASI, 2001).

As espécies arbóreas tropicais apresentam diferenças marcantes quanto ao tamanho dos frutos, número e tamanho das sementes. Entretanto, poucos são os estudos referentes à biometria de frutos e sementes (PINTO et al., 2003).

A biometria da semente também está relacionada a características da dispersão e do estabelecimento de plântulas (FENNER, 1993), sendo também utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (BASKIN e BASKIN, 1998). Na maioria dos casos, para as espécies arbustivas e arbóreas existe antagonismo entre tamanho das sementes e número de sementes por fruto, conforme observaram Carvalho et al. (1998).

No Brasil, segundo Leonhardt et al. (2003), apesar do número crescente de trabalhos, devido à riqueza da flora, há, ainda, carência de pesquisas que proporcionem o conhecimento das espécies nativas, principalmente em seus estádios iniciais de crescimento, e que possam servir de referência e subsídio para os programas de recuperação e manejo de áreas naturais.

O estudo da morfologia de frutos, sementes e plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento, contribui para ampliar o conhecimento referente ao processo reprodutivo das espécies vegetais e fornece subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental à compreensão do processo de estabelecimento da planta

em condições naturais (GUERRA et al., 2006). Durante o processo de germinação da semente, o início do desenvolvimento da plântula é marcado pela protrusão da radícula (SOUZA, 2003).

A caracterização biométrica de frutos e sementes tem importância para a taxonomia, na identificação de variedades, para verificar a ocorrência de variações fenotípicas e nas associações com os fatores ambientais e genéticos (PINTO et al., 2003). Pode ainda fornecer informações importantes para a diferenciação de genótipos e variedades da mesma espécie e também para auxiliar na avaliação da qualidade fisiológica e produção de mudas.

As informações relacionadas ao desenvolvimento e morfologia das plântulas são essenciais aos viveiristas para auxiliar o planejamento da produção de mudas florestais. Muitas vezes, a longa duração do período de germinação e/ou o lento desenvolvimento inicial das plântulas são comportamentos próprios das espécies, pouco conhecidos e, portanto, não considerados no planejamento e no processo de produção (LEONHARDT et al., 2008).

A fase de plântula é o momento mais crítico para o estabelecimento das espécies vegetais em seus ambientes naturais (matas, campos) ou artificiais (lavouras, pastagens e viveiros).

É de grande importância conhecer as estratégias adotadas pelas espécies para seu estabelecimento e crescimento inicial. A compreensão e diferenciação das plântulas em determinada região podem levar ao melhor conhecimento dos mecanismos de manutenção da vegetação em áreas naturais, contribuindo para trabalhos de inventário, conservação e recuperação.

Teste de tetrazólio em sementes de espécies florestais

Para avaliar a qualidade fisiológica da semente de forma mais rápida, Pinto et al. (2008) indicam o teste de tetrazólio, por agilizar os procedimentos para a produção de mudas, objetivo final da tecnologia de sementes de espécies florestais.

O teste de tetrazólio, desenvolvido por Lakon em 1949 e posteriormente aperfeiçoado e divulgado por Moore em 1972, baseia-se na atividade das desidrogenases nos tecidos vivos (MENEZES et al., 1994).

As enzimas desidrogenases catalisam reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Durante a respiração ocorre a liberação de íons de hidrogênio, com os quais o sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio, ou

simplesmente tetrazólio, incolor e solúvel, reage formando uma substância de cor vermelha e insolúvel denominada de formazam (FRANÇA-NETO et al., 1998).

A avaliação da qualidade de sementes por meio de testes rápidos que proporcionem resultados reproduzíveis tem sido uma busca constante dos tecnologistas de sementes (MARCOS FILHO, 2005) e pode auxiliar na tomada de decisões quanto ao uso ou descarte de lotes, principalmente para espécies que demandam longo período para a germinação (AÑEZ et al., 2007).

Segundo Santos et al. (2006), a importância do teste de tetrazólio, como instrumento de avaliação da viabilidade das sementes, deve-se à rapidez na obtenção dos seus resultados que podem ser úteis nas áreas de comercialização, beneficiamento, armazenamento e produção de mudas, sem que isto signifique o comprometimento do teste de germinação que funciona como um teste de balizamento ou referência.

Pesquisas de tetrazólio com sementes de espécies florestais

Estudos com florestais nativas revelam que o teste do tetrazólio é o mais indicado pois, além de ser um procedimento relativamente rápido e capaz de indicar a qualidade da semente, possibilita a verificação de possíveis danos causados ao embrião, como ação de insetos, umidade, danos mecânicos, temperatura, dentre outros (FERREIRA et al., 2002; PINTO et al., 2008),

As sementes de algumas espécies arbóreas necessitam de longo período para germinar, além de apresentarem germinação desuniforme. Desse modo, o teste de tetrazólio, pela rapidez na estimativa da viabilidade, tem sido aplicado para as sementes de tais espécies, como se pode citar os trabalhos realizados em *Guazuma ulmifolia* (NETO e AGUIAR, 2000), *Didymopanax morototoni* (FRANCO e FERREIRA, 2002), *Passiflora giberti* (FERREIRA et al., 2002), *Malpighia emarginata* (COSTA et al., 2003) e *Piptadenia moniliformis* Benth. (AZEREDO et al., 2011).

Em Myrtaceae nativas são raros os trabalhos de pesquisa envolvendo o teste de tetrazólio. Masetto et al. (2009) avaliaram com eficiência a qualidade fisiológica de sementes de *Eugenia pleurantha* com o uso do teste de tetrazólio, ao permitir a identificação de tecidos sadios, mortos e viáveis, em diferentes níveis, possibilitando a classificação das sementes em viáveis e não viáveis e ainda em diferentes níveis de viabilidade.

Em trabalho exploratório, Sarmiento et al. (2011) mostraram a potencialidade do uso do teste de tetrazólio em sementes de *Acca sellowiana* O. Berg, além do estabelecimento de cinco diferentes categorias de viabilidade com base na coloração e textura dos tecidos, mostrando-se eficiente na avaliação da viabilidade das sementes de goiabeira-serrana, discriminando a viabilidade dos lotes de forma rápida e precisa.

Metodologia do teste de tetrazólio

O teste de tetrazólio baseia-se na alteração da coloração dos tecidos vivos na presença de uma solução do sal cloreto 2,3,5-trifenil tetrazólio. A alteração na coloração reflete a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória nas mitocôndrias, especificamente a desidrogenase do ácido málico, que reduz o sal de tetrazólio nos tecidos vivos da semente, cujos íons de hidrogênio são transferidos para o referido composto. A difusão do sal de tetrazólio nos tecidos vivos da semente resulta na formação de um composto estável e não-difusível de coloração avermelhada conhecido como trifetilformazan. Isso é indicativo da atividade respiratória significativa nas mitocôndrias, permitindo delimitar, de maneira definida, o tecido que respira (vivo) e o que apresenta atividade fisiológica deficiente, permanece não-colorido ou exibe coloração anormal. Os tecidos que se apresentam acentuadamente deteriorados liberam quantidades muito pequenas de íons de hidrogênio, insuficientes para que ocorra a reação normal com o sal de tetrazólio (MARCOS FILHO, 2005).

A formação de um vermelho carmim claro indica tecido viável e um vermelho carmim intenso revela o tecido em deterioração (ROVERSI e THEISEN, 2005), em virtude da maior intensidade de difusão da solução de tetrazólio pelas membranas celulares comprometidas de tais tecidos; se o mesmo é não viável, a redução do sal não ocorrerá e o tecido morto contrastará como branco (não colorido) com o tecido colorido viável (FRANÇA NETO, 1999).

Diferentes concentrações da solução de tetrazólio podem ser utilizadas na condução do teste, dependendo da espécie avaliada, do método de preparo das sementes e da permeabilidade do tegumento. Entretanto, em virtude do preço elevado do sal e da possibilidade de melhor visualização dos distúrbios de coloração dos tecidos e identificação dos diferentes tipos de danos, preferência deve ser dada para as menores concentrações (FRANÇA-NETO et al., 1998). Afirmam ainda que

as concentrações mais frequentemente utilizadas são 0,075; 0,1; 0,2; 0,5 e 1,0% do sal de tetrazólio. Para a adequação da metodologia do teste de tetrazólio para novas espécies, além da definição da concentração da solução, do tempo de exposição e da temperatura (BRASIL, 2009), outros aspectos devem ser considerados. Além disso, sendo o principal objetivo do teste a verificação da condição fisiológica de estruturas essenciais à germinação (LAKON, 1949), o conhecimento da anatomia do embrião é imprescindível (MARCOS FILHO, 2005).

Osmocondicionamento em sementes de espécies florestais

Na produção e tecnologia de sementes e mudas de espécies florestais nativas tanto para conservação, utilização econômica como paisagismo é de grande relevância que as sementes germinem rápida e uniformemente, o que resultaria em menor tempo no viveiro e mudas uniformes, de qualidade, diminuindo custos e facilitando o calendário dos plantios. A técnica do osmocondicionamento pode ser uma alternativa para superar a germinação lenta e desuniforme de sementes de goiabeira-serrana.

Para espécies florestais, o osmocondicionamento, aliado às condições adequadas de armazenamento, pode melhorar o aproveitamento das sementes, cuja produção de frutos é irregular, sendo a coleta de sementes uma missão trabalhosa e onerosa (CARPI et al., 1996).

Tratamentos pré-germinativos ou pós-colheita são importantes nas práticas de semeadura em áreas degradadas, pois tendem a reduzir e evitar a exposição prolongada das sementes às condições de estresse (KHAN, 1992). Nesse sentido, o osmocondicionamento pode ser uma alternativa eficiente na melhoria da germinação e uniformidade da população em campo.

Metodologia do condicionamento osmótico

O osmocondicionamento de sementes (priming) consiste na hidratação controlada suficiente para promover a ativação das fases I e II da germinação, sem que ocorra a protrusão da raiz primária (fase III), relativamente ao padrão trifásico de germinação (BEWLEY e BLACK, 1994).

Se o osmocondicionamento das sementes for favorável, ocorre mais eficientemente o processo de mobilização de reservas, ativação e síntese de algumas enzimas, e início e aumento da síntese de DNA e RNA, disponibilizando às

sementes os precursores utilizados na síntese das macromoléculas. Essas sínteses podem estar relacionadas à remoção de agentes inibidores da germinação, como o ácido abscísico (ABA), ou à produção de fatores promotores, como o ácido giberélico (JELLER e PEREZ, 2003).

Pesquisas com osmocondicionamento em sementes de espécies florestais

Há grande número de trabalhos sobre osmocondicionamento com polietilenoglicol (PEG 6000) em sementes de espécies hortícolas. Entretanto, o efeito benéfico do condicionamento osmótico também tem sido relatado para algumas espécies florestais, embora em número reduzido de trabalhos, podendo-se citar: *Miconia condellana* Triana (quaresminha) (BORGES et al., 1994) e *Cedrela fissilis* Vell (cedro-rosa) (CARPI et al., 1996). Entretanto, em outras espécies, como *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim do campo) não houve incremento da porcentagem, nem da velocidade de germinação com o uso do PEG 6000 (TONIN et al., 2005).

O estudo do osmocondicionamento representa, assim, uma linha de pesquisa das mais promissoras. Embora alguns tenham sido realizados e, em consequência da grande diversidade da flora brasileira, ainda há escassas informações a respeito do condicionamento osmótico de sementes de espécies florestais nativas (LARS, 2000).

A solução de polietilenoglicol (PEG) tem sido usada como agente osmótico para simular o estresse hídrico que poderia induzir a dormência secundária. Porém, é necessário que a semente alcance determinado nível de umidade, cujo teor é variável com a espécie (BORGES et al., 2008).

Benefícios têm sido relatados com o emprego do osmocondicionamento, dentre eles, a maior probabilidade de se obter melhor germinação e emergência, particularmente em condições de estresse (MOHAMMADI, 2009).

O presente trabalho está dividido em três artigos científicos. Primeiramente, foram avaliados aspectos biométricos de frutos e sementes bem como o crescimento inicial de plântulas de goiabeira-serrana. O segundo abordou a qualidade fisiológica e o uso do teste de tetrazólio na avaliação da viabilidade em dois lotes de sementes de goiabeira-serrana, coletados em 2007 e 2008. Finalmente, foi avaliado o efeito do osmocondicionamento com PEG 6000 na qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana coletadas em 2011.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÑEZ, L.M.M.; COELHO, M.F.B.; ALBUQUERQUE, M.C.F.E.; DOMBROSKI, J.L.D.; MENDONÇA, E.A.F. Padronização da metodologia do teste de tetrazólio para sementes de *Jatropha elliptica* M. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.9, p.82-88, 2007.
- AZERÊDO, G. A. de; PAULA, R. C. de; VALERI, S. V. Viabilidade de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1 p. 61 - 68, 2011.
- ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; ALVES, A.; PAULA, R.C. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.877-885, 2005.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Academic Press, London. 1998.
- BARNI, E.J.; DUCROQUET, J.P.H.J.; SILVA, M.C.; BEPLER NETO, R.; PRESSER, R.F. **Potencial de mercado para goiabeira-serrana catarinense**. Florianópolis: Epagri, 2004. 48 p. (Documento, 212).
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. 2009. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 395p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. Plenum Press, New York. 1994.
- BORGES, E.E.L.; SILVA, L.F.; BORGES, R.G. Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Miconia condolleana* Triana.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p.90-94, 1994.
- BORGES, A.da F.; TOMAZ, Z.F.P.; CONTREIRA, C.L.; GONÇALVES, M. A.; RUFATO, A. R. Comportamento germinativo de sementes de goiabeira serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.). Resumo Expandido. **XVII CIC e X ENPÓS**, Universidade Federal de Pelotas, 11 à 14 de novembro de 2008.
- CARPI, S.M.F.; BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.271-275, 1996.

CARPI, S. M. F.; BARBEDO, C. J.; MARCOS-FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 271-275, 1996.

COSTA, C. J.; SANTOS, C. P. dos. Teste de tetrazólio em sementes de Leucena. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 66-72, 2010.

COSTA, L.C.; PAVANI, M.C.M.D.; MORO, F.V.; PERECIN, D. Viabilidade de sementes de acerola (*Malpighia emarginata* dc): avaliação da vitalidade dos tecidos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.25, n.3, p.532-534, 2003.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. 1998. Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia. **Boletim de Pesquisa** 203. EMBRAPA-CPATU, Belém. 1998.

COOMES, D. A.; GRUBB, P. J. Colonization, tolerance, competition and seed-size variation within functional groups. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 18, p. 283-291. 2003.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R.; NODARI, R.O. **Goiabeira serrana (Feijoa sellowiana)**. Série Frutas Nativas 5; Jaboticabal: Funep, 2000, 66p.

FENNER, M. Relationships between seed weights, ash content and seedling growth in twenty-four species of Compositae. **New Phytologist**, v. 95, p. 697-706. 1983.

FENNER, M. **Seed ecology**. Chapman & Hall, London. 1993.

FERREIRA, G.; DETON, A.M.; TESSER, S.M.; MALAVASI, M.M. Avaliação de métodos de extração do arilo e tratamento com Ethephon em sementes de *Passiflora giberti* N.E. Brown pelos teste de germinação e de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.248-253, 2002.

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

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

FRANCO, E.T.H; FERREIRA, A.G. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Dcne. et Planch. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.1, p.1-10. 2002.

FERNANDES, A. **Compêndio botânico: diversificação-taxionomia**. Editora da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 144p. 1986.

GUERRA, M.E. DE C., MEDEIROS FILHO, S., GALHÃO, M.I. Morfologia de sementes e plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Cerne**, v.12, p.322-328. 2006.

- HARPER, J.L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 892p. 1977.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J. G.de A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.9, p.1025- 1034, 2003.
- KAGEYAMA, P.Y., SEBBENN, A.M., RIBAS, L.A., GANDARA, F.B. CASTELLEN, M., PERECIM, M.B., VENCOVSKY, R. Diversidade genética em espécies tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, v. 64, p. 93-107. 2003.
- KHAN, A. A. Pre plant physiological seed conditioning. **Horticultural Reviews**, New York, v.13, n.1, p.131-181, 1992.
- LAKON, G. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. **Plant Physiology**, v.24, p.389-394, 1949.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A.C.; ANDRADE, R.N.de. Comportamento germinativo das sementes de goiabeira-serana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret - MYRTACEAE) de duas procedências. In: XIII **Congresso Brasileiro de Sementes**, 2003, Gramado. Informativo ABRATES. Londrina : ABRATES, 2003. v. 13. p. 341-341.
- LARS, S. **Guide to handling of tropical and subtropical forest seeds**. Denmark: Borch Tryc A/S, 2000. 512 p.
- LEONHARDT, C.; BUENO, O.L.; CALIL, A.C.; BUSNELLO, A.; ROSA, R. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil, **Iheringia Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 63, n. 1, p. 5-14, 2008.
- MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. **Características reprodutivas das espécies vegetais da planície litorânea. História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Editora da Universidade Federal do Paraná, 266p. 2005.
- MALVASI, U. C.; MALVASI, M. M. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. **Floresta e Ambiente**. v. 8, n.1, p. 211 - 215. 2001.
- MASETTO, T.E.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J.M.R.; SILVA, E.A.A. DA; REZENDE, R. K.S. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelos testes de germinação e tetrazólio. **Agrarian**, v.2, n.5, p.33-46, 2009.
- MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas: Myrtales**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 1997.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

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

MOHAMMADI, G.R. The influence of NaCl priming on seed germination and seedling growth of canola (*Brassica napus* L.) under salinity conditions. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 5, n.5, p. 696-700. 2009.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.2, p.106-109. 1998.

NETO, J.C de.A.; AGUIAR, I.B.de. Germinative pretreatments to dormancy break in *Guazuma ulmifolia* Lam. seeds. **Scientia Florestalis**, n.58, p.15-24, 2000.

NODARI, R.O; DUCROQUET, J.P.H.J.; GUERRA, M.P.; MELER, K. Genetic variability of *Feijoa sellowiana* germoplasm. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 452, p.41-46, 1997.

PINTO, W.S.; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, A.A.O.; LEDO, C.A.S.; JESUS, S.C.; CALAFANGE, P.L.P.; ANDRADE, E.M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 38, p.1059-1066. 2003.

PINTO, T.L.F.; BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CICERO, S.M. Avaliação da viabilidade de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth.-Fabaceae-Faboideae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.208-214, 2008.

ROVERSI, T.; THEISEN, G. Teste de tetrazólio. **Informativo Fundacep**, v.12, n.1, p.1-2, 2005.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C.; FOGAÇA, C.A.; MÔRO, F.V.; COSTA, R.S. Viabilidade de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith e Downs (branquilho)– Euphorbiaceae– pelo teste de tetrazólio. **Científica**, v.34, n.1, p.39-45, 2006. <http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/viewFile/27/12>

SARMENTO, M.B.; VILLELA, F. A.; SANTOS, K. L. DOS; SILVA, A. C. S. DA. Teste de tetrazólio na avaliação da viabilidade de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.). In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **XVII Congresso Brasileiro de Sementes**, ABRATES, 2011. v. 21.

SUNE, A.D.; FRANKE, L.B.; SAMPAIO, T. G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.18-23, 2002.

SOUZA, L.A. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula**. UEPG, Ponta Grossa, Brasil. 259 p. 2003.

SUSKO, D. J.; LOVETT-DOUST, L. Effects of resource availability, and fruit and ovule position on components of fecundity in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae). **New Phytologist**, v. 144, p. 295-306. 1999.

TONIN, G.A.; GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PERES, S.C.J. G.A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, p.35-43, 2005.

VIEIRA, F. de A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1073-1079, 2008.

CAPÍTULO I

BIOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE GOIABEIRA-SERRANA (*Acca sellowiana* O. Berg.)

BIOMETRICS OF FRUITS, SEEDS AND EARLY GROWTH OF BRAZILIAN GUAVA (*Acca sellowiana* O. Berg.)

RESUMO

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg Burret) é uma espécie frutífera nativa do Planalto Meridional Brasileiro que apresenta grande potencial de utilização sustentável. O objetivo desta pesquisa foi avaliar características biométricas de frutos, sementes e plântulas bem como descrever a morfologia e o crescimento inicial de plântulas de goiabeira-serrana. Foram avaliados 50 frutos quanto ao comprimento e diâmetro; 100 sementes quanto ao comprimento, largura e espessura e 40 plântulas em relação ao comprimento total, de dois genótipos. O crescimento inicial foi acompanhado e descrito desde a semente intumescida até a fase em que foram emitidos os primeiros eófilos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. A análise de variância mostrou diferenças significativas para as médias biométricas de ambos genótipos avaliados. Identificaram-se seis estádios de crescimento inicial das plântulas. A germinação da goiabeira-serrana é epígea, fanerocotiledonar e o embrião do tipo mircióide. Os dados analisados exibiram acentuada variabilidade e amplitude fenotípica, caracterizando uma espécie silvestre ainda em fase inicial de domesticação.

Palavras-chave: *Feijoa sellowiana* Berg, espécie arbórea, morfologia, germinação.

ABSTRACT

Brazilian guava, *Acca sellowiana* O. Berg Burret, is a native fruit tree from Southern Brazil, which presents a great potential of sustainable use. The objective of this research was to evaluate biometrical traits of fruits and seeds as well as describe the morphology and early growth of Brazilian Guava seedlings. Were evaluated 50 fruits concern length and diameter; 100 seeds about length, width and thickness and 40 seedlings for the whole length. The experimental design performed was complete randomized. Early growth was followed and described since the seed stage until the emission of the first eophyls. Analysis of variance showed significant values between biometrics averages. It was identified six different stages of growth. Germination of Brazilian Guava is epigeous, fanerocotiledonar type and the embryo is mircioid.

Index terms: *Feijoa sellowiana* Berg, tree species, morphology, germination.

INTRODUÇÃO

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) é nativa do Uruguai e campos sul-brasileiros. Árvore de pequeno porte, com até 5 m de altura em média, ou arbusto. Apresenta tronco curto e tortuoso, com casca parda descamante. As folhas, com pecíolo de 0,5 a 0,9 cm de comprimento, variam de ovais a obovadas, medindo de 4 a 6 cm de comprimento por 2 a 4 cm de largura, com ápice obtuso ou arredondado, base aguda, cor verde-escura na face superior e branco-tomentosa na inferior (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

A goiabeira-serrana ocorre naturalmente no Paraná, em Santa Catarina, no Rio Grande do Sul e, em parte do Uruguai. No Estado de Santa Catarina, ocorre principalmente nas áreas com altitude acima de 800m e, com maior frequência, acima de 1000m (DUCROQUET et al., 2000). No Rio Grande do Sul, ocorre na Serra Gaúcha e em áreas de menor altitude (DONADIO et al., 2002).

A espécie é cultivada no Brasil, em sua maioria, em caráter doméstico e extrativo. Seus frutos mostram, no entanto, grande potencial econômico, devido a suas características organolépticas, sendo empregados na elaboração de sucos, geléias, doces e licores, entre outros (DUCROQUET et al., 2000). Na Nova Zelândia, já são 13 produtos feitos a partir do fruto (THORP e BIELESKI, 2002).

A espécie ainda encontra-se em fase inicial de domesticação, podendo apresentar grande variação fenotípica. Sendo assim, as dimensões de frutos, sementes e plântulas podem ser informações importantes para a diferenciação de variedades e/ou genótipos. Vieira e Gusmão (2008) afirmam que os dados de biometria de frutos e sementes são passíveis de utilização em programas de melhoramento genético podendo servir como subsídio para avaliar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie; as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais, bem como para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico.

No Brasil, segundo Leonhardt et al.(2008), apesar do número crescente de trabalhos, devido à riqueza da flora, há, ainda, carência de pesquisas que forneçam o conhecimento das espécies nativas, principalmente em seus estádios iniciais de crescimento, e que possam servir de referência e subsídio para os programas de recuperação e manejo de áreas naturais.

O conhecimento da biologia de espécies nativas é fundamental para os programas de conservação de plantas *in situ* e *ex situ* e implantação de modelos de recomposição vegetal (HOLL e KAPPELLE, 1999).

O estudo da morfologia de frutos, sementes e plântulas nos estádios iniciais de crescimento, contribui para aumentar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais e fornece subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental à compreensão do processo de estabelecimento da planta em condições naturais (GUERRA et al., 2006).

A caracterização biométrica de frutos e sementes também tem importância para a taxonomia, na identificação de variedades, para verificar a ocorrência de variações fenotípicas e nas associações com os fatores ambientais e genéticos (PINTO et al., 2003).

As informações relacionadas ao crescimento e morfologia das plântulas são essenciais aos viveiristas para auxiliar no planejamento da produção de mudas florestais. Muitas vezes, a longa duração do período de germinação e/ou o lento crescimento inicial das plântulas são comportamentos próprios das espécies, pouco conhecidos e, portanto, não considerados no planejamento e no processo de produção (LEONHARDT et al., 2008). Apesar da relevância, inexistem estudos sobre características biométricas de frutos, sementes e plântulas para a goiabeira-serrana. Assim, os objetivos deste capítulo foram avaliar características biométricas de frutos, sementes e plântulas e descrever a morfologia e o crescimento inicial de plântulas de goiabeira-serrana.

1.1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1.1 Germoplasma Utilizado

Foram utilizadas sementes de dois genótipos (458 e 509) de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), coletadas em abril de 2011. As sementes procedentes do Banco Ativo de Germoplasma da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), em São Joaquim, foram coletadas de frutos de três clones, de cada genótipo, submetidos à polinização livre.

Frutos maduros que já haviam caído das plantas foram coletados, acondicionados em sacos plásticos e mantidos em refrigerador à temperatura de

7°C. Posteriormente, foram despulpados em água corrente, com auxílio de peneiras. As sementes sofreram secagem natural por 72 horas.

1.1.2 Teor de Água

Para a determinação do teor de água foram utilizadas duas repetições de 20 sementes para o genótipo 509 e para o genótipo 458 utilizaram-se duas repetições de 60 sementes. O maior número de sementes para o genótipo 458 explica-se pelo menor tamanho das sementes deste genótipo.

Todos os testes foram realizados em estufa sob temperatura de $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

1.1.3 Massa de 1000 Sementes

Foi determinado empregando-se oito repetições de 100 sementes, seguindo metodologia descrita nas RAS (BRASIL, 2009).

1.1.4 Biometria de Frutos, Sementes e Plântulas

Para cada genótipo, foram avaliados 50 frutos quanto ao comprimento e diâmetro equatorial; 100 sementes quanto ao comprimento, largura e espessura e 40 plântulas para comprimento total aos 28 e 36 dias após a semeadura (DAS).

As medições dos frutos e sementes foram realizadas com um paquímetro digital marca Pantec® com precisão de 0,001mm. As medições das plântulas foram feitas com régua com precisão em milímetros.

1.1.5 Crescimento Inicial das Plântulas e Estrutura das Sementes

Foram colocadas para germinar 60 sementes de cada genótipo em caixas tipo gerbox, à temperatura constante de 20°C e fotoperíodo de 16 horas, com avaliações aos 28 e 36 dias após a semeadura (DAS). Essa metodologia foi adaptada de Santos et al. (2004).

Para a observação da estrutura interna das sementes utilizou-se solução de tetrazólio. Duas repetições de 10 sementes de cada genótipo foram embebidas em água destilada por 12 horas, sendo após imersas em solução de cloreto de 2,3,5 trifenil tetrazólio a 0,4% por 16 horas, no escuro. Após esse período, foram seccionadas longitudinalmente e avaliadas em lupa estereoscópica com luz para descrição da anatomia interna.

1.1.6 Procedimento Estatístico

Para a biometria, utilizaram-se 50 frutos, 100 sementes e 40 plântulas, para cada genótipo.

Foram calculados a média aritmética, desvio padrão, valor mínimo, valor máximo, mediana e a distribuição de frequência para cada variável biométrica avaliada.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado.

Realizou-se a análise da variância e, sendo esta significativa, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. O software utilizado nas análises foi o STATÍSTICA 10.0 (STATSOFT, 2011).

1.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.2.1 Caracterização física dos lotes

As sementes dos genótipos G-509 e G- 458 avaliados apresentaram, respectivamente, teores de água de 7,5% e 9,0% (Tabela 1). Santos et al. (2004) obtiveram, imediatamente após a colheita, umidade de 21%, para as sementes da espécie *Acca sellowiana*. A diferença obtida pode ser atribuída ao tempo de secagem das sementes e às condições psicrométricas do ar ambiente dos locais. No presente trabalho, as sementes sofreram secagem natural por 72 horas e posteriormente colocadas em câmara fria à 17°C, enquanto no trabalho citado, as sementes foram secas durante 24 horas.

Por outro lado, Leonhardt et al. (2003) obtiveram variação do teor de água de 9,6% à 20,3%, para duas procedências de goiabeira-serrana, após a colheita das

sementes. O grau de maturação fisiológica e as condições climáticas na época de colheita podem explicar as diferenças no teor de água nos trabalhos acima citados.

Com base na Tabela 1, verifica-se que a massa de 1000 sementes foi de 6,374 gramas, para o genótipo 509 e 1,901 gramas para o genótipo 458. O número médio de sementes por grama foi de 156,9, para o genótipo 509 e 526 sementes por grama para o genótipo 458.

Analisando duas procedências de goiabeira-serrana, Leonhardt et al. (2003) observaram um peso de 1000 sementes de 3,85 gramas e 4,83 gramas.

A diferenciação no peso das sementes obtidas está de acordo com o esperado, uma vez que o clone 509 é de origem brasileira e o 458 é um material vindo da Nova Zelândia, provavelmente originado de materiais procedentes do Uruguai. Por ser detentora de grande variação fenotípica, a espécie pode ser dividida ainda em dois tipos. O tipo Brasil apresenta plantas com folhas de face abaxial verde-clara, pilosidade esbranquiçada curta e rala, e frutos com sementes grandes (0,45 a 0,60 g para 100 sementes) em comparação ao Tipo Uruguai. Este último apresenta plantas com folhas de face abaxial branco-cinza, com densa pilosidade branca tipo feltro, e com sementes menores (0,20 g para 100 sementes) (DUCROQUET et al., 2000; THORP e BIELESKI, 2002).

A massa de 1000 sementes reflete o estágio de maturidade fisiológica das sementes. Além disso, plantas matrizes de boa sanidade, vigorosas e com boa produção geram sementes com maior peso.

Tabela 1. Atributos físicos de sementes de dois genótipos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), coletadas em abril de 2011, na EPAGRI, São Joaquim.

Genótipo	Teor de água (%)	Massa de 1000 (g)	Número de Sem/grama
509	7,5	6,374	156,9
458	9,0	1,901	526

Os atributos físicos observados na Tabela 1 mostram acentuada variabilidade entre genótipos. Espécies silvestres, como é o caso da goiabeira-serrana, ainda em fase de domesticação, podem apresentar pronunciada variação nos dados biométricos.

1.2.2 Biometria de Frutos

O teor de água mostrou-se distinto para ambos genótipos, sendo de 7,5%, para o genótipo 509 e 9% para o genótipo 458 (Tabela 1).

Os dados das características biométricas de frutos, sementes e plântulas de *Acca sellowiana* (Tabela 2) mostram acentuada amplitude fenotípica, evidenciada pelos valores mínimos e máximos para o comprimento 25,05-84,08mm (genótipo 458) e 47,69-76,0mm (genótipo 509) e para o diâmetro 13,43-57,03mm (genótipo 458) e 31,4-50,3mm (genótipo 509).

As médias das características biométricas variaram, tanto para o comprimento 51,20mm (genótipo 458) e 63,31mm (genótipo 509) como para o diâmetro 34,55mm (genótipo 458) e 40,24mm (genótipo 509).

O coeficiente de variação foi elevado, 29,2% e 39,9%, para o genótipo 458, respectivamente para comprimento e diâmetro. Para o genótipo 509, os valores foram 9,74 e 9,74%, respectivamente para comprimento e diâmetro (Tabela 2).

Ambos genótipos fazem parte do Banco Ativo de Germoplasma de goiabeira-serrana da EPAGRI (Empresa Catarinense de Pesquisa e Extensão Agropecuária), São Joaquim, em Santa Catarina. Essas diferenças de características morfológicas entre os genótipos podem ser relevantes para fins de melhoramento e caracterização de materiais promissores.

A elevada amplitude de variação entre os valores mínimos e máximos para as dimensões dos frutos avaliados pode ser importante para explorar a variabilidade genética desses caracteres para fins de melhoramento, selecionando materiais que apresentem desempenho destacado, mas que não sejam geneticamente relacionados entre si. Outra vantagem seria a de possibilitar o descarte de materiais genéticos similares, em avaliações experimentais, principalmente em campo, possibilitando a economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros (CRUZ, 2001).

1.2.3 Biometria de Sementes

Quanto à biometria de sementes (Tabela 2), constata-se amplitude de 1,65-2,7mm (genótipo 458) e 2,5-4,0mm (genótipo 509), para o comprimento e de 1,27-2,1mm (genótipo 458) e 2,03-3,8mm (genótipo 509), para largura. Para a

espessura, os valores mínimos e máximos foram de 0,44-1,3mm (genótipo 458) e 0,9-1,8mm (genótipo 509).

Os valores médios mostraram diferença significativa (Tabela 2), destacando-se o genótipo 509 por apresentar sementes de maior comprimento, largura e espessura (3,42; 2,70 e 1,30mm) em relação ao genótipo 458 (2,12; 1,64 e 0,85mm).

O tamanho da semente pode estar relacionado com a quantidade de reservas e a sua constituição genética, uma vez que, nas sementes de porte médio a grande, ocorre a síntese rápida de compostos secundários essenciais para a germinação e maior capacidade de sobrevivência em condições desfavoráveis, conforme verificado por Ledo et al. (2002), em pupunha. Além disso, o tamanho e formato das sementes estão relacionados com as características reprodutivas e genéticas das espécies. Assim, esses aspectos morfológicos podem auxiliar na seleção de indivíduos mais vigorosos, para trabalhos de tecnologia de sementes; na identificação das espécies em viveiro, bem como nos estudos da ecologia e no planejamento da coleta de sementes, pela seleção daquelas mais vigorosas, que contribuam efetivamente para o adequado estabelecimento das plântulas (FERREIRA et al., 2001). Essas características são essenciais para a produção de mudas de uma espécie arbórea nativa como a goiabeira-serrana.

1.2.4 Biometria de Plântulas

Com relação à biometria de plântulas (Tabela 2) apresenta os dados de comprimento de plântulas aos 28 dias após a semeadura (DAS). No genótipo 458 atingiu comprimento médio de 28,2mm, enquanto no genótipo 509, foi de 11,6mm. Os valores máximos e mínimos variaram de 1-5 (genótipo 458) e 1-2 (genótipo 509).

O maior tamanho das sementes do genótipo 509 não se refletiu no vigor das plântulas, pois o tamanho médio das plântulas do genótipo 458 foi 140% maior que o das plântulas do genótipo 509.

Para Kidson e Westoby (2000), sementes maiores armazenam maior quantidade de nutrientes energéticos durante seu desenvolvimento e possuem melhor formação de embriões, produzindo plântulas maiores. Neste trabalho, sementes maiores não produziram maiores plântulas, discordando da afirmação dos

autores citados. A provável explicação pode ser a qualidade fisiológica e genética superior das sementes do genótipo 458, que produziu plântulas de maior tamanho.

Na avaliação do comprimento de plântulas aos 36 DAS (Tabela 1), novamente o genótipo 458 mostrou-se superior (32,4mm) para (18,0mm) do genótipo 509.

O coeficiente de variação de 36,65 (28 DAS) e 36,48% (36 DAS), tanto para o genótipo 458, como para o genótipo 509, 41,08% (28 DAS) e 33,04% (36 DAS), foi elevado, refletindo a variabilidade observada entre as unidades experimentais.

Os maiores valores do desvio padrão para as variáveis dos frutos indicam que há maior variância amostral para comprimento e diâmetro equatorial dos frutos, em relação às demais características avaliadas nas sementes e plântulas. Finalmente, os baixos valores dos coeficientes de variação para as dimensões das sementes remetem à menor variação destas em relação ao valor médio.

Essas variações podem ser decorrentes de variabilidade genética ou de plasticidade fenotípica ou, ainda, representar uma variedade da espécie. Conforme comentado anteriormente, a espécie apresenta os tipos Brasil e Urugua, com diferenças genéticas e fenotípicas importantes.

A alta variação nas medidas de comprimento e diâmetro dos frutos de goiabeira-serrana, além das influências climáticas e edáficas, revelam o potencial para a seleção e melhoramento genético da espécie. Desse modo, a obtenção de cultivares que produzam frutos com características desejáveis para comercialização poderia propiciar elevação da renda de comunidades rurais que utilizam a espécie. Até o momento a EPAGRI-SC dispõe de quatro cultivares de goiabeira-serrana lançadas em fase de proteção.

Adicionalmente, a variação encontrada nas dimensões dos frutos de goiabeira-serrana pode decorrer possivelmente, da alta variabilidade genética populacional. No entanto, para verificar e discutir essa possibilidade, torna-se necessário o estudo da estrutura genética da população da espécie.

Tabela 2. Atributos biométricos de frutos, sementes e plântulas de dois genótipos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg. Burret) coletados em abril de 2011, na EPAGRI, São Joaquim, em SC.

Genótipo	Variável	Frutos (mm)			Sementes (mm)			Plântulas (mm)		
		Comprimento	Diâmetro equatorial	Comprimento	Largura	Espessura	C28DAS	C36DAS		
458	Mínimo	25,05	13,43	1,65	1,27	0,44	10,0	10,0		
	Média	51,20	34,55	2,12	1,64	0,85	28,2	32,4		
	DP	14,94	13,77	0,17	0,17	0,17	1,03	1,18		
	Máximo	84,08	57,03	2,7	2,1	1,3	50,0	62,0		
	Mediana	53,35	36,75	2,11	1,60	0,86	30,0	33,0		
509	Mínimo	47,69	31,4	2,5	2,03	0,9	10,0	10,0		
	Média	63,31	40,24	3,42	2,70	13,0	11,6	18,0		
	Desvio Padrão	6,17	3,92	0,29	0,28	0,18	0,47	0,59		
	Máximo	76,0	50,3	4,0	3,8	1,8	20,0	32,0		
	Mediana	64,33	40,18	3,43	2,70	1,31	12,0	16,5		

1.2.5 Morfologia e Crescimento Inicial da Plântula

A anatomia da semente mostra tegumento, eixo hipocótilo-radícula e cotilédones, além de uma fina camada logo abaixo do tegumento formando o endosperma (Figura 1-A; 1-G).

O embrião da *Acca sellowiana* é curvo do tipo mircióide (Figura 1-G). Kuniyoshi (1983) e Santos et al. (2004) também verificaram a presença de embrião do tipo mircióide em *Acca sellowiana*.

Com a re-hidratação da semente e o seu intumescimento (Figura 1-A; B), ocorre aumento considerável de volume, podendo-se observar que os cotilédones de coloração verde-clara ficam visíveis, e a protrusão radicular (início visível da germinação) ocorre na região próxima ao hilo (Figura 1-B).

A germinação visível, evidenciada pelo rompimento do tegumento e a protrusão da raiz primária (Figura 1-B; C), para o genótipo 458, iniciou-se no quarto dia após a semeadura, estendendo-se ao 33º dia após a semeadura. A semente do genótipo 509, por sua vez, iniciou a emitir radícula apenas no décimo quarto dia após a semeadura, estendendo-se até o 35º dia, ao apresentar tendência à estabilização.

A germinação da *Acca sellowiana* Berg. é epígea, fanerocotiledonar, com emergência inicial curvada, sendo que o tegumento fica aderido aos cotilédones na fase inicial do crescimento da plântula (Figura 1-E; F). Pode-se observar que o tegumento da semente ainda envolve os cotilédones (Figura 1-D;E). Em média aos 20 dias após a germinação, o tegumento começa a se desprender dos cotilédones (Figura 1-E). A radícula no início do crescimento é densamente pilosa e de coloração creme.

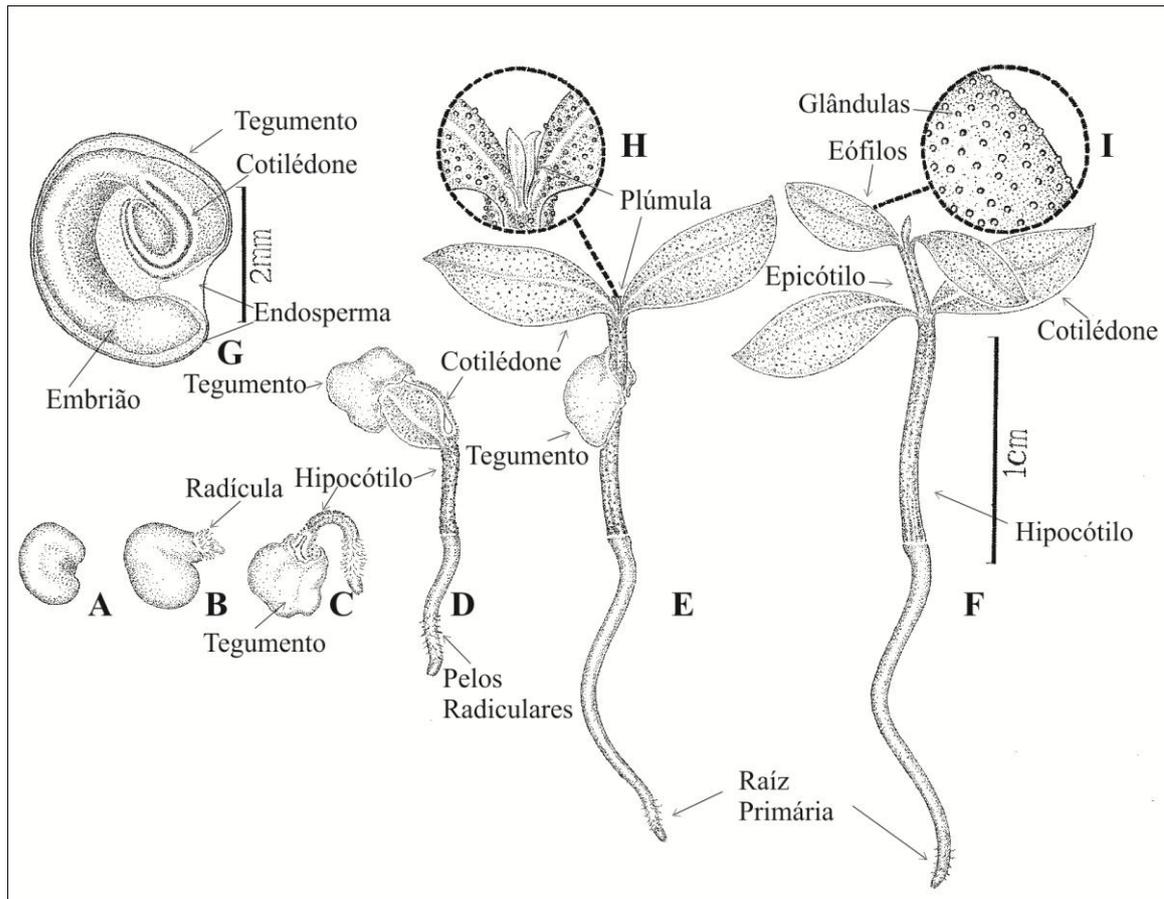


Figura 1. Morfologia e etapas do crescimento inicial de plântulas de *Acca sellowiana* O. Berg.: A-Semente intumescida; B-Início da protrusão da radícula; C-Radícula em desenvolvimento mostrando a presença de tricomas; D-Hipocótilo e radícula em desenvolvimento, início da liberação do tegumento; E-Plântula com par de cotilédones foliáceos completamente expandidos; F-Eófilos alternos expandidos; G-Anatomia interna da semente em corte longitudinal, destacando o tegumento, fina camada de endosperma, cotilédones e eixo embrionário; H-Plúmula em detalhe; I-Glândulas secretoras em detalhe. Desenho do autor (2011).

Nesta espécie, os cotilédones são do tipo paracotilédones, conforme Vogel (1980), pois, em diversas espécies devem ser homólogos aos eófilos, e não diretamente aos cotilédones verdadeiros (de reserva), que, em tais casos, sofrem abortamento no processo evolutivo. Na espécie *Acca sellowiana*, isto parece bem evidente ao se considerar a similaridade morfoanatômica entre o paracotilédone e o eófilo (Figura 1-E; F).

A plântula de *Acca sellowiana* Berg. é classificada como PEF (fanerocotiledonar, epígea, foliácea) de acordo com Garwood (1996), que classificou as plântulas em cinco tipos (PEF-fanerocotiledonar, epígea e foliácea, PER-fanerocotiledonar, epígea e cotilédones de reserva, PHR- fanerocotiledonar, hipógea e cotilédones de reserva, CHR- criptocotiledonar, hipógea e cotilédones de reserva e CER- criptocotiledonar, epígea e cotilédones de reserva).

Santos et al. (2004) verificaram uma relação entre o tipo de embrião e a germinação em várias espécies de Myrtaceae, sendo que nos embriões do tipo mircióide, a germinação foi epígea fanerocotiledonar, com os cotilédones atuando como folhas fotossintetizantes. Esta ocorrência também foi verificada no presente trabalho para *Acca sellowiana*.

Em média, aos seis dias após a emissão da radícula pode-se distinguir as seguintes partes da plântula (Figura 1-D; E): hipocótilo liso, de cor branca, raiz primária reta, branca, com tricomas pouco desenvolvidos.

A ocorrência dos tricomas no epicótilo, nos páracotilédones e nos eófilos, provavelmente deve ter implicações na ecologia da espécie. Diversos trabalhos têm relatado a função dos tricomas na defesa da planta contra herbivoria (THEOBALD et al., 1979; CUTTER, 1987; PALEARI e SANTOS, 1998), além de sua interferência no processo de fotossíntese devido a alterações na luz absorvida, regulação da temperatura foliar e redução da evapotranspiração (SMITH et al., 1997). A presença de tricomas tem também importância em estudos de sistemática comparativa (THEOBALD et al. 1979), podendo ser utilizada como diagnóstico, de acordo com o tipo e a morfologia.

Delimitando o hipocótilo e a raiz, nota-se o colo (Figura 1: E;F), caracterizado por um sutil espessamento do eixo. Os paracotilédones (Figura 1-E;F) são epígeos, foliáceos, simples, alternos e com limbo inteiro. De acordo com Vogel (1980), características específicas do hipocótilo e cotilédones como tamanho, coloração e forma são particularmente úteis na distinção entre espécies.

A partir do 23º dia após a germinação, o epicótilo se expande e surgem os protófilos, tendo-se a plântula propriamente dita, com o primeiro par de folhas abertas (Figura 1-F). O primeiro par de eófilos (Figura 1-F) é alterno, simples e com margem inteira. As características dos protófilos são muito importantes na identificação de plântulas, pois geralmente o arranjo é específico. Em Myrtaceae, se

as folhas adultas são opostas, as folhas das plântulas também têm esse arranjo, conforme Vogel (1980).

O hipocótilo e os cotilédones apresentam grande número de glândulas secretoras esféricas (Figura 1-E;F; H;G).

Uma característica específica observada nas espécies de Myrtaceae é a presença de glândulas visualizadas em partes da plântula (Figura 1: E; F; H; I), como no hipocótilo, cotilédones e protófilos.

De acordo com Esau (1974), o conteúdo de células secretoras é constituído freqüentemente de uma combinação complexa de diversas substâncias. A presença de glândulas secretoras também está relacionada com os mecanismos de interação entre plantas e animais, agindo como repelente alimentar e reduzindo a herbivoria.

Algumas características morfológicas das plântulas de *Acca sellowiana*, tais como o crescimento epígeo, fanerocotiledonar e a presença de paracotilédones, são muito comuns em espécies secundárias iniciais como a goiabeira.

Os resultados obtidos correspondem à estratégia verificada para espécies em estádios sucessionais iniciais que tendem a crescer rapidamente para competir por espaço e luz.

Diversos autores ressaltam a função dos paracotilédones como órgãos fotossintetizantes, que possibilitam um rápido estabelecimento da plântula em ambientes com alta incidência de luz (VOGEL, 1980; WRIGHT et al., 2000).

CONCLUSÃO

Há grande variação fenotípica nas características biométricas das sementes e frutos de goiabeira-serrana, constituindo-se em uma espécie ainda em fase inicial de domesticação.

O estudo das características biométricas da plântula de goiabeira-serrana é importante na produção de mudas e identificação de plântulas em áreas naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. 2009. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 395p.

- CRUZ, C. D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001.648p.
- CUTTER, E.G. **Anatomia Vegetal: órgãos, experimento interpretações**. São Paulo, Roca. v.II. 1987.
- DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Novos Talentos, 2002.
- DUCROQUET, J.P.H.J., HICKEL, E., R., NODARI, R. O. **Goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 5)
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. 1974.
- FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; TONETTI, O.A.O. Morfologia de sementes e plântulas de pau-terra (*Qualea grandiflora* Mart.–Vochysiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.116-122, 2001.
- GARWOOD, N.C. Functional morphology of tropical tree seedling. In: SWAINE, M.D. (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedling**. Paris: Unesco and Parthenom Publishing Group, 1996. p.59-129.
- GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Cerne**, v. 12, n. 04, p. 322-328, 2006.
- HOLL, K.D.; KAPPELLE, M. Tropical forest recovery and restoration. **Tree**. n. 14, v.10, p.378-379. 1999.
- KIDSON, R.; WESTOBY, M. Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. **Oecologia**, v. 125, p. 11–17. 2000.
- KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta de araucária**. Curitiba, UFPR. 1983.
- LEDO, A.S.; FILHO, S.M.; LEDO, F.J.S.; ARAÚJO, E.C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e do pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.33, n.1, p.29-32, 2002.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; ANDRADE, R. N. B. DE. Comportamento germinativo das sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret - MYRTACEAE) de duas procedências. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes, 2003, Gramado. **Informativo ABRATES**. Londrina : ABRATES, 2003. v. v. 13. p. 341-341.
- LEONHARDT, C.; BUENO, O.L.; CALIL, A.C.; BUSNELLO, A.; ROSA, R. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v.63, n.1, p.5-14. 2008.

MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas: Myrtales**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 1997.

PALEARI, L.M.; SANTOS, F.A.M. Papel do indumento piloso na proteção contra a herbivoria em *Miconia albicans* (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Biologia**. n. 58, p.151-157. 1998.

PINTO, W. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1059-1066, 2003.

SANTOS, C.M.R. dos.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.13-20, 2004.

SMITH, W.K.; VOGELMANN, T.C.; DELUCIA E.H.; BELL, D.T.; SHEPHERD, K.A. **Leaf Form and Photosynthesis**. **Bio Science**. n.47, p.785-793. 1997.

THEOBALD, W.L.; KRAHULIK, J.L.; ROLLINS, R.C. Trichome description and classification. p. 40-53. In: C.R. Metcalfe & L. Chalk (eds.). **Anatomy of the dicotyledons. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief store of the subject**. Oxford, Clarendon Press. v.l. 1979.

THORP, G.; BIELESKI, R. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. Auckland: David Bateman, 2002. 87p.

VIEIRA, F. de A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1073-1079, 2008.

VOGEL, E.F. **Seedlings of dicotyledons: structure, development, types: descriptions of 150 woody Malesian taxa**. Wageningen, Centre for Publishing and Documentation. 1980.

WRIGHT, I.J.; CLIFFORD, H.T.; KIDSON, R.; REED, M.L.; RICE, B.L.; WESTOBY, M. A survey of seed and seedling characters in 1744 Australian dicotyledon species: cross-species trait correlations and correlated trait-shifts within evolutionary lineages. **Biological Journal of the Linnean Society of London**. n.69, p.521-547. 2000.

STATSOFT, INC. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Versão 10.0. Tulsa, OK: StatSoft, Inc. E-mail: info@statsoft.com, Disponível em: <http://www.statsoft.com>. Acesso 31 de janeiro de 2011.

CAPÍTULO II

TESTE DE TETRAZÓLIO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret

RESUMO

A goiabeira-serrana, espécie frutífera nativa ocorrente do Sul do Brasil, vem se mostrando promissora em termos ecológicos e comerciais. O teste de tetrazólio constitui alternativa importante na avaliação do vigor e da viabilidade em sementes florestais, gerando informações rápidas sobre a qualidade dos lotes e tipos de danos que ocorrem. O trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica de dois lotes de sementes de goiabeira-serrana por meio do teste de tetrazólio. O experimento foi dividido em duas etapas. Na primeira, os lotes foram submetidos aos testes de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, emergência em casa-de-vegetação, índice de velocidade de emergência de plântulas em casa-de-vegetação, tempo médio de emergência e comprimento de parte aérea. Na segunda, foi realizado o teste de tetrazólio nas concentrações de (0,5 e 1,0) e tempos de embebição (2 e 4h). O tratamento 0,5 TZ 4h obteve 73% de sementes viáveis (2007). Para o lote 2008, não houve diferenças entre os tratamentos. O teste de germinação apresentou correlação positiva para os tratamentos 0,5 TZ 2 h e 1 TZ 2h. Para a emergência de plântulas em casa-de-vegetação houve correlação positiva para o tratamento 0,5 TZ 2h. O teste de tetrazólio permitiu a classificação dos lotes em quatro níveis de viabilidade, confirmando a eficiência do teste na avaliação da viabilidade de sementes de goiabeira-serrana.

Termos para indexação: goiabeira-serrana, viabilidade, germinação, emergência.

TETRAZOLIUM TEST TO EVALUATE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF BRAZILIAN GUAVA SEEDS *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

ABSTRACT

Brazilian guava, native fruit tree of occurrence in Southern Brazil, has become relevant due to its potential use as ecological and commercial. Tetrazolium test is an interesting alternative to evaluate viability in tree species, generating quick informations about the quality of the lots and kind of injuries that occurs. This article aims evaluate the physiological quality of Brazilian guava seeds by tetrazolium test.

The work was divided in two parts. In the first, both lots were submitted to the germination test, index of speed germination, mean time of germination, emergency of seedlings in greenhouse, mean time of emergency and shoot length of seedlings. In the second part it was performed the tetrazolium test. Two concentrations of tetrazolium were used (0,5 e 1,0) and two times of imbibition (2 e 4h). To the lot 2007, the treatment 0,5 TZ 4h obtained 73% of viable seeds, otherwise, to the lot 2008, there was no significant differences among treatments. For the germination test there has been positive correlation for 0,5 TZ 2h and 1 TZ 2 treatments. Emergency of seedlings in greenhouse was correlated only to 0,5 TZ 2h. The Tetrazolium Test has allowed to rank the lots in four classes of viability, confirming the efficiency of the test to evaluate the viability of Brazilian Guava seeds.

Index terms: Brazilian guava, viability, germination, emergency.

INTRODUÇÃO

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret), nativa do planalto meridional brasileiro e nordeste do Uruguai, é conhecida popularmente por goiabeira-do-mato, goiabeira-do-campo, ou feijoa e no Uruguai como guayabo del país (DUCROQUET, et al., 2000). A espécie vem despertando grande interesse econômico devido ao sabor exótico de seus frutos. Além disso, a espécie apresenta grande potencial de uso ornamental e paisagístico e na recuperação de matas nativas e áreas degradadas.

Apesar da importância crescente da espécie tanto em termos ecológicos como econômicos, sobretudo em pequenas propriedades na região da serra catarinense, praticamente inexistem estudos sobre tecnologia de sementes e mudas. Nesse sentido, a avaliação da qualidade fisiológica torna-se de grande relevância.

Para avaliar a qualidade fisiológica da semente de forma mais rápida, Pinto et al. (2008) indicam o teste de tetrazólio, pois ele agiliza a tomada de decisão para a produção de mudas, objetivo final da tecnologia de sementes de espécies florestais.

O teste de tetrazólio baseia-se na alteração da coloração dos tecidos vivos na presença de uma solução do sal cloreto 2,3,5-trifenil tetrazólio. A alteração na coloração reflete a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória nas mitocôndrias, especificamente a desidrogenase do ácido málico, que reduz o sal de tetrazólio nos tecidos vivos da semente, onde íons de hidrogênio são transferidos para o referido composto. A difusão do sal de tetrazólio nos tecidos vivos da semente resulta na formação de um composto estável e não-difusível de

coloração avermelhada, denominado trifenílformazan. Esse fato indica a atividade respiratória significativa nas mitocôndrias, permitindo delimitar, de maneira definida, o tecido que respira (vivo) e o que apresenta atividade fisiológica deficiente, pois este permanece não colorido ou exibe coloração anormal. Os tecidos que possuem acentuada deterioração liberam quantidades muito pequenas de íons de hidrogênio, insuficientes para que ocorra a reação normal com o sal de tetrazólio (MARCOS FILHO, 2005). Portanto, a formação de um vermelho carmim claro indica tecido viável e um vermelho carmim intenso revela o tecido em deterioração (ROVERSI e THEISEN, 2005), em virtude da maior intensidade de difusão da solução de tetrazólio pelas membranas celulares comprometidas de tais tecidos; se o mesmo é não viável, a redução do sal não ocorrerá e o tecido morto contrastará como branco (não colorido) com o tecido colorido viável (FRANÇA NETO, 1999).

Estudos com sementes de espécies florestais nativas tais como aqueles realizados por Ferreira et al. (2007), Fogaça et al.(2006) e Pinto et al.(2008) revelam que o teste do tetrazólio é o mais indicado pois, além de ser um procedimento relativamente rápido para indicar a qualidade da semente, possibilita a verificação de possíveis danos causados ao embrião, como ação de insetos, umidade, danos mecânicos e temperatura.

O teste de tetrazólio constitui metodologia de destaque na avaliação da qualidade de sementes, pois o mesmo também pode propiciar informações valiosas sobre o vigor, além de possibilitar o diagnóstico dos principais problemas que podem afetar a qualidade das sementes (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

Segundo Santos et al. (2006), a importância do teste de tetrazólio, como instrumento de avaliação da viabilidade das sementes, deve-se à rapidez na obtenção dos seus resultados que podem ser úteis na comercialização, beneficiamento, armazenamento e produção de mudas, sem que isto signifique o comprometimento do teste de germinação que funciona como um teste de balizamento ou referência.

As sementes de algumas espécies arbóreas necessitam de longo período para germinar, além de apresentarem germinação desuniforme. Desse modo, o teste de tetrazólio, pela rapidez na estimativa da viabilidade, tem sido aplicado a sementes de tais espécies, como é possível citar os trabalhos realizados para *Didymopanax morototoni* (FRANCO e FERREIRA, 2002), *Passiflora giberti* (FERREIRA et al., 2004) e *Spondias mombin* (SILVA, 2003).

Em Myrtaceae nativas são raros os trabalhos de pesquisa envolvendo o teste de tetrazólio. Masetto et al. (2009) avaliaram com eficiência a qualidade fisiológica de sementes de *Eugenia pleurantha* com o uso do teste, ao possibilitar a identificação de tecidos vivos, mortos e viáveis, em diferentes níveis, permitindo a classificação em viáveis e não viáveis e ainda em diferentes níveis de viáveis e não viáveis. Em trabalho preliminar com sementes de goiabeira-serrana, Sarmiento et al (2011) utilizaram com eficiência o teste de tetrazólio.

No caso de sementes de goiabeira-serrana, o teste de tetrazólio pode auxiliar na avaliação da viabilidade. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e a potencialidade de uso do teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), armazenadas em câmara fria.

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 Germoplasma Utilizado

Foram utilizadas sementes de dois lotes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), sendo um coletado em abril de 2007 e o outro em abril de 2008. As sementes eram procedentes do Banco Ativo de Germoplasma da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), em São Joaquim, sendo coletadas de frutos de clones de genótipos de progênies de polinização livre.

2.1.2 Pós-Colheita De Sementes

Frutos maduros que haviam caído das plantas foram coletados e despulpados em água corrente com auxílio de peneiras. As sementes obtidas foram secas à sombra pelo período de sete dias e mantidos em câmara fria à 4°C e umidade relativa de 65%, até maio de 2011, quando as seguintes análises foram realizadas:

2.1.3 Teor de Água

Foram utilizadas duas repetições de 60 sementes. Os testes foram realizados em estufa sob temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

2.1.4 Teste de Tetrazólio

As sementes foram imersas em água destilada por 12 horas a 30°C . Pré-testes realizados indicaram o seccionamento longitudinal, seguido da remoção do tegumento, como método mais adequado (SARMENTO et al., 2011). Após o corte longitudinal, as sementes foram colocadas em copos plásticos, ficando imersas em solução de tetrazólio a 40°C , no escuro.

Com base nos pré-testes realizados (SARMENTO et al., 2011), foram utilizadas as concentrações da solução de tetrazólio de 0,5 e 1% e tempos de embebição de 2 e 4h, com quatro repetições de 10 sementes para cada lote.

Após os respectivos períodos de embebição, as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas individualmente com o auxílio de lente de aumento. As duas metades foram individualmente examinadas quanto à viabilidade e, de acordo com a extensão, intensidade dos tons avermelhados, presença de áreas brancas leitosas, aspecto dos tecidos e localização destas colorações em relação às áreas essenciais ao crescimento.

Os embriões avaliados foram separados em categorias de viabilidade, de acordo com os diferentes padrões de coloração que variaram do vermelho intenso até o branco.

O padrão utilizado para classificação dos níveis de viabilidade foi baseado no proposto por Masetto et al. (2009), para *Eugenia pleuranta* (Myrtaceae), adaptando para a espécie estudada neste trabalho. Foram estabelecidos os seguintes níveis de viabilidade com base na coloração e firmeza dos tecidos: Viável A- 100% de viabilidade e tecidos firmes; Viável B- mais que 50% dos tecidos coloridos com tecidos firmes; Inviável C- mais que 50% dos tecidos não coloridos e tecidos internos amolecidos e, Inviável D- 100% dos tecidos não coloridos.

2.1.5 Teste de Germinação

A duração do teste estendeu-se por 36 dias após a semeadura (DAS) e foi conduzido com quatro repetições de 20 sementes, em germinador tipo BOD. O fotoperíodo foi de 16h. Considerou-se germinada a semente que apresentou raiz principal igual ou maior que dois milímetros. Juntamente com o teste de germinação, também foram avaliados o comprimento total de plântula (aos 36 dias após a semeadura), o índice de velocidade de germinação, conforme Maguire (1964) e o tempo médio de germinação, de acordo com a fórmula de Edmond e Drapala (1958).

2.1.6 Emergência em Casa de Vegetação

O teste de emergência em casa de vegetação teve duração de 98 dias e foi conduzido em bandejas de isopor com 72 células. Foram utilizadas seis repetições por tratamento. Neste teste também foram avaliados o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1964) e o tempo médio de emergência (EDMOND e DRAPALA, 1958). Aos 98 dias após o início da emergência, avaliou-se também o comprimento de parte aérea, medindo-se com régua milimetrada do colo da plântula à ponta do ápice caulinar.

2.1.7 Procedimento estatístico

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos nos testes de tetrazólio, teste de germinação e emergência em casa-de-vegetação foram submetidos à análise de variância.

Todas as variáveis avaliadas foram submetidas aos testes de normalidade dos dados e de homogeneidade das variâncias e posteriormente submetidas à análise de variância. Havendo significância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

Foi realizada análise de correlação linear simples de Pearson para o teste de germinação, emergência em casa-de-vegetação e o teste de tetrazólio.

O software utilizado nas análises foi o STATÍSTICA 10.0 (STATSOFT, 2011).

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 Caracterização Inicial Dos Lotes

A Tabela 1 apresenta os dados de qualidade fisiológica para ambos lotes. Observa-se diferenças significativas entre os lotes 2007 e 2008 em relação ao teste de germinação, emergência em casa-de-vegetação e tempo médio de emergência.

O lote coletado em abril de 2008 exibiu germinação de 72%, enquanto o lote coletado em abril de 2007 mostrou percentual de 52% (Tabela 1).

Após 10 meses de armazenamento à 5°C e umidade relativa de 80%, Leonhardt et al. (2003) relataram germinação de 91 e 76%, para duas procedências de goiabeira-serrana.

As diferenças observadas entre os dados do presente trabalho e os estudos citados podem ser devido a diferenças na maturidade fisiológica dos lotes, o que pode ter resultado em lotes mais vigorosos que apresentaram melhor conservação.

Para a emergência em casa-de-vegetação, o lote 2008 mostrou-se superior, com emergência de 72% em comparação ao 2007, com 58% (Tabela 1). A emergência em casa-de-vegetação, para sementes florestais, é um consistente indicador do potencial da semente em produzir mudas de alta qualidade.

Com relação ao tempo médio de emergência, os lotes apresentaram, respectivamente, 82 e 73 dias após a semeadura (DAS), para 2007 e 2008, confirmando a maior qualidade fisiológica do lote 2008.

O tempo médio de emergência reflete as características genéticas adaptativas de cada espécie bem como o vigor de um lote de sementes. A espécie goiabeira-serrana mostra ser de lenta germinação, confirmando o que já foi reportado para outras espécies florestais silvestres.

Para o tempo médio de germinação nas duas procedências de goiabeira-serrana germinadas sobre areia a 25°C, Leonhardt et al. (2003) obtiveram 33 dias após a semeadura. Após 10 meses de armazenamento em câmara fria a 5°C, os autores observaram 42,6 e 21,4 dias após a semeadura, para ambas origens.

Para as variáveis Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG), Índice de Velocidade de Emergência de plântulas em casa-de-vegetação (IVEC) e Comprimento de Parte Aérea (CPA), não houve diferenças significativas entre os lotes.

O armazenamento em câmara fria a 4°C e umidade relativa de 60%, utilizado no Banco Ativo de Germoplasma de goiabeira-serrana da EPAGRI, São Joaquim, SC, foi eficiente na manutenção da qualidade fisiológica em níveis aceitáveis.

Tabela 1. Atributos da qualidade fisiológica de dois lotes de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.) armazenados em câmara fria.

Lotes	U (%)	G (%)	IVG	TMG	IVEC	ECV (%)	TME	CPA(cm)
2007	6,2	52b	0,421a	22,4a	0,075a	58b	82a	2,52a
2008	12,1	72a	0,424a	22,8a	0,101a	72a	73b	2,56a
CV(%)	-	22	9	5	22	20	7	8

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem pelo Teste de Duncan a 5%.

Legenda: U- grau de umidade (%); G- teste de germinação (%); IVG- índice de velocidade de germinação; TMG- tempo médio de germinação (DAS); IVEC- índice de velocidade de emergência em casa-de-vegetação; ECV- emergência em casa-de-vegetação (%); TME- tempo médio de emergência (DAS); CPA- comprimento de parte aérea de plântula (cm).

Em relação à germinação acumulada, a Figura 1 mostra que houve maior acúmulo de plântulas germinadas a partir do 30º dia após a semeadura, para ambos lotes, sendo que o lote 2007, apresentou germinação de 58% e o 2008 atingiu 72%.

Para sementes de goiabeira-serrana recém coletadas, Leonhardt et al. (2003) relataram, valores de 93% e 61% de germinação para duas procedências estudadas, confirmando que as sementes desta espécie não possuem dormência.

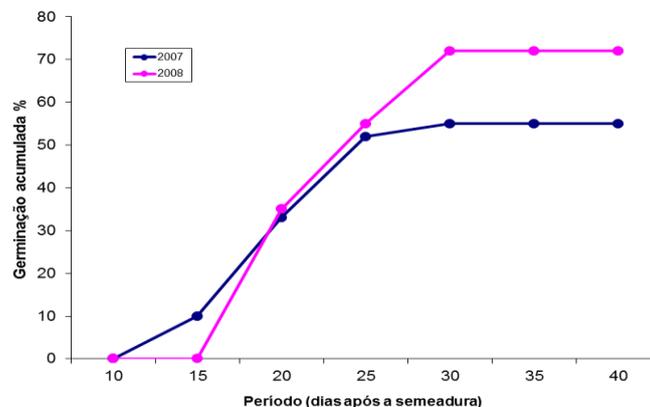


Figura 1. Germinação acumulada de dois lotes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), coletados em abril de 2007 e abril de 2008 e armazenados em câmara fria.

2.2.2 Teste de Tetrazólio

Na Tabela 2 são apresentados os dados do teste de tetrazólio para os lotes 2007 e 2008. Observaram-se diferenças significativas entre as concentrações e tempos utilizados para o lote 2007.

Em relação ao lote 2008, não houve diferenças entre os tratamentos. Todos os tratamentos obtiveram viabilidade de 70% (Tabela 2), confirmando a alta qualidade fisiológica deste lote mesmo após três anos de armazenamento em câmara fria a 4°C e umidade relativa de 60%. Para esse lote, os dados obtidos nos tratamentos com o tetrazólio estão coerentes com os resultados do teste de germinação e da emergência de plântulas em casa-de-vegetação (Tabela 1).

A solução de tetrazólio 0,5% combinada com o tempo de quatro horas permitiu, em ambos lotes, a obtenção de viabilidade acima de 73% (2007) e 75% (2008) (Tabela 2). Para o lote 2007, esse valor discorda da germinação de 58%, porém concorda com os 73% da emergência em casa-de-vegetação (Tabela 1). O reduzido valor da germinação para esse lote pode ser explicado pela infestação de fungos que pode ter interferido na avaliação do teste. Na emergência em casa-de-vegetação não houve contaminação e as sementes germinaram e tiveram adequado desenvolvimento inicial das plântulas.

O tempo de duas horas, para o lote 2007, em ambas concentrações (0,1 e 0,5) apresentou 35 e 38% (Tabela 2). Esse lote mostrou-se de menor qualidade fisiológica que o 2008. Outra possível explicação é que tenha havido subestimação dos valores de viabilidade pelo insuficiente tempo de coloração das sementes.

Empregando o teste de tetrazólio em *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae), Masetto et al. (2009) não observaram diferenças entre as concentrações utilizadas. Todavia, a solução de tetrazólio 0,5% e o tempo de 12 horas dificultaram a interpretação das classes de viabilidade, devido à formação de coloração escura bastante uniforme nos embriões. Todavia, no presente trabalho o tempo de embebição de duas horas foi suficiente para permitir a coloração e avaliação em ambos lotes.

Para lotes de sementes de *Poecilanthe parviflora* Benth., Valadares et al. (2009) obtiveram coloração adequada do tetrazólio em duas horas de embebição. Para lotes de menor qualidade fisiológica pode ser necessário um tempo adicional de embebição para permitir adequada coloração. Conforme a Tabela 2, esse fato

pode ter ocorrido no tratamento 0,5 TZ 4h, superestimando a qualidade fisiológica do lote 2007.

Tabela 2. Viabilidade de dois lotes de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), armazenados em câmara fria, e avaliados pelo teste de tetrazólio.

Tratamento	2007- SV (%)	2008- SV (%)
0,5 TZ 2h	35c	70a
0,5 TZ 4h	73a	75a
1,0 TZ 2h	38c	83a
1,0 TZ 4h	57b	70a
CV (%)	15	8

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem pelo Teste de Duncan a 5%.

Legenda: SV- sementes viáveis.

Em trabalho com leucena, Costa e Santos (2010) relataram que a solução de tetrazólio a 1% promoveu coloração muito intensa das sementes, dificultando a interpretação do teste.

Os resultados alcançados no presente trabalho concordam com as indicações para as espécies em geral, das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), que recomendam concentrações de 0,5 até 1,0% da solução de tetrazólio e períodos de coloração de 6 a 24 horas. É possível que, no presente trabalho, a remoção do tegumento das sementes tenha favorecido a absorção mais rápida da solução de tetrazólio pelos tecidos.

Melhor visualização da coloração dos tecidos de sementes de coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Becc) foi obtida por Fernandes et al. (2007), com embebição em solução de tetrazólio a uma concentração de 0,5%, por quatro horas. Trabalhando com sementes de *Parkia velutina* Benoist (Mendes et al., 2009) e de *Sesbania virgata* (CAMARGOS et al., 2008) também foi observada, para avaliar a viabilidade das sementes dessas espécies, a melhor combinação de concentração de 0,5% do sal de tetrazólio e período de embebição de duas horas.

Trabalhando com sementes de capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana* L.) (Poaceae), Maia et al. (2011) utilizaram com eficiência para avaliação da viabilidade, a concentração do sal de tetrazólio de 0,5%, por 2,5 horas.

Para avaliar a viabilidade de sementes de palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata* L.), Ribeiro et al. (2010) também verificaram superioridade da concentração de tetrazólio de 0,5% e tempo de embebição de 4h, a 35°C.

Sugere-se, por motivo de economia de reagentes, a utilização da solução de tetrazólio com concentração de 0,5% e tempo de exposição de duas horas. Esta combinação de concentração de solução e período de imersão das sementes na solução do sal de tetrazólio permitiu uma intensidade e uniformidade de coloração nos tecidos dos embriões. Além disso, possibilitou melhor separação entre os padrões de coloração apresentados, refletindo com maior clareza os resultados, tanto do teste de germinação como da emergência em casa-de-vegetação (Tabela 1).

As sementes de goiabeira-serra possuem germinação lenta e desuniforme, portanto, o emprego do teste de tetrazólio poderia otimizar a previsão da qualidade fisiológica das sementes.

Por se tratar de um teste rápido na análise de sementes, fornecendo menor tempo na obtenção de resultados em comparação ao teste de germinação, o teste de tetrazólio vem sendo recomendado para avaliação de sementes de várias espécies florestais, como: *Cedrela fissilis* (cedro), *Jacaranda micranta* (caroba), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) e *Hovenia dulcis* (uva-do-japão) (AMARAL e ALCALAY, 1997); *Aspidosperma discolor* (guatambu-vermelho) e *Tabebuia alba* (ipê-amarelo) (MATTEUCCI et al., 1999); *Albizia hasslerii* (farinha-seca) (ZUCARELI et al., 2001); *Astronium graveolens* (guaritá), *Jacaranda cuspidifolia* (jacarandá) e *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) (FOGAÇA, 2003); *Peltophorum dubium* (canafístula) (OLIVEIRA et al., 2005); *Gleditschia amorphoides* (sucará) (FOGAÇA et al., 2006); *Lafoensia pacari* (mangaba-brava) (MENDONÇA et al., 2006).

2.2.3 Classificação dos Níveis de Viabilidade

Na Figura 2 está representada a classificação dos níveis de viabilidade estabelecidos no teste de tetrazólio para sementes de goiabeira-serrana. Foram consideradas as seguintes características como critérios para a classificação das

sementes: 1- tecidos com coloração vermelha brilhante uniforme ou rósea vivo, típicos de tecido sadio (viável); 2- tecidos com coloração branca, amarelada ou creme, característicos de tecidos mortos; 3- tecidos com coloração vermelho escuro intenso, indicativos de tecidos em deterioração, e 4- percentual de tecidos coloridos ou não coloridos.

A partir da coloração apresentada pelos embriões foram definidas duas categorias de sementes viáveis e duas categorias de sementes não viáveis (Figura 2). A descrição das classes de viabilidade foi a seguinte: Viável A- 100% de viabilidade e tecidos firmes; Viável B- mais que 50% dos tecidos coloridos e firmes; Inviável C- mais que 50% dos tecidos não coloridos e tecidos internos amolecidos e, Inviável D- 100% dos tecidos não coloridos.

Os padrões de tonalidade observados na secção interna das sementes variaram do branco/creme (semente morta) ao vermelho forte (semente viável). A coloração branca foi encontrada, principalmente, na região da radícula e raramente nos cotilédones.

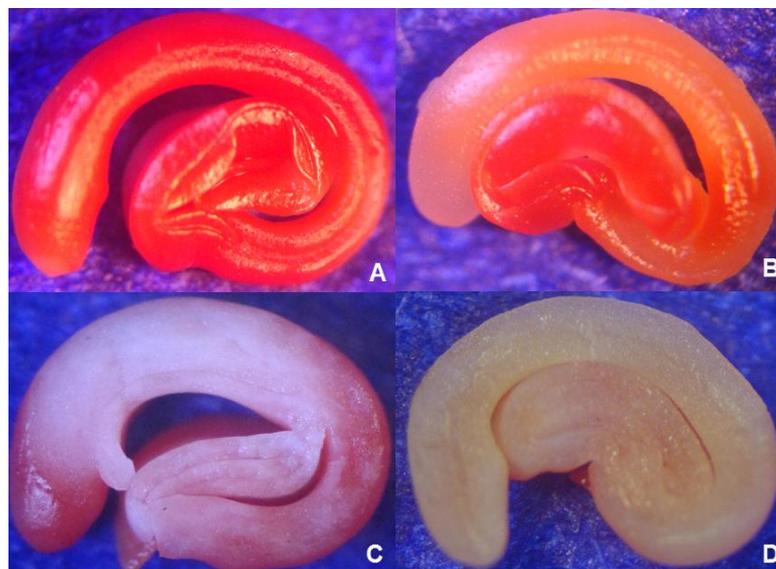


Figura 2. Classificação dos níveis de viabilidade pelo teste de tetrazólio em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.): A- 100% de viabilidade e tecidos firmes; B- mais que 50% dos tecidos vermelho-vivo com tecidos firmes; C- mais que 50% dos tecidos não coloridos ou rosa escuro e tecidos internos amolecidos e, D- 100% dos tecidos não coloridos.

Para a *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae), Masetto et al. (2009) estabeleceram cinco classes de viabilidade. Sarmento et al. (2011) ao realizarem experimento

preliminar para estabelecer os níveis de viabilidade em goiabeira-serrana, também definiram cinco níveis.

A definição do número de classes vai depender da coloração das sementes, características morfológicas da espécie e dos tratamentos aplicados, sendo que, para diferentes espécies, distintos níveis de classes podem ser propostos. Embora o presente trabalho tenha como base a proposta de Masetto et al. (2009), foi possível definir com clareza e segurança apenas quatro classes.

Correlação do Teste de Tetrázólio, TG e ECV

Os valores dos coeficientes de correlação entre os resultados dos testes de germinação, emergência em casa-de-vegetação e de tetrázólio estão apresentados na Tabela 3.

Para o teste de germinação houve correlação positiva para os tratamentos 0,5 TZ 2 h ($r = 0,85$) e 1,0 TZ 2 h ($r = 0,79$). Para a emergência em casa-de-vegetação houve correlação positiva apenas para o tratamento 0,5 TZ 2 h ($r = 0,71$).

Correlação positiva e significativa entre esses testes e o teste de tetrázólio também foi observada em sementes florestais para sementes de leucena, por Costa e Santos (2010).

Em espécies herbáceas, correlação positiva e significativa entre esses testes também foi encontrada em abobrinha (BARROS et al., 2005) e melancia (NERY et al., 2007).

Os resultados de viabilidade obtidos no teste de germinação e tetrázólio devem ser semelhantes, conforme Ferreira et al. (2004), permitindo diferenças de até cinco pontos percentuais entre ambos. Ocorrendo diferença superior a este valor, as razões podem ser devido à amostragem, presença de sementes dormentes na amostra, presença de elevado número de sementes com danos mecânicos e ocorrência de fungos (FRANÇA-NETO, 1999).

Embora a subjetividade na interpretação dos resultados obtidos no teste de tetrázólio, há relevantes estudos que o correlacionem com os testes de germinação e emergência em casa de vegetação. Nesse sentido, pode-se avaliar a qualidade fisiológica das sementes de goiabeira-serrana de forma rápida, considerando-se a lenta e desuniforme germinação e emergência da espécie.

Esses resultados confirmam a possibilidade de utilização do teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade de sementes de goiabeira-serrana, conforme já observado em diversas espécies florestais, como imbuia (*Ocotea porosa*) e *Eugenia pleurantha* (MASETTO et al., 2009); leucena (COSTA e SANTOS, 2010); *Poecilanthe parviflora* Bentham (VALADARES et al., 2009), dentre outros.

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear simples de Pearson (r) entre os resultados do teste de tetrazólio e os dos testes de germinação (TG) e emergência de plântulas em casa-de-vegetação (ECV) em sementes de *Acca sellowiana* O. Berg.

	0,5 TZ 2h	0,5 TZ 4h	1 TZ 2h	1 TZ 4h
TG	0,85*	0,50	0,79*	0,42
ECV	0,71*	0,15	0,51	0,28

Legenda: *= Correlação significativa ao nível de 5%.

A interpretação dos resultados obtidos neste trabalho permite inferir que o teste de tetrazólio pode ser utilizado com eficiência na determinação da viabilidade de sementes de goiabeira-serrana.

CONCLUSÃO

- O teste de tetrazólio permite, para sementes de goiabeira-serrana, o estabelecimento de distintos níveis de viabilidade, com base na coloração e firmeza dos tecidos.

- A utilização da solução de tetrazólio a 0,5%, por duas horas, a 40°C, é eficiente para a coloração de sementes de goiabeira-serrana.

- Há correlação significativa entre o teste de tetrazólio e os testes de germinação e emergência em casa-de-vegetação, indicando ser este teste eficiente na avaliação da viabilidade de sementes de goiabeira-serrana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. M. I.; ALCALAY, N. Emprego do teste de tetrazólio em cinco espécies florestais do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Curitiba: ABRATES, 1997. p. 221.
- BARROS, D.I.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.165-171, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CAMARGOS, V.N.; CARVALHO, M.L.M.; ARAÚJO, D.V.; MAGALHÃES, F.H.L. Superação de dormência e avaliação da qualidade de sementes de *Sesbania virgata*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1858-1865, 2008. http://www.editora.ufla.br/site/_adm/upload/revista/32-6-2008_26.pdf
- COSTA, C. J.; SANTOS, C. P. dos. Teste de tetrazólio em sementes de leucena. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 066-072, 2010.
- DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R.; NODARI, R.O. **Goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Série Frutas Nativas 5; Jaboticabal: Funep, 2000, 66p.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, n. 71, p. 428-434, 1958.
- FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; MOTTA, M.S. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. e *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn., num banco de sementes em solo de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.24-31, 2004.
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, L.M.de; TONETTI, O.A.O; DAVIDE, A.C. Comparação da viabilidade de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake – Leguminosae Caesalpinioideae, pelos teste de germinação e tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p.73-79, 2007.
- FRANCO, E. T. H.; FERREIRA, A. G. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. et Planch. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.
- FERNANDES, R.C.; MAGALHÃES, H.M.; LOPES, P.S.N.; BRANDÃO JÚNIOR, D.S.; FERNANDES, R.C.; GOMES, J.A.O.; PAULINO, M.A.O.; CARNEIRO, P.A.P. Elaboração da metodologia de aplicação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade das sementes de coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Becc). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.1004-1007, 2007.

FOGAÇA, C.A.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, M.M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U.C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p.101-107, 2006.

FOGAÇA, C. A. Padronização do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de três espécies florestais. 53 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; ANDRADE, R. N. B. Comportamento germinativo das sementes de goiabeira-serana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret -MYRTACEAE) de duas procedências. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes, 2003, Gramado. **Informativo ABRATES**. Londrina: ABRATES, 2003, p. 341-341.

MAIA, F. C.; FILHO, E.C.; GRIMM, H.; MAIA, M. de S.; FURTADO, L. Proposta metodológica para o teste de tetrazólio em sementes de *Eleusine coracana* L. Gaertn. **Revista Científica Rural**, URCAMP, Bagé-RS., v.13, n.1, p.207-21.2011.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1964.

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

MASETTO, T.E.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J.M.R.; SILVA, E.A.A. DA; REZENDE, R. K.S. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelos testes de germinação e tetrazólio. **Agrarian**,v.2, n.5, p.33-46. 2009.

MATTEUCCI, M. B. A.; GUIMARÃES, N. N. R.; TIVERON FILHO, D. Utilização do teste de tetrazólio na verificação da viabilidade de germinação de três espécies do cerrado: peroba-de-domo (*Aspidosperma subincanum* Mart.), guatambu-vermelho (*Aspidosperma discolor* A. DC.) e ipê-amarelo (*Tabebuia alba* (Cham.) Sandw.), armazenadas em câmara fria por 3, 4 e 5 anos. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 186, 1999.

MENDES, A.M. da S.; BASTOS, A.A.; MELO, M.G.G. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae-Mimosoideae). **Acta Amazonica**, v.39, n.4, p.823-828, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/aa/v39n4/v39n4a10.pdf>

MENDONÇA, E. A. F.; COELHO, M. F. B.; LUCHESE, M. Teste de tetrazólio em sementes de mangaba-brava (*Lafoensia pacari* St.-Hil. – Lythraceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 33 - 38, 2006.

NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Semina**, v.28, n.3, p.365-372, 2007.

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

PINTO, T.L.F.; BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CICERO, S.M. Avaliação da viabilidade de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth.- Fabaceae- Faboideae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.208-214, 2008.

RIBEIRO, L.M.; GARCIA, Q.S.; OLIVEIRA, D.M.T.; NEVES, S.C. Critérios para o teste de tetrazólio na estimativa do potencial germinativo em macaúba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.4, p.361-368, 2010.

ROVERSI, T.; THEISEN, G. Teste de tetrazólio. **Informativo Fundacep**, v.12, n.1, p.1-2, 2005.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C.; FOGAÇA, C.A.; MÔRO, F.V.; COSTA, R.S. Viabilidade de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith e Downs (branquilho)– Euphorbiaceae– pelo teste de tetrazólio. **Científica**, v.34, n.1, p.39-45, 2006. <http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/viewFile/27/12>

SARMENTO, M.B.; VILLELA, F. A.; SANTOS, K. L. DOS; SILVA, A. C. S. DA. Teste de tetrazólio na avaliação da viabilidade de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.). In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **XVII Congresso Brasileiro de Sementes**, ABRATES, 2011. v. 21.

SILVA, L.M. da. Superação de dormência de diásporos de cajazeira (*Spondias mombin* L.). 2003. 66p. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2003.

STATSOFT, INC. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Versão 10.0. Tulsa, OK: StatSoft, Inc. E-mail: info@statsoft.com, Disponível em: <http://www.statsoft.com>. Acesso 25 de maio de 2011.

VALADARES, J.; PAULA, R. C. de.; MÔRO, F. V. Germinação, desenvolvimento de plântulas e teste de tetrazólio em *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae-Faboideae). **Científica**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.39 - 47, 2009

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

CAPÍTULO III

OSMOCONDICIONAMENTO COM POLIETILENOGLICOL 6000 EM SEMENTES DE GOIABEIRA-SERRANA (*Acca sellowiana* O. Berg.)

RESUMO

A goiabeira-serrana é uma espécie frutífera nativa do Sul do Brasil e Uruguai que vem se destacando pelo potencial de uso comercial, ornamental e na recomposição de áreas degradadas. Pesquisas têm demonstrado a lenta e desuniforme germinação da espécie. O trabalho objetivou verificar o efeito do osmocondicionamento com PEG 6000 na qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana. Foram testados dois níveis de PEG, 100 e 200g/L⁻¹ e quatro tempos de embebição (8; 16; 24 e 32h). As variáveis analisadas foram germinação, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas em casa-de-vegetação, tempo médio de emergência, índice de velocidade de emergência em casa-de-vegetação e comprimento da parte aérea de plântulas. Foi realizada análise de regressão para todas as variáveis avaliadas. Houve efeito significativo do osmocondicionamento com PEG 6000 na melhoria da qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana. O osmocondicionamento com PEG 6000 promoveu aumento expressivo na germinação e emergência em casa-de-vegetação, bem como reduziu o tempo médio de germinação e emergência. O condicionamento osmótico com PEG 6000 favorece a expressão da qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana. O tempo de embebição de 32h, com solução de PEG 6000, permite melhor performance fisiológica das sementes de goiabeira-serrana.

Palavras-chave: espécie florestal, priming, polietilenoglicol 6000, embebição.

OSMOCONDITIONING WITH POLYETHYLENE GLYCOL 6000 IN SEEDS OF BRAZILIAN GUAVA (*Acca sellowiana* O. Berg.)

ABSTRACT

Brazilian guava is a native fruit species that has presented a great potential due to its quality as commercial, ornamental and to recover degraded areas. Preliminary researches have showed a low and uneven germination of seeds. This work aims to verify the effect of osmoconditioning with polyethylene glycol 6000 in the physiological quality of Brazilian guava seeds. It was tested two levels of PEG, 100 and 200 g/L⁻¹ and four times of imbibition (8; 16; 24 e 32h). Evaluated variables were the germination test, index of speed germination, mean time of germination, emergency in greenhouse, mean time of emergency and length of seedlings. It was performed regression analysis for all analysed variables. There was a significant effect of osmoconditioning with PEG 6000 to promote better physiological quality of Brazilian guava seeds. Osmoconditioning promoted an expressive increase in germination and emergency in greenhouse as well as reducing mean time of germination and emergency. Osmoconditioning with PEG 6000 can be used efficiently to promote better physiological quality of Brazilian Guava seeds.

Index terms: tree species, seed priming, polyethylene glycol 6000, imbibition.

INTRODUÇÃO

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg, Myrtaceae), também conhecida por feijoa ou goiabeira-do-mato, é uma frutífera nativa da América do Sul, mais precisamente do planalto meridional brasileiro (DUCROQUET et al., 2000). Esta espécie apresenta grande potencial de cultivo comercial, devido, principalmente, às características de seus frutos, os quais apresentam sabor único e diferenciado, classificado como doce-acidulado e aromático (DUCROQUET e HICKEL, 1991). Além do consumo dos frutos *in natura*, a goiaba serrana pode ser misturada ao suco de outras frutas como aromatizante e, também, pode ser utilizada na fabricação de sorvete, geléia, doce, licor e outros produtos (DONADIO et al., 2002).

A goiabeira serrana apresenta germinação lenta e desuniforme (SARMENTO et al., 2011), o que implica em desvantagens tanto na avaliação da qualidade da

semente como na produção de mudas em viveiros. Embora a crescente importância desta espécie, são escassos os trabalhos envolvendo o comportamento germinativo, podendo-se citar Leonhardt et al. (2003) e Borges et al. (2008). Uma alternativa para incrementar a velocidade e uniformizar a germinação das sementes é o emprego do condicionamento osmótico.

O condicionamento osmótico de sementes consiste na hidratação controlada suficiente para promover a ativação das fases I e II da germinação, sem que ocorra a protrusão da raiz primária (fase III), relativamente ao padrão trifásico de germinação (BEWLEY e BLACK, 1994).

Se o condicionamento osmótico das sementes é favorável, ocorre o processo de mobilização de reservas, ativação e síntese de enzimas, e início e aumento da síntese de DNA e RNA, disponibilizando às sementes os precursores utilizados na síntese das macromoléculas. Essas sínteses podem estar relacionadas à remoção de certos agentes inibidores da germinação, como o ácido abscísico (ABA), ou à produção de fatores promotores, como o ácido giberélico (JELLER e PEREZ, 2003).

Há grande número de trabalhos sobre o osmocondicionamento com polietilenoglicol (PEG 6000) em sementes de espécies hortícolas. Entretanto, o efeito benéfico do condicionamento osmótico também tem sido relatado para sementes de algumas espécies florestais, embora em número reduzido de trabalhos, podendo-se citar em *Miconia condellana* Triana. (quaresminha) (BORGES et al., 1994) e em *Cedrela fissilis* Vell (cedro-rosa) (CARPI et al., 1996). Porém, em outras espécies, como *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim do campo) não houve incremento da porcentagem, nem da velocidade de germinação com o uso do PEG 6000 (TONIN et al., 2005).

O estudo do osmocondicionamento pode representar uma linha de pesquisa das mais promissoras, particularmente em sementes florestais. Embora alguns trabalhos tenham sido realizados e, em consequência da grande diversidade da flora brasileira, ainda há escassas informações a respeito do condicionamento osmótico de sementes de espécies florestais nativas (LARS, 2000).

Considerando-se a carência de informações sobre a fisiologia da germinação das sementes de espécies florestais arbóreas nativas, e a lenta e desuniforme germinação da goiabeira-serrana, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do osmocondicionamento com PEG 6000 na qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.).

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Germoplasma Utilizado

Foram utilizadas sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.), coletadas em abril de 2011. As sementes são procedentes do Banco Ativo de Germoplasma da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), em São Joaquim, foram coletadas de frutos de três clones de genótipos de progênies de polinização livre.

3.1.2 Pós-Colheita De Sementes

Frutos maduros que já haviam caído das plantas foram coletados em abril de 2011, acondicionados em sacos plásticos e mantidos em refrigerador à temperatura de 7°C. Posteriormente, foram despulpados e lavados em água corrente, com auxílio de peneiras. As sementes foram submetidas à secagem natural, por 72 horas.

3.1.3 Teor de Água

Foram utilizadas duas repetições de 60 sementes. Todos os testes foram realizados em estufa sob temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.1.4 Curva de Embebição

Para determinação da curva de embebição, as sementes foram submetidas à embebição em 15 mL de solução de Polietilenoglicol (PEG 6000) ou água destilada (controle experimental), utilizando três repetições. Após cada período de embebição, determinou-se o teor de água das sementes, pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 h (BRASIL, 2009). As sementes foram acondicionadas em caixas de plástico transparente, com tampa, forradas com duas folhas de papel de filtro. As caixas foram fechadas, vedadas com fita adesiva e posteriormente mantidas em

germinador, a 30°C, com luz branca. As pesagens foram realizadas com 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 28, 32, 36, 48 e 72h.

3.1.5 Osmocondicionamento

As sementes foram colocadas em 100 mL de solução aerada de PEG 6000 em duas concentrações 100 e 200g/L⁻¹ e quatro tempos de embebição (8; 16; 24 e 32h). As soluções foram colocadas em frascos Kitasato, ligados a uma bomba de pressão por tubulações distribuidoras de ar às soluções em câmara tipo BOD, a 20°C.

Após cada período de osmocondicionamento, as sementes foram lavadas superficialmente em água corrente, com a finalidade de eliminar o excesso de PEG, sendo imediatamente secadas em papel toalha; a seguir, foram colocadas para germinar em temperatura constante de 20°C. Utilizou-se papel mata-borrão, com quatro repetições de 20 sementes para cada tratamento.

3.1.6 Teste de germinação

Foi conduzido com quatro repetições de 20 sementes, em germinador tipo BOD, com duração de 20 dias. O fotoperíodo foi de 16h. Considerou-se germinada a semente que apresentou raiz principal igual ou maior que dois milímetros. Juntamente com o teste de germinação também foi avaliado o índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1964) e o tempo médio de germinação, conforme fórmula de Edmond e Drapala (1958).

3.1.7 Emergência de Plântulas em Casa de Vegetação

Foi conduzido em bandejas de isopor com 72 células. Foram utilizadas oito repetições por tratamento e duração de 30 dias. Também foram avaliados o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1964) e tempo médio de emergência (EDMOND e DRAPALA, 1958). Aos 30 dias após o início da emergência, avaliou-se o comprimento de parte aérea, medindo com régua milimetrada do colo da plântula à ponta do ápice caulinar.

3.1.8 Características Avaliadas

As características avaliadas foram: germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1964), tempo médio de germinação (EDMOND e DRAPALA, 1958), emergência de plântulas em casa-de-vegetação (%), índice de velocidade de emergência, comprimento de parte aérea e tempo médio de emergência (EDMOND e DRAPALA, 1958).

3.1.9 Procedimento Estatístico

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Utilizaram-se duas concentrações de PEG 6000 (100 e 200g/L⁻¹) e quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32 horas), com quatro repetições de 20 sementes no teste de germinação e oito repetições de 10 sementes no teste de emergência em casa-de-vegetação.

Os valores do teste de germinação e da emergência em casa de vegetação, obtidos em porcentagem, foram transformados em arco seno. Para as variáveis tempo médio de germinação, tempo médio de emergência e comprimento da parte aérea de plântulas, a transformação utilizada foi logaritmo.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de regressão, sendo os modelos ajustados, se significativos. Utilizou-se o nível de probabilidade de 5%. Análises foram realizadas utilizando-se o Software WINSTAT 2.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2011).

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 Curva de Embebição

A curva de embebição (Figura 1) de sementes de goiabeira-serrana seguiu o modelo trifásico proposto por Bewley e Black (1994). A partir de um teor inicial de água das sementes de 9%, houve rápida absorção inicial nas primeiras duas horas, caracterizando a fase I, com um ganho de umidade expressivo, atingindo teor de água de 37%. A fase I é caracterizada por ser um processo essencialmente físico-

químico, pois independe da atividade metabólica das sementes, podendo ocorrer em sementes viáveis ou não (BEWLEY e BLACK, 1994).

Após duas horas de embebição, com teor de água de 37%, as sementes passaram para 45% em 24 horas de embebição, provavelmente entrando na fase II, caracterizada por lenta absorção de água. A fase II (fase estacionária) caracteriza-se pela estabilização no conteúdo de água e ativação dos processos metabólicos necessários ao início do crescimento do embrião. A duração desta fase e o teor de água na semente dependem do potencial de água do meio, da temperatura e da presença ou não de dormência (CARDOSO, 2008).

Após o período de 24 horas, houve tendência de estabilização na absorção da água. No entanto, até o final do período de avaliação (72 h) nenhuma semente apresentou protrusão da radícula, embora já estivessem há três dias intumescidas. Esses dados confirmam os reportados por Leonhardt et al (2003) e Sarmiento et al (2011) que observaram, respectivamente, 33 e 36 dias após a semeadura para a germinação de sementes de goiabeira-serrana, confirmando a lenta germinação da espécie.

A partir de 24h de embebição, com teor de água superior a 45% observou-se incremento no efeito promotor do PEG 6000, tanto no vigor como na germinação (Figuras 2 à 8). Embebição mais lenta das sementes é importante, pois reduz danos às membranas, permitindo com que essas se reorganizem, passando do estado gel para o estado cristalino líquido e com isso, mantendo elevada a qualidade fisiológica das sementes.

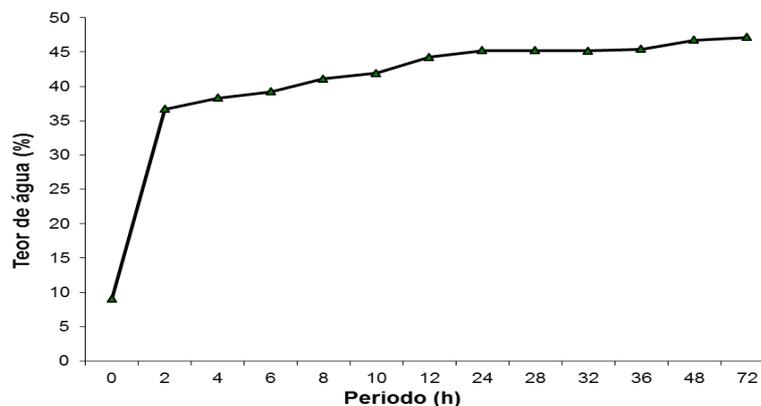


Figura 1. Curva de embebição de sementes de *Acca sellowiana* O. Berg, coletadas em abril de 2011, avaliadas em agosto de 2011.

Resultados semelhantes foram relatados por Garcia e Diniz (2003) que observaram rápida absorção de água nas primeiras 24 horas de embebição em sementes das espécies *Vellozia gigantea* e *Vellozia variabilis* Mart. Ex Schult., e por Franco e Ferreira (2002) para *Didymopanax morototonis* (Aubl.) Dcne. Et Planch.

De acordo com Bewley e Black (1994), a entrada de água na semente é influenciada por suas propriedades, bem como pelas condições do ambiente. O gradiente de potencial hídrico estabelece o sentido da entrada de água na semente, mas é a permeabilidade da semente que define a taxa de entrada de água, sendo esta influenciada pela morfologia, estrutura, composição e conteúdo de umidade natural da semente, havendo também influência da temperatura de embebição.

3.2.2 Osmocondicionamento

A germinação de sementes de goiabeira-serrana em função do período de embebição e concentrações de PEG apresentou tendência de comportamento crescente (Figura 2). Os valores da porcentagem de germinação ajustaram-se ao modelo de regressão cúbico ($r^2=100$), fixando-se 100 g/L-1 de PEG e ao modelo quadrático ($r^2=75,01$), fixando-se 200 g/L-1 de PEG. O nível 100 g/L-1 de PEG apresentou acréscimo expressivo com 32 horas de embebição.

O tratamento com 200g/L-1 de PEG mostrou tendência crescente à medida que aumentou o período de embebição (Figura 2). Os valores mais expressivos de germinação foram encontrados no nível 200g/L-1 de PEG com 32 horas de embebição (Figura 2). Uma provável explicação é que, um maior tempo de embebição permite às sementes osmocondicionadas reativação de enzimas hidrolíticas, proteínas, síntese de DNA, síntese de proteínas de reparo do DNA e enzimas antioxidantes.

Os principais efeitos benéficos do osmocondicionamento ocorrem entre as fases I e II do processo de embebição (VARIER et al., 2010). Além disso, os autores também afirmam que a pré-ativação do ciclo celular é um dos mecanismos pelos quais o osmocondicionamento induz melhoria na performance germinativa em relação às sementes não tratadas.

Períodos muito curtos de embebição podem não resultar em sucesso do osmocondicionamento, enquanto períodos muito prolongados podem permitir a

germinação durante o processo, além de prejudicar o vigor das sementes (NASCIMENTO e COSTA, 2009).

A rapidez com que o processo de embebição ocorreu (Figura 1) pode ter causado danos aos tecidos das sementes de goiabeira-serrana, refletindo na redução da porcentagem de germinação nos períodos iniciais de embebição. Após 16h de embebição, houve tendência crescente nos valores de germinação, atingindo o máximo em 32h.

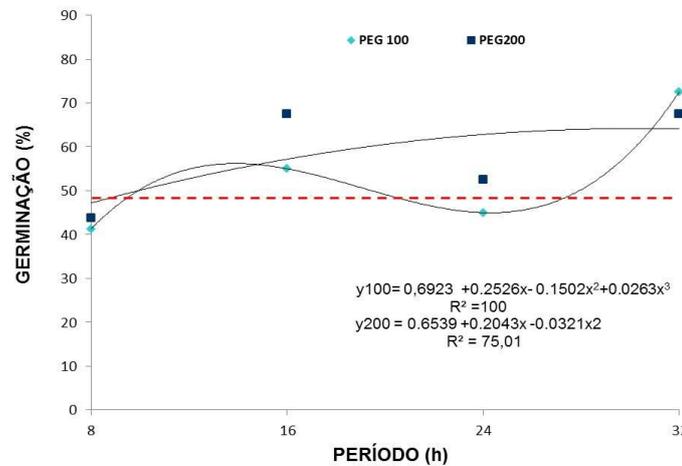


Figura 2. Germinação de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle.

De acordo com Castro e Hilhorst (2004), a água exerce grande influência no processo germinativo observado em sementes pré-hidratadas. Na pré-hidratação, a germinação ocorre mais rápida e mais uniformemente, promovendo o envigoramento das sementes. Neste sentido, a água tem papel fundamental na compreensão da biologia de sementes, particularmente na germinação e no desenvolvimento da planta (VILLELA, 1998).

O IVG de sementes de *Acca sellowiana* (Figura 3) mostrou modelo cúbico ($r^2 = 100$) para a concentração 100g/L⁻¹ de PEG 6000. Houve tendência crescente no aumento do IVG, demonstrando o efeito promotor do PEG 6000 no vigor das

sementes de goiabeira-serrana. Já para a concentração 200g/L^{-1} , a equação de regressão não foi significativa.

O maior tempo de permanência das sementes na fase II, durante o processo de condicionamento osmótico, segundo Bray (1995) permite o início de eventos metabólicos pré-germinativos, que favorecem a germinação posterior. Para muitas espécies estudadas, durante o condicionamento osmótico, não se observa síntese de DNA. Entretanto, poucas horas após o início da germinação em sementes tratadas, observa-se rápido retorno à replicação de DNA e à divisão celular (BRAY, 1995), o que pode explicar a maior velocidade de germinação das sementes de goiabeira-serrana osmocondicionadas.

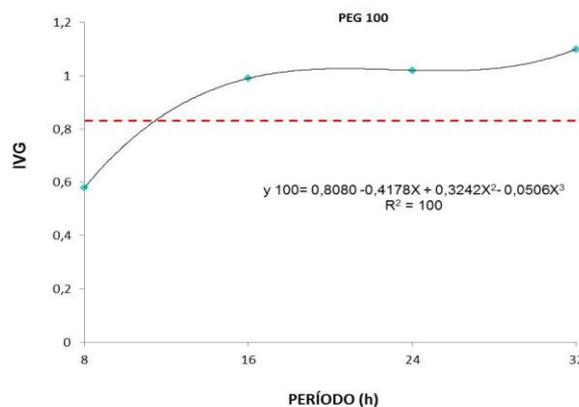


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e 100g/L^{-1} de PEG 6000. A linha horizontal pontilhada indica o controle.

O tempo médio de germinação de sementes de goiabeira-serrana (Figura 4) reduziu em todos os tempos de embebição utilizados, expressando o efeito do osmocondicionamento. O mínimo valor encontrado foi de 6,4 DAS com 24 horas de embebição, no tratamento com 100g/L^{-1} de PEG. A partir de 24h de embebição, houve estabilização da absorção de água, provavelmente caracterizando a fase II. Nesse sentido, é possível que, empregando um período maior de embebição, as sementes tenham reorganizado seu sistema de endomembranas, reativado a síntese de moléculas e reparo do DNA, o que traduziu-se por menor tempo médio de germinação.

Ao comparar com os 9,3 DAS do controle, verifica-se maior vigor exibido pelas sementes osmocondicionadas com PEG 6000.

Para essa variável, a equação de regressão foi ajustada para um modelo cúbico, para ambas concentrações de PEG (100 e 200g/L⁻¹), conforme a Figura 4.

Uma germinação mais rápida e sincrônica é vantajosa para a produção de mudas florestais em viveiros e um estabelecimento mais rápido no local definitivo. Além disso, facilita o trabalho e o planejamento das atividades subseqüentes até a comercialização das mudas.

Assim a redução de tempo de germinação pode resultar em maior sucesso no estabelecimento e na ocupação de uma área, especialmente na semeadura direta (CAMARGO et al., 2002).

O condicionamento com PEG 6000 aumentou a expressão da germinação e do vigor das sementes da espécie arbórea e *Cassia excelsa* Schrad. (cássia-do-nordeste) em temperaturas subótimas e supra-ótimas (JELLER e PEREZ, 2003). Por outro lado, Tonin et al. (2005) não observaram tendência de melhora da viabilidade das sementes de *Pterogyne nitens* Tul (amendoim-do-campo), osmocondicionadas em solução mista de PEG + KNO₃ a 10 °C e 27°C, tanto com o aumento do tempo de exposição do condicionamento, quanto nas diferentes temperaturas (sub, ótima ou supra).

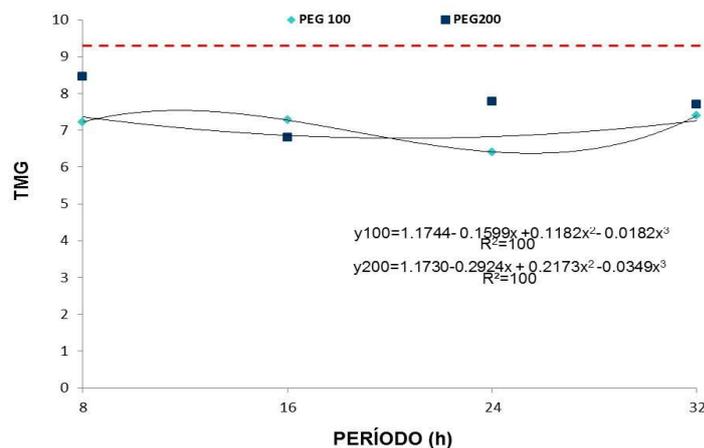


Figura 4. Tempo médio de germinação de sementes (TMG) de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle.

A emergência de plântulas em casa de vegetação mostrou equação de regressão ajustada para o modelo quadrático ($r^2=83,55\%$), para a concentração 100g/L^{-1} de PEG, apresentando valor máximo de 65%, para 8 horas de embebição (Figura 5).

Para a concentração 200g/L^{-1} de PEG, o modelo ajustado foi cúbico ($r^2=100\%$), destacando-se novamente o tempo de 8 horas, com emergência de 59% (Figura 5).

O índice de velocidade de emergência em casa-de-vegetação de sementes de goiabeira-serrana exibiu tendência crescente (Figura 6), demonstrada na equação de regressão quadrática (100g/L^{-1} PEG). Os valores de r^2 foram de 86,66% para a concentração 100g/L^{-1} e 100% para 200g/L^{-1} , o que demonstra a adequação dos modelos de regressão. Assim, verifica-se incremento expressivo no índice de velocidade de emergência à medida que aumenta o tempo de embebição das sementes.

Incremento significativo na porcentagem de emergência e no índice de velocidade de emergência em sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. (babosa do banhado), condicionadas em solução de PEG 6000, também foram observados por Suñe et al. (2002).

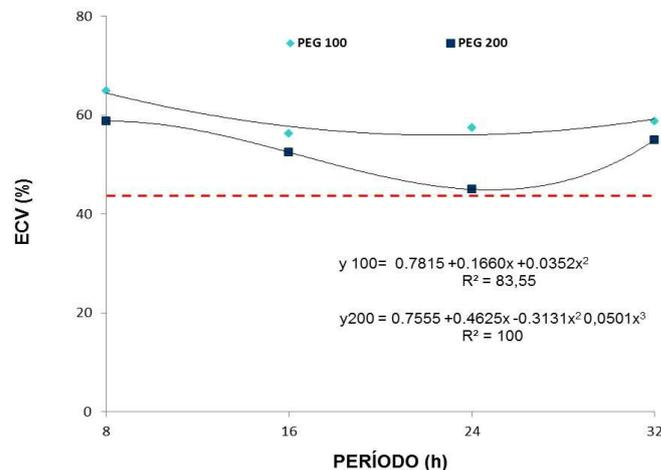


Figura 5. Emergência em casa-de-vegetação de plântulas obtidas de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200 g/L^{-1} . A linha horizontal pontilhada indica o controle.

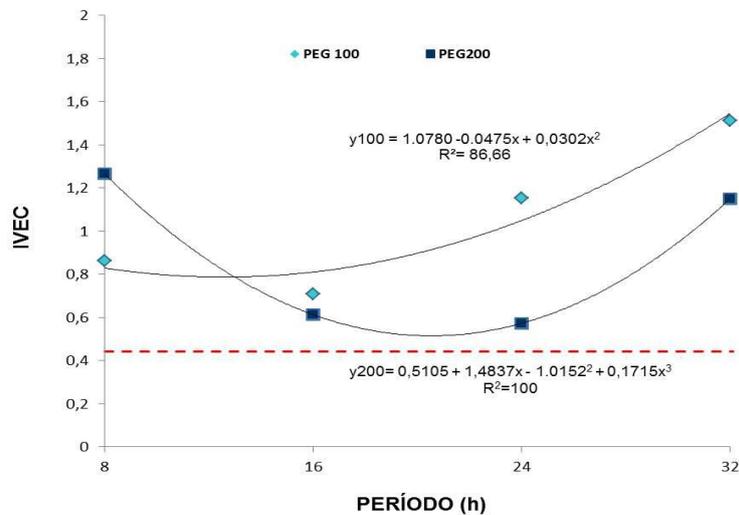


Figura 6. Índice de velocidade de emergência em casa-de-vegetação (IVEC) de plântulas obtidas de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle.

O tempo médio de emergência de plântulas obtidas de sementes de goiabeira-serrana teve marcante influência do osmocondicionamento com PEG 6000, em ambas concentrações utilizadas (Figura 7). As equações de regressão ajustaram-se ao modelo cúbico ($r^2=100\%$), para ambas concentrações de PEG 6000, demonstrando incremento na velocidade de emergência em relação às sementes não osmocondicionadas (7,3 DAS).

Os menores valores de tempo médio de emergência foram de 5,4 e 5,8 DAS, respectivamente para PEG 200g/L⁻¹ e PEG 100g/L⁻¹, ambos com 8 horas de embebição (Figura 7). O tratamento com PEG 100g/L⁻¹ e 24 horas apresentou valor de 5,6 DAS.

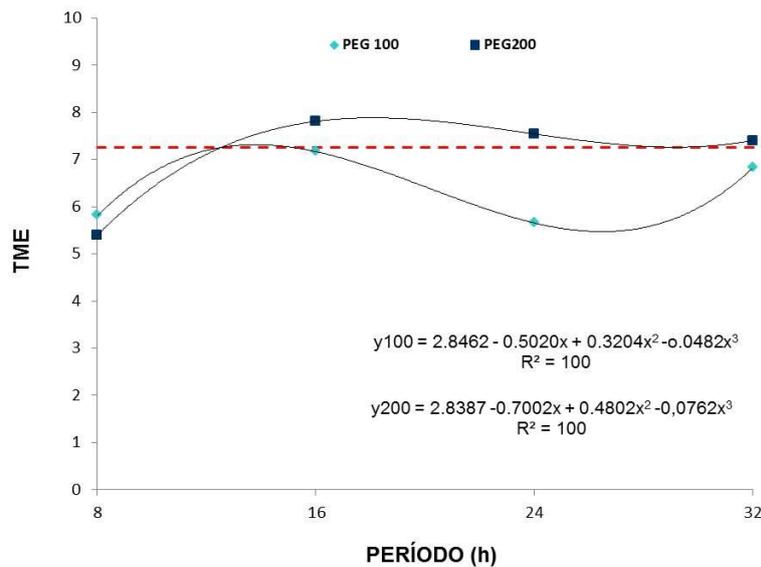


Figura 7. Tempo médio de emergência de plântulas obtidas de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e duas concentrações de PEG 6000, 100 e 200g/L⁻¹. A linha horizontal pontilhada indica o controle.

Para o comprimento de parte aérea de plântulas de goiabeira-serrana, tratamento com PEG 100g/L⁻¹, a regressão não foi significativa. Entretanto, para o tratamento com PEG 200g/L⁻¹, a equação de regressão ajustou-se ao modelo cúbico ($r^2=100\%$), evidenciando estabilização no comprimento da parte aérea de plântulas de goiabeira-serrana (Figura 8). Com 32 horas de embebição, o efeito do PEG passou a ser benéfico às sementes, gerando plantas com maior tamanho comparativamente aos períodos de 16 e 24 horas de embebição.

Apesar de relatado que o efeito benéfico do osmocondicionamento possa ser eficaz nas primeiras fases do desenvolvimento das plântulas (GRAY et al., 1991; Khan et al., 2009), vale ressaltar que, neste trabalho, este fato não foi observado. Ficou evidente que, para o comprimento da parte aérea de plântula, não houve aumento expressivo no comprimento da parte aérea de plântulas provenientes de sementes osmocondicionadas em comparação às sementes não tratadas.

Uma provável explicação é que um maior tempo de embebição das sementes osmocondicionadas, no caso 32h, pode ter permitido um melhor ajuste metabólico,

síntese de biomoléculas, reparo do DNA e síntese de organelas, com isso as sementes puderam, nas 32h, melhor expressar sua performance fisiológica.

Problemas fisiológicos decorrentes da rápida embebição de sementes e benefícios da hidratação lenta tem sido relatados.

A velocidade da embebição pode ser importante, pois a rápida entrada de água pode causar danos às sementes muito secas (ELLIS et al., 1990). Uma embebição mais lenta por sua vez possibilita maior tempo para a reorganização e/ou reparação das membranas (SUNG e CHANG, 1993).

A rápida entrada de água na fase I pode causar alterações na permeabilidade das membranas devido à mudança do estado gel para o estado liquido-cristalino, característico das membranas normalmente hidratadas. Essas alterações promovem o vazamento de solutos para o meio, sendo esta perda reduzida com o retorno à configuração liquido-cristalina (CARDOSO, 2008).

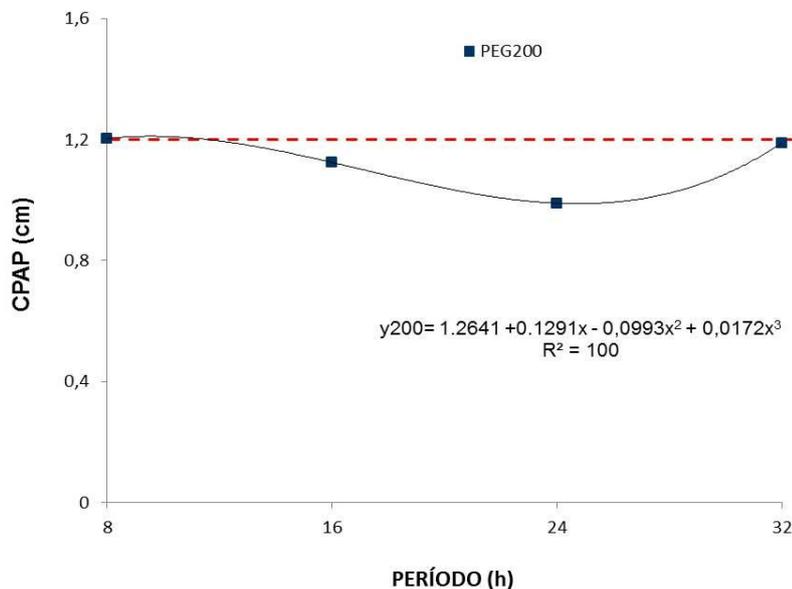


Figura 8. Comprimento de parte aérea de plântulas (CPAP) de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg) obtidas de sementes osmocondicionadas durante quatro períodos de embebição (8; 16; 24 e 32h) e 200g/L⁻¹ de PEG 6000. A linha horizontal pontilhada indica o controle.

CONCLUSÃO

- O condicionamento osmótico com Polietilenoglicol 6000 favorece a expressão da qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana.

- A solução de Polietilenoglicol 6000, na concentração de 100g/L^{-1} , com o tempo de embebição de 32h, permite melhor performance fisiológica das sementes de goiabeira-serrana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BORGES, E.E.L.; SILVA, L.F.; BORGES, R.C.G. Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Miconia condolleana* Triana.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p.90-94, 1994.

BORGES, A.da F.; TOMAZ, Z.F.P.; CONTREIRA, C.L.; GONÇALVES, M. A.; RUFATO, A. R. Comportamento germinativo de sementes de goiabeira serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.). Resumo Expandido. **XVII CIC e X ENPÓS**, Universidade Federal de Pelotas, 11 à 14 de novembro de 2008.

BRAY, C.M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. p.767-789.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 395p. 2009.

CARPI, S.M.F.; BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.271-275, 1996.

CASTRO, R.D.; HILHORST, R.H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004, p.149-162.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K. and IMAKAWA, A. M. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, v.10, n. 4, p. 636-644. 2002.

CARDOSO, V. J. M.; Germinação. In: **Fisiologia Vegetal**. KERBAUY, G. B. Editora Guanabara Koogan, 2ª Edição, R.J. 431p, 2008.

DONADIO, L. C.; MORO, F.V.; SERVIDONE, A.A. **Pitanga**. In: Frutas Brasileiras. Novos Talentos, Jaboticabal, p.240-243, 2002.

DUCROQUET J.P.H.J.; HICKEL, E.R. Fenologia da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg) no alto vale do Rio do Peixe, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.3, p.313-320, 1991.

DUCROQUET, J.P.H.J., HICKEL, E., R., NODARI, R. O. **Goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 5)

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, n. 71, p. 428-434, 1958.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. Effect of moisture content and method of rehydration on the susceptibility of pea seeds to imbibition damage. **Seed Science and Technology**, v.18, n. 1, p. 131-137. 1990.

FRANCO, E. T. H.; FERREIRA, A. G. Tratamentos pré-germinativo em sementes de *Didymopanax morototoni*(Aubl.). **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.

GARCIA, Q.S.; DINIZ, I.S.S. Comportamento germinativo de três espécies de Velloziaceae dos campos rupestres de Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 487-494. 2003.

GRAY, D.; STECKEL, J.R.A.; DREW, R.L.K.; KEEFE, P.D. The contribution of seed characters to carrot plant and root size variability. **Seed Science and Technology** v.19, n.3, p. 655-664. 1991.

KHAN, H.A.; AYUB, C.M.; PERVEZ, M.A.; BILAL, R.M., SHAHID, M.A.; ZIAF,K. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annum* L.) at seedling stage. **Soil & Environment**, v. 28, n. 1, p. 81-87. 2009.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J. G.de A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.9, p.1025- 1034, 2003.

LARS, S. **Guide to handling of tropical and subtropical forest seeds**. Denmark: Borch Tryc A/S, 2000. 512p.

LEONHARDT, C.; CALIL, A.C.; ANDRADE, R.N. Comportamento germinativo das sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret - MYRTACEAE) de duas procedências. In: XIII **Congresso Brasileiro de Sementes**, 2003, Gramado. Informativo ABRATES. Londrina : ABRATES, 2003. v. v. 13. p. 341-341.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. WinStat, sistema para análise estatística para Windows. Versão 2.0. Pelotas: UFPel/NIA. 2011.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1964.

NASCIMENTO, W.M.; COSTA, C.J. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças In: NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. EMBRAPA, DF, Brasília, 432 p, 2009.

SARMENTO, M.B.; VILLELA, F. A.; SANTOS, K. L. DOS; SILVA, A. C. S. DA. Teste de tetrazólio na avaliação da viabilidade de sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg.). In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **XVII Congresso Brasileiro de Sementes**, ABRATES, 2011. v. 21.

SUNG, F. J. M.; CHANG, Y. H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. **Seed Science & Technology**. v.21, p. 97-105. 1993.

SUÑE, A.D.; FRANKE, L.B.; SAMPAIO, T. G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.18-23, 2002.

TONIN, G.A.; GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PERES, S.C.J. G.A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, p.35-43, 2005.

VARIER, A.; VARI, A.K.; DADLANI, M. The subcellular basis of seed priming. **Current Science**, v. 99, n. 4, p. 450-456, 2010.

VILLELA, F.A. Water relations in seed biology. **Scientia Agricola**, v.55, p. 98-101. 1998.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tese abordou trabalhos de pesquisa envolvendo tecnologia de sementes para avaliação e incremento na qualidade fisiológica de sementes de goiabeira-serrana. Essa espécie vem se destacando devido ao seu potencial ornamental, paisagístico e como fruteira, podendo também ser utilizada na recomposição de áreas degradadas e na mata ciliar.

Os artigos aqui apresentados mostraram que a espécie tem germinação e crescimento inicial lento e plântulas frágeis, o que pode constituir-se em problema para o estabelecimento e a regeneração em áreas naturais, bem como na produção de mudas em viveiros.

Na avaliação da viabilidade das sementes de goiabeira-serrana sugere-se o emprego do teste de tetrazólio devido à sua alta eficiência, praticidade e rapidez na obtenção de resultados.

Para a expressão do potencial fisiológico das sementes desta espécie, a técnica do osmocondicionamento com PEG 6000 pode ser utilizada com eficiência, visando incrementar o vigor e a germinação, e reduzindo o tempo médio de germinação e emergência das plântulas. Nesse sentido, sugere-se testar novas combinações de concentrações de PEG 6000, diferentes tempos de embebição, até que as sementes alcancem o final da fase II. Além disso, também seria relevante investigar o efeito dos procedimentos de secagem após o osmocondicionamento sobre a qualidade fisiológica das sementes de goiabeira-serrana.