**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE
SEMENTES DE *Inga uruguensis* HOOK. ET ARN.**

DENISE AUGUSTA CAMARGO BILIA
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. JULIO MARCOS FILHO

**Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz” da
Universidade de São Paulo para
Obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Fitotecnia**

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Março - 1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Bilia, Denise Augusta Camargo

Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Inga uruguensis* Hook.
et Arn. / Denise Augusta Camargo Bilia. - - Piarcicaba, 1997.
88 p. : il.

Tese (doutorado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Ingá 2. Mata ciliar 3. Planta para cobertura 4. Revegetação 5. Semente
(armazenamento) I. Título

CDD 635.964
583.32

**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE
SEMENTES DE *Inga uruguensis* HOOK. ET ARN.**

Denise Augusta Camargo Bilia

Aprovada em 12/05/97.

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Julio Marcos Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. Ivor Bergemann de Aguiar	FCVA/UNESP-Jaboticabal
Profa Dra. Denise C.F.Santos Dias	Universidade Federal de Viçosa
Profa. Dra. Beatriz Appezzato da Glória	ESALQ/USP
Dra. Ana D. L. Coelho Novembre	ESALQ/USP

Prof. Dr. Julio Marcos Filho
Orientador

Dedico este trabalho à Dona Augusta, minha Mãe, pelo seu amor, dedicação e interminável paciência durante toda a minha vida e, principalmente, nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Desejo agradecer às pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho e em especial:

Ao Prof. Dr. Julio Marcos Filho, pela orientação segura, incentivo e amizade.

A Dra. Ana D.L.C. Novembre e ao Prof. Dr. Walter Rodrigues da Silva pelo apoio, atenção e amizade.

A Helena P. Chamma pela sua inestimável ajuda, possibilitando a utilização comunitária do laboratório. Aos funcionários Ilze Helena C.D. das Neves, Hodair Banzatto Junior, João E. Jabur Filho, João B. Bigeli e Carlos A. Carlet, por toda a ajuda que me deram.

A Dra. Maria Heloisa Duarte de Moraes pelas análises fitopatológicas e a Dra. Denise C.P. Garcia pela identificação taxonômica das plantas.

As bibliotecárias Eliana M.G. Sabino e Kátia M.A. Ferraz pela colaboração na revisão das referências bibliográficas.

Ao Instituto de Botânica pela oportunidade de aperfeiçoamento e, em especial aos amigos Angela M. Maluf, Claudio José Barbedo, Yuri Tavares Rocha e Armando R. Tavares, pela amizade, incentivo constante e divisão dos trabalhos.

Ao Nando e a Vera, pela energia com que transformam nossa vida em família numa grande comemoração e que tornou a coleta das sementes uma verdadeira aventura.

As minhas amigas Cris, Silvaninha e Mel, pelo respeito e carinho com que cuidam dessa amizade sem tamanho que nos une.

Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida.

A FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto.

A Prefeitura de Piracicaba pela autorização para a colheita dos frutos.

A todos que me ajudaram a realizar este trabalho e a enfrentar os momentos difíceis

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Importância e características da espécie.....	4
2.2. Conservação de sementes recalcitrantes.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Primeiro experimento.....	21
3.1.1. Testes para avaliação da qualidade das sementes.....	23
3.1.1.1. Germinação.....	24
3.1.1.2. Condutividade Elétrica.....	26
3.1.1.3. Grau de umidade.....	27
3.1.1.4. Procedimento estatístico.....	27
3.2. Segundo experimento.....	30
3.2.1. Procedimento estatístico.....	31
4. RESULTADOS.....	34
4.1. Primeiro Experimento.....	34
4.1.1. Teor de água.....	35
4.1.2. Germinação.....	36
4.1.3. Primeira contagem do teste de germinação.....	43
4.1.4. Condutividade elétrica.....	44
4.2. Segundo Experimento.....	49
4.2.1. Teor de água.....	49
4.2.2. Germinação.....	50
4.2.3. Primeira contagem do teste de germinação.....	55
4.2.4. Condutividade elétrica.....	56
5. DISCUSSÃO.....	60
5.1. Tolerância das sementes à desidratação.....	63
5.2. Conservação da qualidade fisiológica das sementes no armazenamento.....	72
6. CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

LISTA DE TABELAS

Página

1. Tratamentos correspondentes à primeira, segunda e terceira coletas sementes de <i>Inga uruguensis</i> do primeiro experimento.....	25
2. Esquema de análise de variância dos dados obtidos nos testes de avaliação das sementes para a primeira e terceira coletas do primeiro experimento	29
3. Esquema de análise de variância dos dados obtidos nos testes de avaliação das sementes para a segunda coleta do primeiro experimento	29
4. Tratamentos referentes às sementes de <i>Inga uruguensis</i> coletadas em 19/01/06, na região de Piracicaba/SP e armazenadas em ambientes distintos durante 90 dias	33
5. Esquema de análise de variância dos dados obtidos nos testes de avaliação das sementes do segundo experimento	33
6. Valores médios e coeficientes de variação referentes ao teor de água (%) das sementes de <i>Inga uruguensis</i> correspondentes à primeira (tratamentos A1 a A7), segunda (tratamentos A8 a A13) e terceira coletas (tratamentos A14 a A20) em cinco épocas de armazenamento	41
7. Valores médios e coeficientes de variação referentes à germinação (%) das sementes de <i>Inga uruguensis</i> correspondentes a primeira (tratamentos A1 a A7), segunda (tratamentos A8 a A13) e terceira coletas (tratamentos A14 a A20) em cinco épocas de armazenamento	42

8. Valores médios e coeficientes de variação referentes à primeira contagem do teste de germinação (%) das sementes de *Inga uruguensis*, correspondentes à primeira (tratamentos A1 a A7), segunda (tratamentos A8 a A13) e terceira coletas (tratamentos A14 a A20) em cinco épocas de armazenamento 47
9. Valores médios e coeficientes de variação referentes à condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) das sementes de *Inga uruguensis* correspondentes à primeira (tratamentos A1 a A7), segunda (tratamentos A8 a A13) e terceira coletas (tratamentos A14 a A20) em cinco épocas de armazenamento, com base no peso seco..... 48
10. Valores médios e coeficientes de variação referentes ao teor de água (%) de sementes de *Inga uruguensis* correspondentes aos tratamentos em cinco épocas de armazenamento 53
11. Valores médios e coeficientes de variação referentes a germinação(%) de sementes de *Inga uruguensis* correspondentes aos tratamentos em cinco épocas de armazenamento..... 54
12. Valores médios e coeficientes de variação referentes à primeira contagem da germinação (%) de sementes de *Inga uruguensis* correspondentes aos tratamentos em cinco épocas de armazenamento..... 58
13. Valores médios e coeficientes de variação referentes a condutividade elétrica ($\mu\text{mhos}/\text{cm}/\text{g}$) de sementes de *Inga uruguensis* correspondentes aos tratamentos em cinco épocas de armazenamento, com base no peso seco 59

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Aspectos gerais constatados em sementes e plântulas de *Inga uruguensis* durante a realização dos testes de germinação..... 28
2. Variação de temperatura e umidade do ar na sala de armazenamento durante o segundo experimento 32

TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Inga uruguensis* (HOOK. ET ARN.)

Autor: Denise Augusta Camargo Bilia

Orientador: Prof. Dr. Julio Marcos Filho

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido no laboratório de análise de sementes do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, em Piracicaba/SP, durante os anos de 1995 e 1996, utilizando-se frutos e sementes recém-colhidos de *Inga uruguensis* Hook. et Arn., coletados na região de Piracicaba, SP.

O estudo foi planejado com o objetivo de obter informações relativas ao comportamento das sementes quanto à resistência à dessecação e conservação do poder germinativo durante o armazenamento. Procurou-se determinar o teor crítico de água para manutenção da viabilidade e sua possível relação com a integridade das membranas, além de estabelecer

bases para o desenvolvimento de tecnologia adequada ao armazenamento das sementes. A pesquisa envolveu dois experimentos: o primeiro compreendeu a coleta de frutos e a extração de sementes que, após diferentes períodos de secagem com ar aquecido a 30°C, resultou em diversos tratamentos (teores de água). Estas sementes foram avaliadas quanto à qualidade fisiológica, para detectar os graus crítico e letal de umidade para a espécie e, em seguida, embaladas em sacos de polietileno (2 mm de espessura do plástico), armazenadas em câmara fria (10°C e 90% UR) durante 60 dias. Conduziram-se avaliações periódicas do teor de água, germinação e vigor (primeira contagem do teste de germinação e condutividade elétrica). O segundo experimento constou da avaliação do desempenho de frutos, sementes com sarcotesta e sementes nuas armazenadas com graus de umidade selecionados após o primeiro experimento, durante 90 dias em ambientes distintos (câmara fria a 10°C e 90% UR e ambiente de laboratório), através dos testes já mencionados.

A análise dos dados e interpretação dos resultados permitiram concluir que:

- Sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. apresentam limite de tolerância à desidratação e comportamento característico de sementes recalcitrantes. O grau crítico de umidade das sementes está em torno de 35% e o letal, entre 21 e 22% de água.

- A desidratação parcial até 49-51% de água e posterior armazenamento em sacos de polietileno, fechados, a 10⁰C, possibilita a conservação da qualidade fisiológica das sementes durante 45 a 60 dias após a colheita.

**DESICCATION TOLERANCE AND SEED STORAGE POTENTIAL
OF *Inga uruguensis* HOOK. ET ARN.**

Author: Denise Augusta Camargo Bilia

Adviser: Prof. Dr. Julio Marcos Filho

SUMMARY

Fresh-harvested seeds of *Inga uruguensis* Hook. et Arn., considered as recalcitrant seeds, were used in the present study that was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Department of Agriculture, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, University of São Paulo (Piracicaba / SP/ Brazil) during 1995 and 1996.

The study was conducted with the main objective of obtaining information concerned to the inga seed performance during storage, and included the evaluation of the critical moisture content, which is crucial to preserve the viability, as well as its possible relationship with membrane integrity. This study also represented an attempt to suggest an efficient

procedure to store inga seeds, as to improve the possibility of their usage, in forestry programs, mainly the ones related to the recovery of riparian forests.

The research comprised in two experiments, the first concerned to the harvest of inga's fruits, followed by the extraction and drying of the seeds, obtain seed samples possessing different water contents. Initially the seeds were evaluated for their viability and vigor, in order to determine the critical water content. After these evaluations, seeds were stored in polyethylene bags (thickness=2mm), at 10°C and 90% relative humidity, during 45-60 days, to allow the study of seeds performance during storage.

The second experiment was concerned to the storage for 90 days, which involved different ways to preserve the seeds: inside the fruit, involved by the mucilaginous pulp, or naked seeds. These treatments were associated to different seed water contents and storage conditions, i.e., cold chamber (10°C and 90% UR) and the laboratory environmental conditions (temperature and relative humidity recorded during the whole experimental period). Seed quality was evaluated by the standard germination, first count and electrical conductivity tests.

The analysis of the results allowed the following conclusions:

- Seeds of *Inga uruguensis* do not exhibit high tolerance to desiccation and may be considered as recalcitrant. The critical water content was near 35 g/kg and the lethal moisture content near 210 and 220 g/kg.
- The partial desiccation up to 490-510 g/kg water content, followed by storage in polyethylene bags at 10°C allowed the preservation of seed physiological quality up to 60 days after harvesting.

1- INTRODUÇÃO

As florestas ciliares ou ripárias compreendem as formações vegetais que ocorrem ao longo dos cursos de água (Rizzo *et al.* 1972), margeando bacias hidrográficas, reservatórios e nascentes. Desempenham papel de destaque na proteção de recursos hídricos, assegurando a manutenção das nascentes, dos cursos de rios e córregos.

Apesar de serem consideradas áreas de preservação permanente e contarem com proteção da legislação, a vegetação natural tem sentido as consequências da ação predatória e indiscriminada causada pela exploração humana. Estas atividades têm provocado distúrbios ambientais, como o assoreamento dos leitos dos rios pela erosão e distúrbios para a vida silvestre, que dependem da mata para sua preservação (Mantovani *et al.* 1989).

Estudos visando o melhor conhecimento das espécies típicas dessa comunidade são considerados fundamentais para o desenvolvimento de

métodos adequados para o manejo e a conservação do sistema vegetação/fluxo de água.

A espécie *Inga uruguensis* Hook. et Arn., conhecida por ingá ou angá, ocorre com frequência em matas ciliares do estado de São Paulo (Burkart, 1979; Mattos, 1983). Em virtude de suas sementes serem dispersadas pela água, assume importante papel na recuperação de áreas degradadas ao longo dos rios, córregos e nascentes.

A propagação da espécie ocorre através de sementes. Sua utilização dentro de programas de recuperação de áreas degradadas e reflorestamento depende diretamente da manipulação adequada das sementes e, portanto, dos cuidados observados no período pós-colheita.

As sementes de ingá, apesar de pouco estudadas, são consideradas recalcitrantes, ou seja, sensíveis à desidratação e com baixa longevidade. As sementes recalcitrantes apresentam determinados graus de umidade que necessitam ser identificados adequadamente. Assim, a viabilidade é reduzida quando desidratadas abaixo de determinado limite (grau de umidade crítico), enquanto graus de umidade letais estão relacionados à perda total da viabilidade. Estas características, encontradas em várias espécies tropicais,

dificultam a conservação pós-maturidade fisiológica, mesmo por períodos curtos de tempo. Desta forma, também é possível a produção de mudas, com o aproveitamento imediato das sementes após a colheita. A implicação final, ainda que essa espécie seja extremamente importante, é a sua utilização em menor escala nos projetos de recuperação de áreas degradadas.

Há necessidade, portanto, do desenvolvimento de tecnologia para o manejo e conservação das sementes de ingá, envolvendo estudos visando verificar, principalmente, sua tolerância à dessecação e os teores de água considerados críticos, para manutenção da viabilidade. A literatura praticamente não inclui informações detalhadas sobre a conservação das sementes de ingá.

Diante do exposto, esta pesquisa visou o estudo do comportamento das sementes durante o armazenamento, procurando obter informações sobre sua resistência à dessecação e identificar graus de umidade críticos para a conservação da viabilidade. Estes conhecimentos básicos são indispensáveis para o planejamento e execução da secagem e armazenamento e, assim, fornecem subsídios para viabilizar o uso adequado das sementes em programas de recuperação de matas nativas.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância e características da espécie

O ingá pertence a um gênero de árvores leguminosas de zonas neotropicais úmidas compreendendo mais de 200 espécies (Pritchard *et al.*, 1995).

O *Inga uruguensis* Hook. et Arn. pertence à família Mimosaceae (Cronquist, 1981). Segundo Pio Corrêa (1969), é comum em diversas regiões das Américas Central e do Sul; no Brasil ocorre desde Minas Gerais e São Paulo até o Rio Grande do Sul. No estado de São Paulo é encontrada, com frequência, em matas mesófilas semidecíduas e matas ciliares; trata-se de uma espécie arbórea com características de pioneira, extremamente abundante nas áreas sazonalmente inundadas das margens dos rios (Lieberg, 1990).

Além de sua função de proteção e recuperação de solos (Pritchard *et al.*, 1995), como agente de estabilização de solos, particularmente dos ácidos, as espécies de ingá são plantadas em associação com culturas de café e cacau (Maixner & Ferreira, 1978), fornecendo sombra e mantendo a fertilidade do solo. São plantas produtoras de néctar e pólen, sendo muito procuradas por abelhas (Maixner & Ferreira, 1978). Sua madeira é de densidade moderada ($0,58\text{g/cm}^3$), de baixa durabilidade natural, podendo ser usada para caixotaria, confecção de brinquedos, lápis, entre outros (Lorenzi, 1992). A casca do caule possui 10 a 15% de substâncias taníferas, com utilização em cortumes (Sanchotene, 1989).

A espécie também se caracteriza por possuir folhagem densa e persistente, verde-amarelada e com brotações de coloração ferrugínea. Apresenta muitas ramificações, o que lhe confere copa característica, ampla e arredondada, que facilita a identificação (Sanchotene, 1989). Para o estado de São Paulo, de acordo com Figliolia (1993), os estudos apontam florescimento anual durante a fase inicial da estação chuvosa (outubro/novembro), com duração de 43 a 45 dias. A formação dos frutos, a partir do início do florescimento, demanda 108 a 122 dias.

O fruto de ingá é um legume alongado, indeiscente, com pericarpo típico, amarelo, de aspecto glabro, com as margens lisas (Oliveira & Beltrati, 1994). Quando estão próximos de se desligarem fisiologicamente da planta, esses frutos apresentam evolução da cor de verde-claro a amarelo-esverdeado e/ou amarelo. De acordo com Figliolia (1993) a identificação do ponto de maturidade fisiológica das sementes pode ser feita através da avaliação do tamanho e da capacidade germinativa das sementes, bem como da alteração da cor dos frutos.

A presença de uma polpa branca, rica de açúcares, em torno da semente é uma característica constante nas sementes do ingá (Poncy, 1984), conferindo-lhe um padrão estrutural não encontrado em qualquer outro gênero de Mimosaceae (Poncy, 1985). Essa camada polposa da semente resulta da diferenciação da epiderme externa da testa, que forma longos pêlos unicelulares, ricos em açúcares, constituindo uma sarcotesta (Oliveira & Beltrati, 1993).

As sementes são anátropas, de contorno elíptico, podendo sua forma sofrer pequenas variações de acordo com a quantidade de polpa que a envolve. Encontram-se todas inseridas do mesmo lado do fruto, ligadas a ele

pelo funículo. São exalbuminosas, o material de reserva está contido somente nos cotilédones. O eixo-embrionário é constituído pelo nó cotiledonar e pelo eixo hipocótilo-radícula curto e reto, totalmente encoberto pelos dois cotilédones (Oliveira & Beltrati, 1994). Segundo os autores, o fenômeno da poliembrionia foi amplamente verificado nas sementes de *Inga fagifolia* Willd. estudadas, onde vários embriões se encontravam dentro de um único envoltório seminal, com cotilédones apresentando formas muito irregulares, estando fortemente incrustados um no outro.

2.2. Conservação de sementes recalcitrantes

Os estudos referentes ao armazenamento de sementes de ingá são escassos e têm indicado a dificuldade em conservá-las por longo período. Castro & Krug (1951) afirmaram que as sementes praticamente não passam por um período de repouso, germinando rapidamente, mesmo quando as sementes ainda estão no interior da vagem. Verificaram, também, que o armazenamento foi possível por apenas 15 dias após a coleta.

Bacchi (1961) citou que as sementes de *Inga edulis* Mart. retiradas do fruto e conservadas, com ou sem a mucilagem que as envolvem, perderam

totalmente sua vitalidade em questão de uma a duas semanas. Lorenzi (1992) relatou que a viabilidade das sementes de *I. uruguensis* não ultrapassa 15 dias, quando armazenadas em condições naturais. Para as sementes de *Inga affinis* DC., armazenadas em sacos de papel à temperatura ambiente, a capacidade germinativa foi perdida 20 dias após a colheita (Lieberg & Joly, 1993). Estes autores não mencionaram o teor de água crítico das sementes.

Os dados relativos ao comportamento das sementes durante o armazenamento sugerem ser o ingá pertencente ao grupo de espécies tropicais, como a seringueira (*Hevea brasiliensis*, M. Arg.), o cacau (*Theobroma cacao* L.) e a manga (*Mangifera indica* L.), consideradas pela literatura como recalcitrantes (King & Roberts, 1979) ou sensíveis à dessecação (Hanson, 1984) e com baixa longevidade.

A conceituação de sementes recalcitrantes geralmente se baseia na resposta ou tolerância à perda de água. A característica singular dessas sementes é a de que não há secagem sem que haja danos (Roberts, 1973). A inabilidade de sobreviver à secagem, torna-as inadequadas ao armazenamento nas condições geralmente recomendadas para as sementes

ortodoxas e, conseqüentemente, a sua viabilidade dificilmente é conservada durante o armazenamento (Finch-Savage, 1992).

De acordo com Roberts & King (1980), as sementes destas espécies normalmente não sofrem secagem natural na planta-mãe, sendo liberadas com elevado teor de água. Se este for reduzido abaixo de um valor crítico, geralmente alto, a perda de viabilidade pode ser drástica, podendo ocorrer, em muitos casos, a morte dessas sementes. Mesmo que o grau de umidade seja mantido em nível adequado durante o armazenamento, a longevidade é relativamente baixa e variável de acordo com a espécie, desde alguns dias até poucos meses. Estes autores relataram que as sementes recalcitrantes são produzidas por muitas espécies nativas de ambientes aquáticos e por espécies perenes que adotaram, no decorrer do processo evolutivo, uma estratégia de reprodução na qual as sementes, geralmente de tamanho grande, são liberadas a intervalos regulares, em ambientes relativamente úmidos. Assim, a sobrevivência da espécie ao longo do tempo dependeria mais do hábito de crescimento perene da planta do que da longevidade das unidades de dispersão.

Quanto à recalcitrância, Farrant *et al.* (1988) observaram que existem diferenças entre o comportamento de sementes de certas espécies, no que se refere à tolerância à perda de água e às baixas temperaturas durante o armazenamento; destacaram a existência de uma escala contínua em que essas sementes podem ser classificadas como altamente, moderadamente ou pouco recalcitrantes. Estas suportam perda mais intensa de água antes de exibir queda de viabilidade, como o carvalho (*Quercus* spp) e a araucária (*Araucaria hunsteini* K. Schum.). As espécies moderadamente recalcitrantes, por sua vez, são originárias dos trópicos, podendo ser conservadas por várias semanas sob grau de umidade relativamente elevado, como o cacau e a seringueira. As altamente recalcitrantes germinam rápida e imediatamente após a liberação pela planta matriz. Nesta categoria, a tolerância à dessecação é muito pequena e, conseqüentemente, o período de armazenamento também é reduzido; inclui espécies da floresta tropical ou de ambiente aquático, onde predominam condições de alta umidade relativa durante todo o ano.

Desse modo, verifica-se que o comportamento das espécies recalcitrantes está intimamente relacionado não apenas ao componente

genético que determina a longevidade, como também à sua distribuição ecológica e geográfica.

A terminologia referente aos teores de água que nessas sementes levariam à perda completa da viabilidade e aqueles a partir dos quais as sementes começariam a perder sua viabilidade, tem sido discutida e alterada.

Andrade & Cunha (1996) revisaram a bibliografia procurando reunir as informações referentes à terminologia utilizada para caracterizar as relações entre o teor de água e a viabilidade de sementes recalcitrantes. Sasaki (1980), citado por Andrade & Cunha (1996), numa das primeiras tentativas de quantificar a tolerância à desidratação, usou o termo “grau crítico de umidade” para descrever o grau de umidade a partir do qual a desidratação seria letal (provocaria perda da vitalidade). Para caracterizar esta mesma situação foram utilizadas as expressões “menor grau de umidade de segurança” (Tompsett, 1986, citado por Andrade e Cunha, 1996), “grau de umidade limite para a sobrevivência” (Probert & Longley, 1989), e “grau de umidade letal” (Hong & Ellis, 1992). Para indicar o teor de água coincidente com o início da queda de germinação (perda da viabilidade) foram usadas as expressões “grau crítico de umidade” (Pritchard & Prendergast, 1986;

Probert & Longley, 1989 e Pritchard, 1991) e “menor grau de umidade de segurança” (Hong & Ellis, 1992).

Apesar do grau de umidade mínimo tolerado pelas sementes variar entre as espécies recalcitrantes, geralmente é representado por um valor relativamente alto, dentro dos limites de 12 a 31%, Roberts, (1973). As sementes de cacau, por exemplo, tornam-se intolerantes à dessecação quando atingem 27% de água (Hor *et al.*, 1984). No entanto, estes valores podem ser mais elevados como no caso de sementes de *Dryobalanops aromatica* Gaertn., que perdem a viabilidade quando os teores de água atingem níveis inferiores a 35% (Chin, 1988), de seringueira, 30-35% (Cícero *et al.*, 1986) e de pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), 38% (Eira *et al.*, 1994).

Conforme referência anterior, em um dos primeiros estudos realizados com sementes de ingá, Bacchi (1961) detectou o início da perda de viabilidade quando o grau de umidade das sementes de *I. edulis* Mart. atingiu níveis próximos a 35%.

As razões, mecanismos ou eventos, pela qual a dessecação causa a perda da viabilidade de sementes recalcitrantes ainda não estão totalmente

esclarecidas. Pesquisas têm sido conduzidas buscando elucidar aspectos relacionados com a sensibilidade à dessecação.

Leomis & Battaile (1966), citados por Chin (1988), afirmaram que sementes de várias espécies tropicais têm a estabilidade das membranas celulares comprometida ao sofrerem o processo de dessecação, liberando o conteúdo intracelular (compostos fenólicos e oxidases fenólicas) que, após oxidação, acarreta a formação de complexos de proteína/fenol, com consequente perda de atividade enzimática. Ainda com relação a esse aspecto, Bewley (1979) considerou que a tolerância à desidratação dos tecidos vegetais estaria relacionada a características como: capacidade de limitar os danos até um nível reparável, manutenção da integridade fisiológica durante o estado dessecado, até que o metabolismo possa ser reativado rapidamente após a reidratação, e ativação de um mecanismo de reparo após a reidratação visando reter ou recuperar a integridade das membranas. Em tecidos hidratados, a água é fundamental como solvente para diversas reações químicas realizadas em membranas celulares, as quais são essenciais à manutenção da sua estrutura macromolecular (Vertucci & Leopold, 1987).

Villiers (1973), trabalhando com sementes de alface, comentou que a capacidade de limitação dos danos pela desidratação, até certo grau de umidade, pode ser relacionada com a eficiência dos mecanismos de reparo da integridade das membranas. Berjak *et al.* (1984), considerando que as sementes possuem água livre, facilmente removida através da secagem, e água de constituição, fortemente associada às macromoléculas, afirmaram que a desidratação acentuada das sementes recalcitrantes promove, provavelmente, a remoção não só da água livre, como também de parte da água de constituição, resultando na perda de estabilidade dos componentes subcelulares, inclusive membranas. Isto levaria à perda de integridade do plasmalema, tonoplasto e outras membranas e, conseqüentemente, à perda de viabilidade das sementes. Além disso, Farrant *et al.* (1989) sugeriram que a sensibilidade à dessecação de sementes recalcitrantes pode estar relacionada com os eventos iniciais do processo de germinação; sob este ponto de vista, tais sementes podem ser comparadas às ortodoxas durante a embebição para germinação, porque a abscisão destas sementes não paralisa o início dos eventos subcelulares que culminam com a protrusão da radícula. Finalmente, Finch-Savage (1992) considerou que a perda de água estrutural ou remoção

da água celular livre determina o teor crítico de água, que varia acentuadamente entre as sementes recalcitrantes.

Baseados na hipótese de que sementes sensíveis à dessecação são incapazes de reorganizar o sistema de membranas durante a embebição, ao contrário do que vários estudos têm demonstrado para sementes ortodoxas, Becwar *et al.* (1982) realizaram pesquisas sobre os mecanismos de deterioração possivelmente associados à liberação de exsudatos em sementes de *Acer saccharinum* L. e palmeira areca (*Chrysalidocarpus lutescens* (Boryl) Wendl.). Os resultados mostraram que, para *Acer*, houve aumento marcante na liberação de exsudatos quando o grau de umidade foi reduzido de 45 para 35%, acompanhado por uma diminuição na percentagem de germinação de 97 para 5%. As membranas de tecidos de sementes sensíveis à dessecação mostraram-se danificadas pela desidratação quando o grau de umidade atingiu o valor crítico de 55% em embriões de palmeira areca, o que contribuiu para a perda de viabilidade.

Para avaliação da integridade das membranas, podem ser utilizados alguns métodos. Assim, o fluxo de eletrólitos indica o nível de retenção de solutos pela membrana (Simon & Raja-Harum, 1974); baixos níveis de

liberação de solutos caracterizam a semipermeabilidade natural das membranas, enquanto níveis elevados sugerem a existência de danos à membrana (Becwar *et al.*, 1982). Oliveira & Valio (1992), pesquisando o efeito do teor de água na germinação de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gom.), classificaram-nas como recalcitrantes e verificaram correlação negativa entre a germinação e fluxo de eletrólitos e substâncias orgânicas, tanto para sementes inteiras como para embriões excisados. Sugeriram que a perda de viabilidade dessas sementes, durante o armazenamento, pode ser causada por danos às membranas celulares, como resultado da desidratação.

A secagem de sementes de manga e de *Euphoria longan* (Lour.) Steud. até próximo a 40% de água e de lichia (*Litchi chinensis* (Sonn.)) até 21-22% de água, causou perda completa da viabilidade e do vigor de sementes, que foi acompanhada pelo aumento nos valores de solutos lixiviados e pela redução da atividade das enzimas fosfatases ácida e desidrogenase, evidenciando as modificações ocorridas, principalmente nos sistemas de membranas e enzimático, a partir de eixos embrionários (Fu *et al.*, 1990).

Priestley & Williams (1985), buscando conhecer as causas da perda de viabilidade de sementes sensíveis à dessecação, verificaram que sementes de cacau tornaram-se inviáveis quando o teor de água foi reduzido de 36 para 12%. Estes autores observaram que a desidratação dos cotilédones acarretou mudanças na composição dos ácidos graxos e decréscimo no conteúdo de fosfolipídeos da membrana, fatos que poderiam afetar a integridade das membranas, provocar a exsudação de constituintes celulares durante a hidratação dos tecidos e contribuir para a perda de viabilidade, em sementes recalcitrantes.

Mackersie & Stinson (1980) também estudaram as causas da liberação de solutos em sementes de espécies tolerantes e sensíveis à desidratação, submetidas a períodos de até 6 horas de embebição. As curvas obtidas seguiram um modelo bifásico de liberação de exsudatos das sementes com o decorrer da embebição onde, inicialmente, estas exibiram rápida lixiviação de solutos e, após 30 minutos, a velocidade de lixiviação mostrou-se constante até a sexta hora de embebição. Entretanto, a velocidade de liberação de solutos em sementes sensíveis à desidratação, foi significativamente superior à das sementes tolerantes à desidratação.

Os trabalhos que estudaram os padrões de lixiviação de solutos por embriões, como os conduzidos por Becwar *et al.* (1982) com palmeira areca e Andrade (1994) com palmito (*Euterpe edulis* (Mart.)), mostraram que os embriões se comportaram de maneira semelhante às sementes inteiras.

Além do teor de água da sementes, a temperatura é outro fator muito importante para a conservação do poder germinativo durante o armazenamento.

A sensibilidade a baixas temperaturas exibidas pelas sementes recalcitrantes é bastante evidente, sendo importante considerar que as sementes da maioria das espécies, inclusive as ortodoxas, quando suficientemente úmidas, mostram-se sensíveis à redução da temperatura, especialmente quando esta atinge valores inferiores a 0°C. Os danos por resfriamento em sementes úmidas são, provavelmente, associados com a formação de cristais de gelo e, normalmente, ocorrem associados a teores de água superiores a 14-20% (Roberts, 1972).

Nas sementes recalcitrantes, a sensibilidade ao frio está relacionada também ao fato de não tolerarem teores de água muito baixos, sendo preciso considerar que a maioria das espécies recalcitrantes se desenvolvem e são

adaptadas às condições tropicais, o que contribui para uma certa intolerância a baixas temperaturas (Chin, 1988; Oliveira & Valio, 1992).

As razões desta sensibilidade não estão completamente esclarecidas. Wolfe (1978) sugeriu que a redução da fluidez dos lipídios das membranas, que ocorre durante o resfriamento, pode resultar em alterações na espessura e permeabilidade da membrana e afetar a atividade enzimática. Boroughs & Hunter (1963), trabalhando com cacau, relacionaram a redução da viabilidade, em função do declínio da temperatura, à possível ausência de substâncias protetoras (tolerantes ao frio), necessidade de uma determinada temperatura específica para as reações metabólicas ou, ainda, a liberação de materiais tóxicos, seguida de alteração na permeabilidade das membranas, induzida pelo frio.

Face ao exposto, observa-se a importância e a necessidade de estudos relativos às sementes recalcitrantes, fundamentalmente de espécies nativas como *I. uruguensis*. Através da aquisição de conhecimentos quanto ao comportamento dessas sementes no período pós-colheita, às técnicas adequadas para sua conservação, às condições mais adequadas para

manipulação, essa espécie poderá ser utilizada de modo mais racional e melhor aproveitada dentro dos diversos programas florestais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no laboratório de sementes do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, em Piracicaba/SP .

Foram utilizados frutos e sementes de *I. uruguensis*, coletados na região de Piracicaba/SP, nos anos de 1995 e 1996. Piracicaba situa-se a 546 m de altitude, 47°38’00’’ de longitude e 22° 42’30’’ de latitude sul. A identificação taxonômica do material botânico foi realizada por taxonomista e o mesmo encontra-se no Herbarium Rioclarense (HBRC), do Instituto de Biociências, UNESP- Rio Claro/SP.

3.1. Primeiro experimento

O primeiro experimento, envolvendo três colheitas manuais, duas em janeiro de 1995 e a terceira em janeiro de 1996, foi realizado com frutos

produzidos por 15 matrizes existentes no Parque Ecológico da Rua do Porto, município de Piracicaba/SP.

O processo de maturação foi acompanhado através da observação da cor dos frutos, conforme recomendação de Figliolia (1993), quando os frutos apresentavam alteração da cor de verde para amarelo-esverdeado.

Após cada uma das colheitas, as sementes foram imediatamente retiradas da vagem. Em seguida, a polpa mucilaginosa externa que reveste a semente (sarcotesta) foi removida manual e individualmente; e efetuou-se a homogeneização manual das sementes para a constituição de um lote. Posteriormente, este foi dividido em 6 ou 7 amostras de mesmo peso, conforme a disponibilidade de sementes em cada colheita, dando origem aos diversos tratamentos utilizados neste experimento. Uma das amostras, a testemunha, foi avaliada quanto ao teor de água e à qualidade fisiológica inicial, através dos testes de germinação e de condutividade elétrica. Imediatamente após, foi dividida em 3 ou 4 partes iguais, dependendo do período planejado para o armazenamento, e armazenadas em saco de polietileno transparente, com 30 x 40 cm (espessura de 2 mm), volume de 6,5 litros e resistente a trocas gasosas; estas embalagens foram preenchidas

até cerca de $\frac{1}{4}$ do seu volume total. Após a retirada do ar com bomba de sucção, foram fechadas com fita adesiva e armazenadas em câmara fria (10°C/ 90%UR).

As outras amostras de cada coleta foram submetidas à secagem durante diferentes períodos em câmara com ventilação forçada e com ar aquecido a 30°C, até atingirem diferentes graus de umidade, constituindo os demais tratamentos. Buscou-se, com a secagem, obter amostras com graus de umidade decrescentes. À medida em que esses graus de umidade eram atingidos, as sementes eram avaliadas quanto à sua qualidade fisiológica. Partindo de cada teor de água atingido procedeu-se o armazenamento das sementes, durante 45 (coleta II) ou 60 dias (coleta I e III), nas mesmas condições adotadas para a testemunha. Os tratamentos resultantes das três coletas encontram-se na Tabela 1.

3.1.1. Testes para avaliação da qualidade das sementes

Durante o armazenamento foram realizados os testes de avaliação da qualidade das sementes, com intervalos quinzenais.

3.1.1.1. Germinação

Conduzido com 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento, distribuídas em rolos de papel toalha e colocadas em germinador sob temperatura constante de $30^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (Barbedo & Bilia, 1994). As contagens foram efetuadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas no final do ensaio. Considerou-se normais as plântulas que possuíam parte aérea e sistema radicular desenvolvidos e proporcionais, não se estabelecendo tamanho mínimo. Nas sementes poliembriônicas o mesmo critério foi utilizado, para pelo menos um dos embriões. Na Figura 1 (A, B, C e D) podem ser visualizados exemplos de plântulas consideradas normais e anormais, estas últimas por diferentes critérios.

Tabela 1. Tratamentos correspondentes à primeira, segunda e terceira colheitas de sementes de *Inga uruguensis* do primeiro experimento.

Tratamentos	Colheita (data)	Grau de umidade (%)	Armazenamento
A1	I (14/01/95)	57,4	60
A2	I (14/01/95)	47,8	60
A3	I (14/01/95)	40,8	60
A4	I (14/01/95)	35,1	60
A5	I (14/01/95)	32,7	60
A6	I (14/01/95)	25,2	60
A7	I (14/01/95)	21,4	60
A8	II (29/01/95)	58,6	45
A9	II (29/01/95)	41,7	45
A10	II (29/01/95)	33,5	45
A11	II (29/01/95)	26,5	45
A12	II (29/01/95)	18,6	45
A13	II (29/01/95)	14,3	45
A14	III (07/01/96)	57,4	60
A15	III (07/01/96)	51,4	60
A16	III (07/01/96)	45,9	60
A17	III (07/01/96)	42,9	60
A18	III (07/01/96)	38,5	60
A19	III (07/01/96)	32,4	60
A20	III (07/01/96)	28,5	60

Foram também computadas as porcentagens de plântulas normais identificadas aos sete dias após a semeadura, para cada tratamento. Essa porcentagem foi considerada como a primeira contagem do teste de germinação, sendo utilizada como índice de vigor das sementes.

3.1.1.2. Condutividade Elétrica

Efetuada com 4 repetições de 25 sementes, pesadas com precisão de 0,01g e, a seguir, colocadas em copos plásticos contendo 75ml de água destilada, em estufa incubadora tipo BOD, a 25°C, durante 24 horas. Após este período, efetuou-se a leitura da condutividade elétrica da solução de exsudatos liberados, utilizando-se aparelho DIGIMED CD-20 (AOA, 1983) . Os resultados foram expressos em $\mu\text{mhos/cm/g}$, obtendo-se a condutividade média por tratamento, com base no peso da matéria seca das sementes.

3.1.1.3. Grau de Umidade

Realizado com 4 repetições de 20 sementes, em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso das sementes úmidas (Brasil, 1992).

3.1.1.4. Procedimento estatístico

Os dados de germinação, foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$, de acordo com Steel & Torrie (1980), para aproximação da distribuição normal dos dados. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 6 ou 7 tratamentos e 4 repetições. Compararam-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os esquemas de análise para as coletas se encontram nas Tabelas 2 e 3.

Figura 1. Aspectos gerais constatados em sementes e plântulas de *I. uruguensis* durante a realização dos testes de germinação. A- plântulas anormais: ausência de parte aérea, B- plântulas anormais: ausência do sistema radicular ou sistema radicular pouco desenvolvido e/ou desproporcional à parte aérea. C e D- plântulas normais, E e F- plântulas normais poliembriônicas.

Tabela 2. Esquema de análise de variância dos dados obtidos nos testes de avaliação das sementes para a primeira e terceira colheitas do primeiro experimento.

Causas de variação	GL
Teor de água (A)	6
Período de armazenamento (P)	4
Teor de água * Período (A x P)	24
Resíduo	105
Total	139

Tabela 3. Esquema de análise de variância dos dados obtidos nos testes de avaliação das sementes para a segunda colheita do primeiro experimento.

Causas de variação	GL
Teor de água (A)	5
Período de armazenamento (P)	3
Teor de água * Período (A x P)	15
Resíduo	72
Total	95

3.2. Segundo experimento

Em 19/01/96, de 20 matrizes pertencentes a diferentes maciços que margeiam o rio Piracicaba, em Piracicaba, São Paulo, foram colhidos frutos de *I. uruguensis* que, após homogeneização, constituíram um lote.

A qualidade das sementes foi avaliada, inicialmente, através de determinação do grau de umidade, testes de germinação e de condutividade elétrica, usando-se os mesmos procedimentos descritos para o primeiro experimento.

Foram adotadas para compor os tratamentos, três formas distintas de conservação da semente: frutos (sementes no interior do fruto); sementes com sarcotesta (sementes envolvidas pela polpa mucilaginosa externa que a reveste) e sementes nuas (sementes sem envoltório algum) e dois ambientes de armazenamento, câmara fria (10°C/ 90%UR) e condições normais de ambiente, com temperatura e umidade relativa do ar registradas no período (Figura 2). Os frutos e sementes referentes aos tratamentos foram embalados em sacos duplos de polietileno (2mm de espessura), nas mesmas condições descritas no primeiro experimento.

As amostras de sementes nuas, foram armazenadas com o teor de água original e, também, após diferentes períodos de secagem. Os teores de água variaram de 27 a 58% e encontram-se relacionados na Tabela 4.

As sementes de todos os tratamentos foram armazenadas por 90 dias, sendo que as avaliações foram realizadas aos 15, 30, 60 e 90 dias.

3.2.1. Procedimento Estatístico

Os dados de germinação foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$, para aproximação à curva normal de distribuição de dados. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 14 tratamentos e 4 repetições. Compararam-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. O esquema de análise para a colheita se encontra na Tabela 5.

Figura 2. Variação da temperatura e umidade relativa do ar na sala de armazenamento, durante o segundo experimento.

Tabela 4. Tratamentos referentes às sementes de *Inga uruguensis* colhidas em 19/01/96, na região de Piracicaba/SP e armazenadas em ambientes distintos durante 90 dias.

Tratamentos	Material Armazenado	Grau de Umidade (%)	Ambiente de Armazenamento
CFF	Frutos	57,5	Câmara fria
CAF	Frutos	57,4	Normal
CFSS	Sementes com sarcotesta	57,3	Câmara fria
CASS	Sementes com sarcotesta	57,3	Normal
CFSN58	Sementes nuas	58,0	Câmara fria
CFSN49	Sementes nuas	48,9	Câmara fria
CFSN43	Sementes nuas	43,1	Câmara fria
CFSN37	Sementes nuas	37,6	Câmara fria
CFSN27	Sementes nuas	27,0	Câmara fria
CASN58	Sementes nuas	58,0	Normal
CASN49	Sementes nuas	48,9	Normal
CASN43	Sementes nuas	43,1	Normal
CASN37	Sementes nuas	37,6	Normal
CASN27	Sementes nuas	27,0	Normal

Tabela 5. Esquema de análise de variância dos dados obtidos nos testes de avaliação das sementes do segundo experimento.

Causas de variação	GL
Teor de água (A)	13
Período de armazenamento(P)	4
Teor de água * Período (AxP)	52
Resíduo	210
Total	279

4. RESULTADOS

4.1. Primeiro experimento

Para melhor visualização do comportamento das sementes, a apresentação dos resultados, obtidos nas três diferentes colheitas, foi feita de forma agrupada e se encontra numa mesma tabela, para cada parâmetro avaliado.

As análises da variância dos dados obtidos nas três coletas revelaram valores significativos para os efeitos de teores de água, de períodos de armazenamento e para a interação teores de água x períodos de armazenamento, para todos os parâmetros avaliados. As médias e os coeficientes de variação obtidos nas avaliações efetuadas encontram-se nas Tabelas 6 a 9.

4.1.1 Teor de água

Os frutos foram colhidos quando as sementes apresentavam teores de água de 57,4% (A1), 58,6% (A8) e 57,3% (A14), correspondendo aos pesos da matéria seca de, aproximadamente, 0,20, 0,26 e 0,25 g/semente na primeira, segunda e terceira colheitas, respectivamente.

Examinando-se a Tabela 6 verifica-se que, de maneira geral, a secagem promoveu decréscimos significativos do teor de água das sementes recém-colhidas (0 dias). Esta relação entre os tratamentos foi constatada durante todo o período de armazenamento, para as três colheitas realizadas.

De modo geral, observou-se na primeira colheita que as sementes armazenadas com graus de umidade entre 57,4% (A1) e 35,1% (A4) apresentaram umedecimento ao longo de período de armazenamento. As amostras com graus de umidade entre 32,7 e 21,4% (A5, A6 e A7) apresentaram leve tendência de elevação do teor de água, mas, em geral, os valores médios foram semelhantes.

Na segunda colheita, as sementes com graus de umidade iniciais de 58,6% (A8) a 41,7% (A9) apresentaram elevação significativa do teor de

água a partir dos 30 dias de armazenamento, as com 33,5% (A10) aos 15 dias, enquanto que os graus de umidade dos demais tratamentos não variaram significativamente.

Finalmente, a observação dos resultados obtidos na terceira colheita permitiu verificar, em alguns tratamentos, a tendência de elevação do grau de umidade das sementes com o decorrer do armazenamento. As amostras com teores de água iniciais de 51,3% (A15), 45,9% (A16), 38,6% (A18) não apresentaram variações significativas.

Desta forma, os graus de umidade das sementes, nas três colheitas, realmente mostraram decréscimos durante a secagem pré-armazenamento e, posteriormente, foi constatada a tendência de umedecimento com o decorrer das épocas de testes. Essas elevações do grau de umidade se tornaram acentuadas e significativas com o progresso do processo de deterioração das sementes (Tabelas 7 a 9).

4.1.2. Germinação

Considerando-se os resultados obtidos na primeira colheita, notou-se que as sementes mantidas com teor de água original (57,4%) exibiram

germinação estatisticamente semelhante à das submetidas a secagem até atingirem 35,1% (A4), com destaque para as que apresentavam 47,8% de água (A2), conforme mostra a Tabela 7. A germinação das amostras com 25,2% de água (A6) foi reduzida drasticamente e as sementes com 21,4% de água não germinaram.

Por outro lado, as sementes correspondentes aos tratamentos A4 a A7 (graus de umidade inferiores a 35,1%) praticamente não germinaram após 15 dias de armazenamento. É interessante notar que as sementes com 35,1% de água (A4) apresentavam poder germinativo elevado na época inicial, comparável ao dos tratamentos A1 (57,4%), A2 (47,8%) e A3 (40,8% de água).

As sementes armazenadas inicialmente com 47,8% de água (A2) não apresentaram queda significativa do poder germinativo aos 15 dias de armazenamento, ao contrário do que se observou para os tratamentos A1 (57,4%) e A3 (40,8%). Aos 30 dias, apenas os materiais correspondentes aos tratamentos A2 e A3 exibiram sementes germinadas, com superioridade significativa para A3 e, aos 45 e 60 dias, as sementes não germinaram.

Os testes de germinação conduzidos inicialmente com materiais provenientes da segunda coleta revelaram que as sementes com graus de umidade superiores a 41,7% (A8 e A9) apresentaram valores médios significativamente superiores aos obtidos para os demais tratamentos, embora as sementes com 33,5% de água (A10) também tivessem apresentado germinação elevada. Sementes submetidas à secagem até atingir valores de 18,6%, ou inferior, não germinaram (Tabela 7).

Durante o armazenamento, as sementes não desidratadas inicialmente (A8) apresentaram poder germinativo elevado aos 15 dias, enquanto as dos tratamentos A9 e A10 mostraram reduções mais acentuadas. Os comportamentos das sementes com 41,7% e 33,5% de água (A9 e A10) foram comparáveis aos verificados na colheita anterior (A3 e A4), respectivamente. Aos 30 dias, a germinação das sementes do tratamento A8 manteve-se significativamente superior a do tratamento A9, que praticamente não germinaram aos 45 dias.

Finalmente, na terceira colheita, notou-se que as sementes submetidas à secagem até atingir graus de umidade superiores a 38,6% (A14, A15, A16 e A17) exibiram valores médios superiores aos obtidos nos demais

tratamentos. Verificou-se, também, que as sementes armazenadas com 32,4% (A19) e 28,5% de água (A20) praticamente não germinaram após 15 dias de armazenamento. Nesta época, as amostras que apresentavam graus de umidade iniciais de 51,3% (A15), 45,9% (A16) e 42,9% (A17) foram as que exibiram queda menos acentuada do poder germinativo. Esse comportamento também se verificou aos 30 dias e se manteve até os 45 dias para o tratamento A15 (51,3% de água), embora nesta época as sementes do tratamento A16 (45,9% de água) ainda germinassem. Após 60 dias de armazenamento germinaram apenas as sementes do tratamento A15 (Tabela 6).

Assim, de modo geral, os resultados dos testes de germinação obtidos nas amostras das três colheitas indicaram que a desidratação das sementes até atingir graus de umidade próximos a 35,0% promove redução acentuada do poder germinativo das sementes de *I. uruguensis* durante o armazenamento. Paralelamente, as sementes com teores de água inferiores a 25% não germinaram. As reduções menos acentuadas foram observadas em amostras com grau de umidade superior a 40%.

Foi verificada a presença de patógenos nos testes de germinação, sendo detectada, através do método do papel de filtro (ISTA, 1976) infecção por *Geotrichum* sp (48%), *Penicillium* sp (20%), *Aspergillus* sp (3%), que colonizaram rapidamente as sementes, recobrando completamente muitas delas. É importante ressaltar que, entre os tratamentos e, mesmo dentro da mesma repetição de um tratamento, as sementes que iniciaram rapidamente o processo germinativo não se mostraram contaminadas, enquanto as demais, de vigor mais baixo, foram recobertas por microrganismos.

Tabela 6. Valores médios e coeficientes de variação referentes aos teores de água (%) das sementes de *Inga uruguensis* correspondentes à primeira (tratamentos A₁ a A₇), segunda (tratamentos A₈ a A₁₃) e terceira colheitas (tratamento A₁₄ a A₂₀) durante o armazenamento.

Teores de água (%)	Períodos de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	Médias
A1	57,4 Ac	60,3 Abc	62,5Aab	63,9 Aa	63,9 Aa	61,6
A2	47,8 Bb	52,6 Ba	52,0 Ba	52,1 Ba	54,6 Ba	51,8
A3	40,8 Cb	42,3 Cab	42,8 Cab	43,6 Cab	44,7 Ca	42,8
A4	35,1 Dc	38,8Cab	37,8 Dabc	37,0 Dab	40,1 Da	38,1
A5	32,7 Ea	32,9 Da	33,6 Ea	34,9 Da	35,3 Ea	33,8
A6	25,2 Fb	26,8 Eab	25,5 Fab	27,3 Ea	27,3 Fa	26,6
A7	21,4 Ga	22,7 Fa	22,2 Ga	22,2Fa	22,9 Ga	22,3
Médias	37,3	39,4	39,6	40,1	41,4	
Coef.Var.(%)	4,24					
A8	58,6 Ab	58,6 Ab	62,6 Aa	64,4 Aa	-	61,0
A9	41,7 Bc	43,8 Bbc	45,2 Bab	47,1 Ba	-	44,4
A10	33,5 Cb	36,3 Ca	37,9 Ca	38,4 Ca	-	36,5
A11	26,5 Da	26,7 Da	28,2 Da	28,6 Da	-	27,5
A12	18,6 Ea	17,4 Ea	19,6 Ea	18,8 Ea	-	18,6
A13	14,3 Fa	14,1 Fa	15,2 Fa	15,0 Fa	-	14,6
Médias	32,2	32,8	34,8	35,4		
Coef. Var. (%)	4,29					
A14	57,3 Ac	58,5 Abc	64,4 Aa	60,6 Ab	60,4 Ab	60,2
A15	51,4 Ba	53,8 Ba	53,8 Ba	53,7 Ba	53,8 Ba	53,3
A16	45,9 Ca	46,5 Ca	46,5 Ca	46,8 Ca	47,5Ca	46,6
A17	42,9 Cb	43,2 Dab	44,7 Cab	42,6 Db	46,0Ca	43,9
A18	38,6 Da	39,6 Ea	39,8 Da	39,2Ea	39,9 Da	39,4
A19	32,4 Eb	33,1 Fa	34,3 Eb	32,3 Fb	39,1 Da	34,2
A20	28,5 Fb	28,7 Gab	29,1 Eab	31,9 Fa	30,1Fab	29,7
Médias	42,4	43,3	44,6	43,8	45,2	
Coef. Var. (%)	3,37					

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna em cada colheita; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

Tabela 7. Valores médios e coeficientes de variação referentes à germinação (%) das sementes de *Inga uruguensis* correspondentes à primeira (tratamentos A₁ a A₇), segunda (tratamentos A₈ a A₁₃) e terceira colheitas (tratamentos A₁₄ a A₂₀) durante o armazenamento.

Teores de água (%)	Períodos de Armazenamento (dias)					Médias
	0	15	30	45	60	
A1 (57,4)	92 Ba	57 Bb	0 Cc	0 Bc	0 Ac	30
A2 (47,8)	100 Aa	98 Aa	15 Bb	1 ABc	0 Ac	43
A3 (40,8)	94 Ba	59 Bb	34 Ac	3 Ad	0 Ae	38
A4 (35,1)	90 Ba	6 Cb	2 Cc	0 Bc	0 Ac	20
A5 (32,7)	58 Ca	2 Db	0 Cb	0 Bb	0 Ab	12
A6 (25,2)	20 Da	0 Db	0 Cb	0 Bb	0 Ab	4
A7 (21,4)	0 Ea	0 Da	0 Ca	0 Ba	0 Aa	0
Médias	65	32	8	0	0	
Coef. Var. (%)	19,79					
A8 (58,6)	99 Aa	90 Ab	54 Ac	32 Ad	-	68
A9 (41,7)	97 Aa	65 Bb	26 Bc	4 Bd	-	48
A10 (33,5)	80 Ba	23 Cb	2 Cc	0 Bc	-	26
A11 (26,5)	43 Ca	0 Db	0 Cb	0 Bb	-	10
A12 (18,6)	0 Da	0 Da	0 Ca	0 Ba	-	0
A13 (14,3)	0 Da	0 Da	0 Ca	0 Ba	-	0
Médias	53	30	14	6		
Coef. Var. (%)	19,57					
A14 (57,3)	99ABa	67 Cb	0 Dc	1 Cc	0 Cc	33
A15 (51,3)	100 Aa	97 Aa	90 Ab	71 Ac	43 Ad	80
A16 (45,9)	96 BCa	92 ABa	56 Bb	23 Bc	6 Bd	55
A17 (42,9)	98 ABa	87 Bb	49 Bc	2 Cd	0 Cd	48
A18 (38,6)	89 Ca	62 Cb	12 Cc	1 Cd	0 Cd	33
A19 (32,4)	68 Da	8 Db	0 Dc	0 Cc	0 Cc	15
A20 (28,5)	32 Ea	0 Eb	0 Db	0 Cb	0Cb	6
Médias	83	59	30	14	7	
Coef. Var. (%)	14,41					

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna em cada colheita; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

4.1.3. Primeira contagem do teste de germinação

Examinando-se a Tabela 8 verificou-se, de modo geral, que as sementes exibiram tendência de redução das médias de primeira contagem do teste de germinação com o decorrer do armazenamento, isto é, as plântulas precisaram de maior período para se estabelecerem.

Considerando as sementes obtidas na primeira colheita, verificou-se que à medida em que o processo de secagem foi progredindo, a germinação se deu de forma mais lenta, com redução significativa a partir de 47,8% (A2), embora as porcentagens finais da germinação das sementes secas até teores de água de 35,1% (A4) tenham sido semelhantes (Tabela 7). Aos 15 dias de armazenamento, conforme a Tabela 8, destacaram-se as sementes com 47,8% de água (A2), com médias superiores às das amostras com graus de umidade de 57,4% (A1) e 40,8% (A3). Aos 30 dias, embora as sementes dos tratamentos A2 e A3 ainda germinassem, nenhuma plântula normal foi verificada na primeira contagem para os demais tratamentos.

Os resultados referentes à segunda colheita mostram que com o progresso da desidratação das sementes, o processo germinativo levou mais tempo para se completar, com médias significativamente inferiores a partir

de teores de água iniciais de 33,5% (A10). Durante o período de armazenamento as sementes com teor de água original (A8) apresentaram valores médios superiores, sendo semelhantes estatisticamente ao tratamento A9 (41,7% de água) até os 15 dias.

Finalmente, na terceira coleta, as sementes com graus de umidade entre 42,9% e 51,3% (A15, A16 e A17) apresentaram até os 30 dias de armazenamento, valores médios superiores aos demais, inclusive às sementes não submetidas à secagem. Neste período o tratamento A15 destacou-se dos demais.

4.1.4. Condutividade Elétrica

A solução de embebição das sementes recém-colhidas apresentaram inicialmente valores de condutividade elétrica variando entre 11 e 25 $\mu\text{mhos/cm/g}$. Com o progresso da secagem esses valores sofreram acréscimo. Essa elevação também ocorreu durante o armazenamento, sendo verificadas médias superiores à 300 $\mu\text{mhos/cm/g}$ no final do período experimental (Tabela 9).

Observaram-se na primeira coleta, aos 0 dias, valores médios significativamente inferiores aos demais para as sementes com graus de umidade de 57,4% (A1) e 47,8% (A2) e 35,1% (A4). Nas amostras com teores de água de 25,2% (A6) e 21,4% (A7) verificou-se que a lixiviação de eletrólitos foi mais elevada que as demais, mantendo-se durante todo o experimento. Nas demais épocas de armazenamento as sementes que apresentavam, inicialmente, graus de umidade superiores a 40,8% (A1, A2 e A3), apresentaram médias inferiores às demais.

Nas diversas amostras observaram-se acréscimos significativos de condutividade durante o armazenamento, que na maioria dos casos se tornaram mais acentuados a partir dos 30 dias, culminando aos 60 dias com valores médios superiores aos demais.

Os testes conduzidos com as sementes da segunda coleta mostraram valores médios significativamente inferiores aos demais, para as sementes secas até teores de água de 41,7% (A8 e A9), comportamento este mantido até os 30 dias. Com o decréscimo do teor de água pela secagem, os valores de condutividade elétrica foram se elevando, com médias significativamente superiores para os tratamentos com 18,6 e 14,3% de água (A12 e A13).

Durante o armazenamento, os valores para cada amostra sofreram aumento. As sementes dos tratamentos A8 e A9 e A10 tiveram elevação significativa das médias aos 30 dias, o mesmo ocorrendo aos 15 dias para as amostras com 33,5 e 26,5% de água (A10 e A11).

Finalmente, na terceira coleta, notou-se que em todas as épocas, os tratamentos com graus de umidade inicial de 51,3% (A15) apresentaram valores médios significativamente inferiores aos demais. A partir dos 30 dias de armazenamento as sementes com 42,9% de água (A17) também exibiram esse comportamento. Valores superiores estiveram associados, em todas as épocas, às sementes com teores de água inferiores a 32,4% (A19 e A20). A observação dentro de cada tratamento mostrou que, para sementes com graus de umidade de 51,3 e 45,9% (A15 e A16), os valores médios somente sofreram acréscimos significativos aos 60 dias, enquanto para as sementes com 42,9% (A17) essa elevação ocorreu aos 45 dias.

As sementes das segunda e terceira coletas, submetidas à secagem até atingirem graus de umidade inferiores a 30%, no período 0 já exibiram valores de condutividade superiores aos demais e, durante o armazenamento, apresentaram acréscimo gradativo das médias.

Tabela 8. Valores médios e coeficientes de variação referentes à primeira contagem do teste de germinação (%) das sementes de *Inga uruguensis* correspondentes à primeira (tratamentos A₁ a A₇), segunda (tratamentos A₈ a A₁₃) e terceira colheitas (tratamentos A₁₄ a A₂₀) durante o armazenamento.

Teores de água (%)	Períodos de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	Médias
A1 (57,4)	91 Aa	31 Bb	0 Ac	0 Ac	0 Ac	24
A2 (47,8)	77 Bb	90 Aa	2 Ac	0 Ac	0 Ac	34
A3 (40,8)	38 Ca	31 Ba	2 Ab	1 Ab	0 Ab	15
A4 (35,1)	31 Ca	2 Cb	0 Ab	0 Ab	0 Ab	7
A5 (32,7)	10 Da	0 Cb	0 Ab	0 Ab	0 Ab	2
A6 (25,2)	0 Ea	0 Ca	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0
A7 (21,4)	0 Ea	0 Ca	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0
Médias	35	22	1	0	0	
Coef. Var. (%)		34,72				
A8 (58,6)	99 Aa	69 Ab	49 Ac	19 Ad	-	59
A9 (41,7)	99 Aa	59 Ab	19 Bc	0 Bd	-	44
A10 (33,5)	77 Ba	18 Bb	0 Cc	0 Bc	-	24
A11 (26,5)	26 Ca	0 Cb	0 Cb	0 Bb	-	7
A12 (18,6)	0 Da	0 Ca	0 Ca	0 Ba	-	0
A13 (14,3)	0 Da	0 Ca	0 Ca	0 Ba	-	0
Médias	50	24	11	3		
Coef. Var. (%)		20,06				
A14 (57,3)	74 Ba	62 Ba	0 Cb	0 Bb	0 Bb	27
A15 (51,3)	97 Aa	96 Aa	64 Ab	57 Abc	32 Ac	69
A16 (45,9)	95 Aa	89 Aa	28 Bb	2 Bc	8 Bc	44
A17 (42,9)	98 Aa	84 ABb	13 Bc	0 Bd	0 Bd	39
A18 (38,6)	40Ca	6 Cb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	9
A19 (32,4)	41 Ca	6 Cb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	9
A20 (28,5)	16 Ca	0 Cb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	3
Médias	66	49	15	8	6	
Coef. Var.(%)		31,32				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna em cada colheita; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

Tabela 9. Valores médios e coeficientes de variação referentes à condutividade elétrica ($\mu\text{mhos/cm/g}$) das sementes de *Inga uruguensis* correspondentes à primeira (tratamentos A₁ a A₇), segunda (tratamentos A₈ a A₁₃) e terceira colheitas (tratamentos A₁₄ a A₂₀) durante o armazenamento, com base no peso da matéria seca.

Teores de água (%)	Períodos de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	Médias
A1 (57,4)	16Aa	39Aa	121Ab	189BCc	218Ac	117
A2 (47,8)	25ABa	34 Aa	103Ab	108Ab	191Ac	92
A3 (40,8)	71Ba	63ABa	91Aa	156ABb	233Ac	123
A4 (35,1)	56ABa	109BCb	137Abc	179Bc	319BCd	160
A5 (32,7)	72Ba	116Ca	249Bb	319Ec	343Cc	220
A6 (25,2)	150Ca	151Ca	234Bb	237CDb	309BCc	216
A7 (21,4)	167Ca	204Dab	241Bbc	269Dcd	294Bd	235
Médias	79	102	168	208	273	
Coef. Var. (%)	13,72					
A8 (58,6)	11Aa	23Aa	75Ab	124Ac	-	58
A9 (41,7)	35Aa	62ABa	120Ab	236Bc	-	113
A10 (33,5)	59ABa	96Ba	182Bb	250BCc	-	147
A11 (26,5)	97Ba	153Cb	193Bb	300Cc	-	186
A12 (18,6)	151Ca	182Ca	200Ba	250BCb	-	196
A13 (14,3)	167Ca	240Db	228Bb	263BCb	-	225
Médias	87	126	166	237		
Coef. Var. (%)	16,36					
A14 (57,3)	25ABa	35ABa	157Cc	97Bb	148Bc	92
A15 (51,3)	22Aa	21Aa	21Aa	16Aa	56Ab	27
A16 (45,9)	30ABa	35ABa	40Aa	40Aa	87Ab	46
A17 (42,9)	43ABa	38ABa	52Aab	80Bb	201Cc	83
A18 (38,6)	57BCa	57BCa	104Bb	102Bb	202Cc	104
A19 (32,4)	83Ca	84CDa	157Cb	254Cc	244Dc	164
A20 (28,5)	126Da	107Da	202Db	240Cc	243Dc	184
Médias	55	54	104	118	169	
Coef. Var. (%)	16,40					

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna em cada colheita; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

4.2. Segundo experimento

As análises da variância dos dados obtidos revelaram valores significativos para os efeitos de teores de água, de períodos de armazenamento e para a interação teores de água x períodos de armazenamento, para todos os parâmetros avaliados. As médias e os coeficientes de variação obtidos nas avaliações efetuadas encontram-se nas Tabelas 10 a 13.

4.2.1. Teor de água

Os frutos foram colhidos quando as sementes apresentavam em torno de 57,5 % de água. Examinando-se os dados da Tabela 10, observa-se que a secagem promoveu decréscimos significativos do teor de água das sementes recém colhidas (0 dias). Ainda, de forma geral, notou-se que as sementes absorveram água ao longo do período de armazenamento.

As amostras com graus de umidade de 27% (CFSN27 e CASN27), assim como as que apresentavam 49 e 43% de água e foram mantidas em câmara fria (CFSN49 e CFSN43) mostraram umedecimento gradativo ao

longo do período de armazenamento, com aumento significativo das médias somente aos 60 dias.

As sementes das amostras que não sofreram secagem apresentaram, durante o armazenamento, valores médios de teor de água significativamente superiores aos demais, com destaque para as mantidas em condições naturais de ambiente (CAF e CASN58).

4.2.2. Germinação

Os dados da Tabela 11 mostraram que, na período inicial (0 dias), as sementes dos tratamentos correspondentes a frutos (CFF e CAF), sementes com sarcotesta (CFSS e CASS) e sementes nuas com teor de água original (CFSN58 e CASN58) exibiram germinação semelhante as das submetidas à secagem até atingirem teores de água de 49 e 43% (CFSN49, CASN49, CFSN43 e CASN43) e apresentaram médias superiores a dos demais tratamentos. As amostras com 37,6% de água exibiram pequena redução, embora significativa, da capacidade germinativa, apresentando valores de 93% de germinação. As sementes nuas com 27% de água apresentaram

redução drástica do poder germinativo das sementes, com médias significativamente inferiores às dos demais tratamentos.

Aos 15 dias constatou-se redução significativa do poder germinativo de todas as amostras armazenadas. No caso das sementes mantidas em condições normais de ambiente, assim como as correspondentes ao teor de água de 27% de água em câmara fria (CFSN27) e as com sarcotesta em câmara fria (CFSS), ocorreu perda completa da viabilidade.

No armazenamento em câmara fria observaram-se grandes variações no comportamento das amostras. As sementes mantidas no fruto (CFF), aos 15 dias de armazenamento, mostraram germinação significativamente superior as demais. A partir desta época, houve queda acentuada do poder germinativo das sementes deste tratamento, culminando com a total inviabilidade aos 60 dias (Tabela 11).

As sementes nuas armazenadas com teor de água original (CFSN58) evidenciaram queda acentuada e significativa da capacidade germinativa aos 15 dias de armazenamento e não germinaram nas épocas posteriores.

As sementes nuas desidratadas até 49% (CFSN49) não apresentaram queda acentuada do poder germinativo até os 60 dias. A queda acentuada foi

verificada somente na última avaliação, aos 90 dias. Esse tratamento, de modo geral, superou os demais quanto à germinação.

As sementes armazenadas com 27% de água (CFSN 27), que já haviam mostrado prejuízo do poder germinativo no momento imediato à secagem (0 dias), não toleraram armazenamento apresentando sementes inviáveis nas diversas avaliações.

De forma geral, verificou-se, também nas sementes deste experimento, a presença de patógenos. Destaque-se que, nas sementes com sarcotesta, o desenvolvimento de microrganismos foi provavelmente favorecido pela natureza da polpa mucilaginosa, que contém grande quantidade de açúcares, substrato adequado a proliferação de patógenos.

Tabela 10. Valores médios e coeficientes de variação referentes aos teores de água (%) de sementes de *Inga uruguensis* correspondentes aos tratamentos durante o armazenamento.

Tratamentos	Períodos de Armazenamento (dias)					Médias
	0	15	30	60	90	
CF F(*)	57,5 Ac	58,8 Abc	59,8 ABab	61,4 Aa	61,1 BCab	59,7
CA F	57,4 Ac	61,7 Ab	61,7 ABb	63,1 Aab	72,2 Aa	63,2
CFSS	57,3 Ab	59,4 ABab	60,0 ABa	61,6 Aa	61,1 BCa	59,8
CASS	57,3 Ac	62,0 Aab	60,5 ABb	62,0 Aab	63,4 BCa	61,2
CFSN58	58,0 Ab	61,2 ABa	60,4 ABa	61,6 Aa	61,3 BCa	60,5
CFSN49	48,9 Bb	49,1 CDb	49,3 CDb	51,8 Ba	55,3 CDa	50,8
CFSN43	43,1 Bb	43,1 DEb	43,9 DEb	46,1 BCa	46,7 EFa	44,6
CFSN37	37,6 Ca	38,0 Ea	38,9 EFa	39,7 CDa	38,2 Ga	38,5
CFSN27	27,0 Db	26,7 Fb	26,4 Gb	30,4 Ea	29,7 Ha	28,0
CASN58	58,0 Ab	63,5 Ba	63,0 Aa	64,1 Aa	64,1 ABa	62,5
CASN49	48,9 Bb	53,1 BCa	53,7 BCa	52,8 Ba	52,7 DEa	52,2
CASN43	43,1 BCb	44,7 DEab	46,4 CDEa	45,3 BCab	46,3 EFGa	45,1
CASN37	37,6 Ca	38,7 Ea	38,7 EFa	31,8 CDa	39,9 FGa	38,9
CASN27	27,0 Dd	27,5 FGd	33,3 FGc	35,6 DEb	44,4 FGa	33,6
Médias	47,0	49,1	49,7	51,1	52,5	
Coef. Var. (%)		7,09				

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

(*) CFF-frutos em câmara fria; CAF-frutos em condições normais de ambiente CFSS-sementes com sarcotesta em câmara fria; CASS-sementes com sarcotesta em condições normais de ambiente CFSN -sementes nuas em câmara fria, com diferentes teores de água (%), CASN -sementes nuas em condições normais de ambiente, com diferentes teores de água (%).

Tabela 11. Valores médios e coeficientes de variação referentes à germinação (%) de sementes de *Inga uruguensis* correspondentes aos tratamentos durante o armazenamento.

Tratamentos	Períodos de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	60	90	Médias
CF F(*)	100 Aa	95 Ab	16 Bc	0 Bd	0 Bd	42
CA F	100 Aa	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	20
CFSS	99 Aa	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	20
CASS	99 Aa	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	20
CFSN58	99 Aa	29 Db	1 Cc	0 Bc	0 Bc	26
CFSN49	100 Aa	86 Bb	91 Aa	81 Ab	27 Ac	77
CFSN43	98 Aa	56 Cb	0 Cc	0 Bc	0 Bc	31
CFSN37	93 Ba	13 Eb	0 Cc	0 Bc	0 Bc	21
CFSN27	17 Ca	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	3
CASN58	99 Aa	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	20
CASN49	100 Aa	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	20
CASN43	98 Aa	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	20
CASN37	93 Ba	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	19
CASN27	17 Ca	0 Fb	0 Cb	0 Bb	0 Bb	3
Médias	86	20	8	6	2	
Coef. Var. (%)	17,52					

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna em cada colheita; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

(*) CFF-frutos em câmara fria; CAF-frutos em condições normais de ambiente CFSS-sementes com sarcotesta em câmara fria; CASS-sementes com sarcotesta em condições normais de ambiente CFSN -sementes nuas em câmara fria, com diferentes teores de água (%), CASN -sementes nuas em condições normais de ambiente, com diferentes teores de água (%).

4.2.3. Primeira contagem do teste de germinação

Examinando os dados da Tabela 12, referentes à primeira contagem do teste de germinação, verificou-se tendência de redução dos valores médios com o decorrer do armazenamento.

Na época inicial (0 dias), os dados relativos às sementes no fruto (CFF e CAF), sementes nuas com teor de água original (CFSN58 E CASN58) e desidratadas até 43,1% de água (CFSN49, CASN49, CFSN43 e CASN43) apresentaram médias superiores aos demais, sendo os menores valores médios encontrados nas sementes nuas com 27% de água (CFSN27 e CASN27). Para o tratamento CFSN49, onde o teor de água das sementes praticamente se manteve inalterado no decorrer do período experimental, a primeira contagem do teste de germinação apresentou redução significativa das médias aos 15, não havendo variação significativa até os 60 dias. Esses dados mostram que a velocidade de germinação das sementes com 49% de água apresentou o mesmo destaque constatado nos dados de porcentagem de germinação relatados anteriormente (Tabela 11).

4.2.4. Condutividade Elétrica

Os dados de condutividade elétrica apresentados na Tabela 13 evidenciaram, de modo geral, aumento dos valores com o progresso da secagem, maior liberação de exsudatos pelas sementes com teor de água de 27% e, a tendência geral de acréscimo dos valores com o decorrer do armazenamento.

Os valores médios dos diferentes tratamentos se elevaram significativamente aos 15 dias armazenamento, sendo esse acréscimo acompanhado da redução dos valores médios de germinação (Tabela 11). Destaca-se que, de forma geral, diferenças elevadas nos valores médios foram observadas nas amostras de sementes onde houve perda total de viabilidade.

A partir dos 15 dias as sementes nuas armazenadas sob condições naturais de ambiente mostraram valores médios de condutividade significativamente superiores aos demais. As amostras em que as sementes foram mantidas no fruto, sementes com sarcotesta em câmara fria desidratadas até 49% e mantidas em câmara fria (CFF, CAF, CFSS,

CFSN49) apresentaram valores médios inferiores aos demais no final do armazenamento.

As sementes secas até atingirem 49% de água e mantidas em câmara fria (CFSN49) destacaram-se durante o armazenamento mostrando valores médios de condutividade elétrica inferiores as demais.

Na observação conjunta das Tabelas 11, 12, e 13, verifica-se que com o decorrer do armazenamento, houve tendência de elevação do teor de água, que foi acompanhado do decréscimo nos valores de germinação e de primeira contagem e de elevação dos valores médios de condutividade elétrica.

Tabela 12. Valores médios e coeficientes de variação referentes à primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de *Inga uruguensis* correspondentes aos tratamentos durante o armazenamento.

Tratamentos	Períodos de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	60	90	Médias
CF F(*)	99 Aa	92 Ab	4 Bc	0 Bc	0 Bc	39
CA F	99 Aa	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	20
CFSS	47 Ca	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	9
CASS	47 Ca	0 Db	0 Bb	0 Bb	0Bb	9
CFSN58	99 Aa	17 Cb	0 Bc	0 Bc	0 Bc	23
CFSN49	97 Aa	63 Bc	87 Ab	67 Ac	11 Ad	65
CFSN43	98 Aa	11 Cb	0 Bc	0 Bc	0 Bc	22
CFSN37	87 Ba	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	17
CFSN27	8 Da	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	2
CASN58	99 Aa	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	20
CASN49	97 Aa	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	19
CASN43	98 Aa	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	20
CASN37	86 Ba	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	17
CASN27	10 Da	0 Db	0 Bb	0 Bb	0 Bb	2
Médias	76	13	7	5	1	
Coef. Var. (%)	23,97					

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna em cada coleta; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

(*) CFF-frutos em câmara fria; CAF-frutos em condições normais de ambiente CFSS-sementes com sarcotesta em câmara fria; CASS-sementes com sarcotesta em condições normais de ambiente CFSN-sementes nuas em câmara fria, com diferentes teores de água (%), CASN-sementes nuas em condições normais de ambiente, com diferentes teores de água (%).

Tabela 13. Valores médios e coeficientes de variação referentes à condutividade elétrica ($\mu\text{mhos/cm/g}$) sementes de *I. uruguensis* Hook. et Arn. referentes aos tratamentos durante o armazenamento, com base no peso da matéria seca.

Tratamento	Períodos de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	60	90	Médias
CF F(*)	9Aa	30Ab	77Ac	111Bc	119Ac	69
CA F	9Aa	126Db	118BCb	115Bb	129Ab	99
CFSS	19Ca	136Db	101ABb	110Bb	107Ab	102
CASS	19ABa	65BCb	156Dc	193CDEd	215Cd	130
CFSN58	20ABa	45ABb	150CDc	166Cc	210Cc	118
CFSN49	20ABa	43ABb	54Ab	55Ab	140Ac	62
CFSN43	31ABCa	68BCb	116BCc	174Cd	180Bd	114
CFSN37	47BCa	94Cb	145CDc	186CDd	172Bd	129
CFSN27	93Da	181Eb	271Fbc	301Gd	307Fd	231
CASN58	20ABa	195Eb	216Ebc	216DEFbc	220CDc	173
CASN49	20ABa	193Eb	213Ebc	222EFc	248DEd	179
CASN43	31ABCa	176Eb	217Ec	223EFcd	244CDEc	178
CASN37	47BCa	183Eb	208Ec	234Fd	268Ee	188
CASN27	93Da	267Fb	294Fc	372He	339Gd	273
Médias	34	128	166	191	207	
Coef. Var. (%)	8,80					

Letras maiúsculas: comparações dentro de cada coluna em cada coleta; letras minúsculas: comparações dentro de cada linha (Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade)

(*) CFF-frutos em câmara fria; CAF-frutos em condições normais de ambiente CFSS-sementes com sarcotesta em câmara fria; CASS-sementes com sarcotesta em condições normais de ambiente CFSN -sementes nuas em câmara fria, com diferentes teores de água (%), CASN -sementes nuas em condições normais de ambiente, com teor de água de %.

5. DISCUSSÃO

As informações existentes na literatura indicam que as espécies *I. affinis* e *I. uruguensis* florescem no início da estação chuvosa (outubro/novembro) e os frutos estão maduros em fevereiro/março, nas regiões de Brotas e Mogi-Guaçu, interior de São Paulo, quando as áreas onde a espécie ocorre estão inundadas (Lieberg & Joly, 1993 e Figliolia, 1993). Entretanto, a diferenciação nos períodos de ocorrência dos eventos fenológicos, de acordo com Kageyama e Viana (1991), pode ser decorrente da pressão de seleção que cada um desses eventos sofreu durante o processo evolutivo, assim como das alterações nas condições climáticas que ocorrem em diferentes anos. Estes mesmos autores afirmaram que, apesar de certa variação, os períodos de ocorrência de cada um desses eventos são relativamente estáveis para cada espécie, determinada região.

O acompanhamento do processo de maturação, neste estudo, foi realizado através da observação da cor dos frutos de *I. uruguensis* (Figliolia,1993), procurando-se colher somente frutos aparentemente maduros.

Constatou-se que o período ideal para colheita, na região de Piracicaba, ocorreu entre final do mês de dezembro e início de fevereiro, quando os frutos apresentavam teor de água elevado (57 a 58%).

É interessante observar, também, que os resultados da avaliação da qualidade fisiológica durante os experimentos, mostraram comportamento superior das sementes da terceira colheita do primeiro experimento e, das sementes do segundo experimento. Os frutos reunidos para constituir estes lotes foram colhidos na mesma região e, no caso do primeiro experimento, das mesmas árvores matrizes, tendo por base os mesmos critérios e como única variante o ano de produção. Os dados agrometeorológicos relativos aos anos de 1994 e 1995 (Anexo I) mostram a diferença na distribuição de chuvas no período de florescimento e desenvolvimento dos frutos (Setembro/Outubro/Novembro) entre os períodos, sendo provável fator de

contribuição para a qualidade das sementes produzidas no período e coletadas em início de 1996.

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram verificar que as sementes de *I. uruguensis* possuíam elevado potencial germinativo no momento da colheita. Os tratamentos não dessecados exibiram elevado percentual de germinação (92-99%), iniciando rapidamente o processo germinativo, o que foi verificado, algumas vezes, dentro da própria vagem. A presença de sementes germinadas no interior do fruto é denominada viviparidade e este fenômeno também foi verificado por Lieberg & Joly (1993) , em estudo com *I. affinis* e por Oliveira & Beltrati (1994), com *I. fagifolia*. Esse comportamento pode ser uma estratégia adaptativa de *I. uruguensis* no sentido de assegurar sua perpetuidade, uma vez que se trata de espécie predominante em locais úmidos, cujas sementes apresentam baixa longevidade, necessitando germinar prontamente ao se desligarem da planta. Dessa forma, o alto teor de água propicia a germinação das sementes ainda dentro do fruto, quando esses caem ao solo, como observado por Sanchotene (1989).

Outra observação importante durante os experimentos foi a presença de grande quantidade de sementes apresentando poliembrião (Figura 1). Nesses casos, os cotilédones mostraram-se alterados morfológicamente, apresentando-se intrincados. Este fenômeno foi verificado por Oliveira & Beltrati (1994) em cerca de 40% das sementes de *I. fagifolia* estudadas. O trabalho com sementes poliembriônicas exige um cuidado maior por parte do analista nos testes de germinação, pois as sementes algumas vezes se desmembram, originando plântulas independentes (de 2 a 4), o que pode acarretar em erro na contagem.

5.1. TOLERÂNCIA DAS SEMENTES À DESIDRATAÇÃO

Quanto à tolerância das sementes de *I. uruguensis* à dessecação, a análise dos resultados permitiu observar teores de água ou limites de teores de água com comportamentos semelhantes.

A redução do teor de água das sementes coletadas no ano de 1996 foi realizada até as mesmas atingirem valores próximos a 28%, visando a manutenção da qualidade fisiológica no armazenamento, uma vez que nos tratamentos referentes às coletas do ano anterior já havia sido explorado o

comportamento de sementes secas até graus de umidade inferiores (26,5, 25,2, 21,4, 18,6 e 14,3%).

Verificou-se que as sementes de *I. uruguensis*, próximo ao ponto de maturidade fisiológica, apresentaram cerca de 57-58% de água, podendo ser desidratadas até atingirem graus de umidade próximos a 35%, sem apresentarem perda imediata do poder germinativo (Tabelas 7 e 11). No entanto, com a redução do teor de água das sementes, o processo germinativo geralmente ocorreu de forma mais lenta, conforme indicam os valores de primeira contagem do teste de germinação (Tabelas 8 e 12). O comportamento dessas sementes em relação à condutividade elétrica, embora relativamente variável, mostrou tendência geral de aumento gradativo dos valores com a redução do teor de água das sementes (Tabelas 9 e 13), provável evidência da ocorrência de processos deteriorativos, mesmo antes da queda da capacidade germinativa.

A dessecação até teores de água variando de 32,4 a 33,5%, resultou no início da perda do potencial germinativo; verificou-se, também menor rapidez no estabelecimento das plântulas (primeira contagem do teste de germinação), mas os valores de germinação atingiram de 68 a 80%, níveis

elevados para espécies florestais nativas, principalmente quando se considera a semeadura direta como opção para recuperação de áreas degradadas. Para esses tratamentos os valores de condutividade sofreram acréscimos, variando de 59 a 83 $\mu\text{mhos/cm/g}$. Esses dados, associados aos da primeira contagem, apontaram a perda do vigor das sementes.

Essa faixa de teor de água ao redor dos 30-33% está dentro dos valores indicados pela literatura mais recente como aquela onde se verifica queda acentuada na viabilidade das sementes recalcitrantes. Em pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.), Ferreira & Santos (1992) constataram que as sementes coletadas com 45,3% de água sofreram redução da porcentagem de emergência, peso de matéria seca das plântulas e diâmetro do caule ao atingirem, após a secagem, grau de umidade de 30,3%. Para o palmito, Andrade (1994) verificou que as sementes recém-coletadas apresentavam teores de água em torno de 46% e que a secagem até níveis inferiores a 33% causou alterações significativas na velocidade de emergência das plântulas.

O avanço no processo de secagem afetou o comportamento das sementes de ingá de forma que aquelas que atingiram 25,2 a 28,5% de água (Tabelas 7 e 11) mostraram queda acentuada na germinação,

comprometendo sua utilização. Para esta faixa, verificou-se também que o vigor foi afetado com o aumento dos valores de condutividade elétrica (93 a 150 $\mu\text{mhos/cm/g}$). Este comportamento foi provável consequência dos danos pela dessecação que comumente ocorrem em sementes recalcitrantes quando há perda de água.

As sementes desidratadas até teores de água inferiores a 21-22% foram severamente afetadas, de forma a não apresentarem viabilidade após a secagem; estes tratamentos apresentaram valores extremos de condutividade elétrica, evidenciando a dificuldade na reorganização do sistema de membranas.

Os resultados obtidos com a secagem indicaram que o teor de água das sementes de ingá é fator crítico no comportamento das mesmas no período pós-colheita. As sementes não se mostraram hábeis em suportar desidratação até teores de água relativamente altos. Este comportamento, assim como as características de elevado poder germinativo e rapidez na instalação do processo de germinação, já citados, fazem parte do comportamento denominado recalcitrante, verificado em diversas espécies florestais tropicais.

Farrant *et al.* (1988) classificaram como altamente recalcitrantes as sementes que germinam imediatamente após a liberação da planta mãe, sem necessidade de absorção de quantidades adicionais de água. Nestas espécies, a tolerância à dessecação é baixa e o período de armazenamento é reduzido, envolvendo espécies da floresta tropical ou ambiente aquático, onde há condições de alta umidade durante o ano todo.

A terminologia referente aos teores de água que, nas sementes recalcitrantes, levariam à perda completa da viabilidade e, aquele a partir do qual teria início a perda de viabilidade, tem sido discutida principalmente a partir dos anos 80. Neste trabalho foram adotados os conceitos “grau de umidade letal” como o mais alto grau de umidade, abaixo do qual todas, ou virtualmente todas, as sementes de um lote perderiam a viabilidade (Hong & Ellis, 1992) e como “grau crítico de umidade”, o teor de água onde se iniciaria queda acentuada de germinação (Probert & Longley, 1989).

Desta forma, de acordo com os resultados obtidos, considerou-se que o teor letal foi de 21-22% de água, enquanto 35 % destacou-se como o grau crítico de umidade para sementes de *I. uruguensis*, pois as sementes desta espécie foram desidratadas parcialmente, de 57-58% a 35% de água, sem

que houvesse decréscimo real nos valores de germinação, nas coletas efetuadas. Estes dados confirmaram o estudo realizado por Bacchi (1961), que verificou sinais de perda de viabilidade das sementes de *I. edulis* quando o grau de umidade se encontrava ao redor de 35%. Complementaram, também, o estudo realizado por Pritchard *et al.* (1995), comparando a viabilidade de sementes em 7 espécies de ingá: *I. calderoni* Standley, *I. densiflora* Benth., *I. insignis* Kunth., *I. leiocalycina* Benth., *I. marginata* Willd., *I. punctata* Willd. e *I. vera* Willd.. Estes autores verificaram que todas as espécies se mostraram intolerantes à dessecação (recalcitrantes) e que a sensibilidade dos embriões à dessecação foi relativamente independente da espécie, lote de sementes e taxa de dessecação. A germinação foi reduzida de 100 para 0% quando o grau de umidade decresceu de 55 para 40% no eixo embrionário e de 45 para 30% nos cotilédones. O grau crítico para o princípio da perda de viabilidade do embrião foi de 50 a 55% de água.

Para sementes de palmito (Andrade, 1994) e pupunha (Ferreira & Santos, 1992), consideradas recalcitrantes, embora os teores de água por ocasião da colheita tenham sido de 46 e 45%, menos elevados que os do

ingá (57-58% de água), a queda de germinação, semelhantemente aos resultados do presente estudo, também se iniciou quando, na secagem, as sementes atingiram 33 e 30%, respectivamente, e a perda total da germinação se deu quando o grau de umidade estava em torno de 18 e 17 %, respectivamente.

Farrant *et al.* (1988) observaram que existem diferenças entre as espécies no que se refere à tolerância à perda de água e à baixa temperatura, afirmando existir uma escala contínua de tolerância.

O estudo realizado por Gonzalez (1991) contribuiu para a constatação real dessas diferenças entre as espécies tropicais, indicando comportamento recalcitrante de várias espécies. As sementes de uncuúba (*Virola koschnyi* (Sw. Griseb)) sofreram perda drástica do potencial germinativo quando desidratadas a graus de umidade inferiores a 20% e as de *Nectandra membranaceae* Sw. Griseb. perderam totalmente a viabilidade com teores de água inferiores a 33%.

Dentro do próprio gênero pode haver diferenças de comportamento quanto à tolerância a dessecação, de acordo com o habitat e características das diferentes espécies que a ele pertencem. Este fato foi verificado por

Tompsett (1984) que, trabalhando com *Araucaria araucarana* (Mol) K. Koch, *A. angustifolia*, *A. huestinii* e *A. bidwilli* Hook., constatou que as sementes dessas espécies não suportaram secagem abaixo de 25-40% de água, enquanto *A. cunninghamii* D. Don pode ser secada até atingir 2% de água, sendo considerada ortodoxa. Essa variação dentro do próprio gênero não foi observada para ingá. Pritchard *et al.* (1995) observaram que a tolerância a dessecação mostrou-se independente da espécie.

As causas do comportamento recalcitrante vêm sendo pesquisadas e têm sido relacionadas, entre outros fatores, a danos aos sistemas de membranas. Nautiyal & Purohit (1985) observaram que a desidratação de sementes de *Shorea robusta* A. DC. provocou perda gradual de viabilidade, acompanhada de alteração do sistema de membranas, permitindo um aumento gradual da lixiviação de açúcares solúveis; concluíram que a dessecação até níveis reduzidos de água pode ter causado a inabilidade dos sistemas de reparo pela desnaturação de proteínas. Assim, baixos níveis de liberação de solutos indicam semi-permeabilidade das membranas, enquanto níveis elevados sugerem dano a membrana (Becwar *et al.* 1982).

Os dados de condutividade elétrica obtidos após a secagem das sementes de ingá confirmaram essa hipótese. As sementes de *I. uruguensis* apresentaram aumento na quantidade de solutos lixiviados em resposta à redução do teor de água e os valores máximos foram verificados em sementes desidratadas até atingir 20-22% de água que, simultaneamente, haviam perdido a capacidade germinativa. O mesmo comportamento foi verificado em estudo realizado com palmito, por Andrade (1994), onde a quantidade de solutos foi máxima quando as sementes foram desidratadas até 25% e se mostravam inviáveis.

Da mesma forma, a desidratação dos cotilédones de sementes de cacau, acarretou mudanças na composição e conteúdo dos componentes da membrana, fato que, segundo Priestley & Williams (1985), poderia contribuir para a liberação dos constituintes celulares durante a hidratação dos tecidos e para a perda de viabilidade em sementes recalcitrantes. Essa liberação de solutos, embora obedeça curva semelhante à das sementes ortodoxas, se dá em velocidade superior nas sementes sensíveis à desidratação (Mackersie & Stinson, 1980).

5.2. CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES NO ARMAZENAMENTO

A manutenção da qualidade fisiológica das sementes recalcitrantes é de fundamental importância para preservação da biodiversidade. Pritchard (1991) citou que um dos agravantes para essas espécies que retêm a viabilidade por períodos curtos é a prática comum de coleta e semeadura no mesmo local, ou em região muito próxima, favorecendo o estreitamento da base genética das plantas.

A conservação das sementes se mostrou inviável sob condições normais de ambiente (Tabelas 10 e 11), onde as diversas amostras não apresentaram germinação aos 15 dias de armazenamento. Esse fato mostra que apenas manter as sementes hidratadas não é suficiente para a conservação da qualidade fisiológica das sementes de ingá. É necessário, também, o controle da temperatura para que o metabolismo (taxa respiratória) seja diminuído e a queda da qualidade fisiológica seja reduzida.

Características como elevado teor de água das sementes por ocasião da queda dos frutos, pronta germinação e altas taxas respiratórias das sementes

recalcitrantes estão relacionadas com a estratégia de rápido estabelecimento das plântulas em ambiente úmido.

Os resultados obtidos com sementes armazenadas sob temperatura controlada (câmara fria a 10°C) evidenciaram que a conservação da qualidade fisiológica mostrou-se diretamente relacionada com o teor de água das sementes. Observou-se que, embora no momento imediato à secagem, as sementes desidratadas até teores de água próximos a 35% não tenham exibido diferenças na germinação, alterações internas podem ter ocorrido, com reflexos no sistema de membranas. Essas modificações podem ter resultado em comportamento diferenciado das sementes, quando estas foram armazenadas.

Deve-se enfatizar novamente que, apesar da redução do grau de umidade provocar aumento nos valores de condutividade elétrica, esse aumento também foi verificado durante o armazenamento das sementes onde, de maneira geral, ocorreu umedecimento das sementes. Esse fato é importante porque a elevação do grau de umidade de uma amostra de sementes pode provocar a reorganização do sistema de membranas e, com isso, acarretar reduções das leituras de condutividade elétrica da solução de

exsudatos. Desta forma, no presente trabalho, a observação de valores mais elevados de condutividade elétrica em sementes que se umedeceram durante o armazenamento indicou um progresso real no processo de deterioração das sementes, independentemente do grau de umidade das sementes.

Para as sementes armazenadas com teor de água original, que variou de 57,4 a 58,6% nos dois experimentos, o armazenamento mostrou-se eficiente para manutenção do potencial germinativo por período restrito de tempo. O controle da temperatura não foi suficiente para redução do elevado metabolismo dessas sementes que, a partir dos 15 dias de armazenamento, exibiram queda acentuada da germinação, mostrando valores reduzidos e até mesmo nulos aos 30 dias (Tabela 7 e 11).

O tratamento A15 (51,3% de água) do primeiro experimento, mostrou-se adequado para a manutenção da viabilidade das sementes por períodos mais extensos que os de 15 a 30 dias apontados pela literatura, permitindo a conservação das sementes com elevada germinação (71%) até os 45 dias, com rápido estabelecimento das plântulas; aos 60 dias ainda exibiu 43% de germinação. Durante o armazenamento, a condutividade elétrica da solução de embebição das sementes desse tratamento apresentou pequenos

acréscimos resultando, no final do período experimental, nos menores valores obtidos entre todos os tratamentos.

Comportamento semelhante foi verificado para o tratamento CFSN49, onde as sementes sem sarcotesta parcialmente desidratadas até 49% de água e mantidas em câmara fria, aos 60 dias ainda mostravam 81% de germinação, com valores de 67% na primeira contagem. Estes resultados indicam que a redução até teores de água de 49-51%, com posterior armazenamento em sacos plásticos a 10°C, pode permitir a conservação do potencial germinativo durante, no mínimo, 2 meses. Mostram, ainda, ser um procedimento eficiente para manuseio das sementes desta espécie, visando a conservação e o melhor aproveitamento.

Esses resultados foram semelhantes às observações de Chin *et al.* (1989), segundo as quais uma das técnicas mais promissoras para evitar problemas relacionados ao armazenamento de sementes recalcitrantes, sob condição úmida, seria a sua desidratação parcial.

Nas sementes dos tratamentos cujo teor de água pós-secagem estava na faixa de 38,6 a 47,8%, nos dois experimentos, verificou-se queda gradativa da germinação. Aos 15 dias de armazenamento, nos

experimentos, as sementes apresentaram capacidade germinativa entre 59 e 98%, com maior velocidade no estabelecimento das plântulas dos tratamentos com sementes mais úmidas. Já aos 30 dias, os tratamentos A16 (45,87% de água) e A17 (42,93% de água) apresentavam em torno de 50% de germinação, enquanto nos demais verificou-se queda mais acentuada. Aos 45 dias, o tratamento A16 ainda se destacou com 23% de germinação, enquanto os demais praticamente não mostravam capacidade germinativa. Aos 60 dias, esse mesmo tratamento apresentou 7% de germinação. Estes dados apontam a perda do poder germinativo e vigor causado pela secagem das sementes desta espécie até este limite de teor de água.

A manutenção de elevada germinação por 15 dias para as sementes desidratadas até a faixa de 38,6 a 47,8% de água indica outra possibilidade de conservação das sementes desta espécie para aproveitamento rápido. No caso, principalmente de viveiros com problemas de mão-de-obra para formação de mudas, até mesmo a redução do teor de água até 43-46%, que permite a manutenção da germinação em torno de 50% durante 30 dias, pode ser uma alternativa para a conservação.

As sementes dos tratamentos dos dois experimentos, nos quais as sementes atingiram de 32 a 37% de água, embora na época inicial (0 dias) não tenham apresentado queda acentuada do potencial germinativo, tiveram a qualidade fisiológica das suas sementes comprometida com o decorrer do tempo.

A secagem até atingir teores de água entre 25 e 29% (A20-28,47%; CFSN27- 27,04%; A11-26,55% e A6-25,19%), que já de início resultou em redução acentuada e imediata do potencial germinativo inviabilizou o armazenamento, devendo ser evitada.

O fato das sementes de ingá apresentarem limite de tolerância à desidratação é fato relevante para o manejo pós-colheita dessa espécie.

As informações obtidas no presente trabalho apontam diretrizes para o uso adequado das sementes da espécie. De acordo com cada caso específico de condições de coleta e recursos para acondicionamento, alguns procedimentos podem ser observados. A princípio, práticas comuns até hoje, como a de deixar as sementes recém-coletadas em galpões, por poucos dias que sejam, devem ser evitadas, garantindo assim o aproveitamento das mesmas através da conservação do seu poder germinativo.

No caso de recebimento de frutos coletados por terceiros ou, na falta de tempo ou mão-de-obra para manuseá-los imediatamente, deve-se colocá-los em embalagens resistentes a trocas de vapor de água (plásticos por exemplo) e deixá-los em ambiente com temperatura controlada (em torno de 10° C - câmara fria ou geladeira), podendo ser utilizados dentro de 15 dias, sem grandes prejuízos.

Quando houver a possibilidade de retirar as sementes dos frutos, esta prática deve ser adotada e associada à embalagem plástica e temperaturas relativamente baixas (10°C), aumentando o período de manutenção da viabilidade. Se despulpada e armazenada imediatamente, com teor de água original (58% de água), ou se estiver em torno de 45% de água (valores que podem ser verificados em 24 horas), o período para utilização posterior se prolonga, com aproveitamento das sementes até 30 dias. Caso possa ser realizada uma secagem sob condições de ventilação de ar ambiente até que as sementes atinjam valores próximos a 50% de água, as sementes poderão ser utilizadas em prazo maior, de aproximadamente 45-60 dias.

6. CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados dos experimentos permitiram concluir que:

Sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. apresentam limite de tolerância à desidratação e comportamento característico de sementes recalcitrantes. O grau crítico de umidade está em torno de 35% de água e o grau letal, entre 21 e 22% de água.

A desidratação parcial até 49-51% de água e posterior armazenamento em sacos de polietileno, fechados, a 10⁰C, possibilita a conservação da qualidade fisiológica das sementes durante 45 a 60 dias após a colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.C.S. Efeito da secagem e do armazenamento sobre a germinação, o vigor de plântulas e a integridade do sistema de membranas em sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). Rio de Janeiro, 1994. 87p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ANDRADE, A.C.S.; CUNHA, R. Grau crítico de umidade? **Informativo do Comitê de Sementes Recalcitrantes**, n.1, p.2-3, junho.1996.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - A-SA. **Seed vigor testing handbook**. AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32)
- BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes. IX- Ingá. **Bragantia**, v. 20, n.35, p. 805-14, agosto, 1961.
- BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C. Longevidade de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. e temperatura para germinação. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 10., Santos, 1994. **Resumos**. Santos, 1994. p.93.
- BECWAR, M.R.; STANWOOD, P.C.; ROSS, E.E. Dehydration effects imbibitional leakage from desiccation sensitive seeds. **Plant Physiology**, v.69, p.1132-35, 1982.
- BERJAK, P.; DINI, M.; PAMMENTER, N.W. Possible mechanisms underlying dehydration responses in recalcitrant and orthodox seeds: desiccation-associated subcellular changes in propagules of *Avicennia marina*. **Seed Science and Technology**, v.12, p.365-84, 1984.
- BEWLEY, J.D. Physiological aspects of desiccation tolerance. **Annual Review of Plant Physiology**, v.30, p.232-238, 1979.
- BOROUGHES, H.; HUNTER, J.R. The effect of temperature in the germination of cocoa seeds. **Proceedings of American Society Horticultural Science**, v.82, p.222-224, 1963.

- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 365p.
- BURKART, A. Leguminosas. Mimosoideas. In: REITZ, P.R. (Ed.) **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajai. Herbário Barbosa Rodrigues, 1979. p. 48-83.
- CASTRO, Y.G.P.; KRUG, H.P. Experiências sobre germinação e conservação de sementes de "*Inga edulis*" espécie usada em sombreamento em cafeeiros. **Ciência e Cultura**, v.3, n.4, p.263-4, 1951.
- CHIN, H.F. **Recalcitrant seeds, a status report**. IBPGR, Rome, 1988. 28p.
- CHIN, H.F.; AZIZ, M. The effect of moisture and temperature on the ultrastructure and viability of seeds of *Hevea brasiliensis*. **Seed Science and Technology**, v.9, p.411-22, 1981.
- CHIN, H.F.; KRISHMA PILLAY, B.; STANDWOOD, P.C. Seed moisture: recalcitrant vs orthodox seeds. In: STANDWOOD, P.C.; McDONALD, M.B. Seed moisture - CSSA special publication number 14. Madison. Crop Science Society of America, p.15-22, 1989.
- CÍCERO, S.M.; MARCOS-FILHO, J; TOLEDO, F.F. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. **Anais da ESALQ**, v.43, n.2, p.763-87, 1986.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press, 1981. 1262p.
- EIRA, M.T.S.; SALOMÃO, A.N.; CUNHA, R.; CARRARA, D.K.; MELLO, C.M.C. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze - Araucariaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.1, p.71-5, 1994.
- FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.M.; BERJAK, P. Recalcitrance - a current assessment. **Seed Science and Technology**, v.16, p.155-66, 1988.

- FERREIRA, S.A.N.; SANTOS, L.A. Viabilidade de sementes de Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.). **Acta Amazonica**, v.22, n.3, p.303-307, 1992.
- FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Germination-associated events and desiccation sensivity of recalcitrant seeds - a study on three unrelated species. **Planta**, v.178, p.189-98, 1989.
- FIGLIOLIA, M.B. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. associada à fenologia reprodutiva e a dispersão de sementes em floresta ripária do rio Moji-Guaçu, município de Moji-Guaçu. Piracicaba, 1993. 150p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo.
- FINCH-SAVAGE, W.E. Embryo Water Status and Survival in the Recalcitrant Species *Quercus robur* L.; Evidence for a Critical Moisture Content. **Journal of Experimental Botany**, v.43, n.290, p.663-9, maio. 1992.
- FU, J.R.; ZHANG, B.Z.; WUANG, X.P.; QIAO, Y.Z.; HUANG, X.L. Physiological studies on desiccation wet storage and cryopreservation of recalcitrant seeds of three fruit species and their excised embryonic axes. **Seed Science and Technology**, v.18, p.743-754, 1990.
- GONZALEZ, E. El contenido de humedad y la germinacion de las semillas de *Virola koschnyi* y *Nectandra membranaceae*. **Agronomia costarricense**, v.15, n.1/2, p.181-83, 1991.
- HANSON, J. The storage of seeds of tropical tree fruits In: HOLDEN, J.H.W.; WILLIAMS, J.T. (Ed.) **Crop Genetic resources: conservation e evaluation**. Allen and Unwin, London, 1984. p. 53-62.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffe. **Seed Science and Technology**, v.20, p.547-560, 1992.
- HOR, Y.L.; CHIN, H.F.; KARIM, M.Z. The effect of seed moisture and storage temperature on sensibility of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. **Seed Science and Technology**, v.12:, p.415-20, 1984.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Seed health testing. **Seed Science and Technology**, v.4., p. 3-49, 1976

KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2 , Atibaia, 1989. *Anais*. São Paulo, SMA, 1989. p.197-215.

KING, M.W.; ROBERTS, E.H. The storage of recalcitrant seed - Achievements and possible approaches. *Rome International Board for Plant Genetics Resources*, 1979. 96p.

LIEBERG, S.A. Tolerância à inundação e aspectos demográficos de *Inga affinis* D.C. Campinas, 1990. p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Campinas.

LIEBERG, S.A.; JOLY, C.A. *Inga affinis* DC (Mimosaceae): germinação e tolerância à submersão. **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, n.2, p.175-9, 1993.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 382p.

MACKERSIE, B.D.; STINSON, R.H. Effect of dehydration on treatment on leakage and membrane structure in *Lotus corniculatus* L. seeds. **Plant Physiology**, v.66, p.316-320, 1980.

MAIXNER, A.E.; FERREIRA, L.A.B. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas nativas do Rio Grande do Sul - II **Trigo e Soja**, Porto Alegre, 28, p.3-27, 1978.

MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; ASSAD-LUDEWIGS, I.Y.; TOLEDO, C.B. 1989. Estudos fitossociológicos de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1. (L.M. Barbosa, Ed.). Campinas: Fundação Cargill. p. 235-67.

- MATTOS, J.R. **Espécies Florestais do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Inst. de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis. "AP", nº13, 1983. 44p.
- MYCOCK, D.J.; BERJAK, P. Fungal contaminants associated with several homoiohydrous (recalcitrant) seed species. **Phytophylactica**, v.22, p.413-18, 1990.
- NAUTIYAL, A.R.; PUROHIT, A.N. Seed Viability in Sal II. Physiological and Biochemical aspects of Ageing in seed of *Shorea robusta*. **Seed Science and Technology**. v.13, p.69-76, 1985.
- OLIVEIRA, D.M.T.; BELTRATI, C.M. Aspectos anatômicos dos frutos e sementes em desenvolvimento de *Inga fagifolia* (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, n.4, p.625-36, nov.,1993.
- OLIVEIRA, D.M.T.; BELTRATI, C.M. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.54, n.1, p.91-100, fev., 1994.
- OLIVEIRA, L.M.; VALIO, I.F.M. Effects of moisture content on germination of seeds of *Hancornia speciosa* Gom. (Apocynaceae). **Annals of Botany**, v.9, p.1-5, 1992.
- PAMMENTER, N.W.; VERTUCCI, C.W.; BERJAK, P. Homeohydrous (Recalcitrant) Seeds. Dehydration, the state of water and viability characteristics in *Landolphia kirkii*. **Plant Physiology**, v.96, p.1093-8, 1991.
- PIO CORREA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**, Brasília, IBAMA, 1969.
- PONCY, O. Graines, germination et plantules dans le genre *Inga* (Légumineuses, Mimosoideae): étude morphologique chez quelques espèces de Guyane française. **Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse**, v.120, p.35-42, 1984.

- PONCY, O. Le genre *Inga* (Légumineuses, Mimosoideae) en Guyane Française - systématique, morphologie des formes juvéniles, écologie. "Studies on the flora of the Guyanas", n° 13. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, serie B - **Botanique**, n.31, p.1-24, 1985.
- PRIESTLEY, D.A.; WILLIAMS, S.E. Changes in cotyledonary lipids during drying the cacao (*Theobroma cacao* L.) seeds. **Tropical Agriculture**, v.63, p.65-7, 1985.
- PRITCHARD, H.W. Water Potential and Embryonic Axis Viability in Recalcitrant Seeds of *Quercus rubra*. **Annals of Botany**, v.67, p.43-49, 1991.
- PRITCHARD, H.W.; PRENDERGAST, F.G. Effects of Desiccation and Cryopreservation on the *In Vitro* Viability of Embryos of the Recalcitrant Seed Species *Araucaria hunsteinii* K. Schum. **Journal of Experimental Botany**, v.37, n.182, p.1388-97, 1986.
- PRITCHARD, H.W.; HAYE, A.J.; WRIGHT, W.J.; STEADMAN, K. J. A comparative study of seed viability in *Inga* species desiccation tolerance in relation to the physical characteristics and chemical composition of the embryo. **Seed Science and Technology**, v.23, p.85-100, 1995.
- PROBERT, R.J.; LONGLEY, P.L. Recalcitrant Seeds Storage Physiology in Three Aquatic Grasses (*Zizania palustris*, *Spartina anglica* and *Porteresia coarctata*). **Annals of Botany**, v.63, p.53-63, 1989.
- REITZ, P.R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Madeira do Rio Grande do Sul**. 1988. 525p.
- RIZZO, J.A.; BARROSO, G.M.; CENTENO, A.J.; SANTOS LOUSA, J.; FILGUEIRAS, T.S. Levantamento de dados de áreas de cerrado e da floresta caducifolia tropical do Planalto Centro Oeste, Parte II. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 23, Garanhuns. 1972. **Anais**, Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1972. p. 247-64.

- ROBERTS, E.H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E.H. ed. **Viability of seeds**. Chapman & Hall, London, 1972. p.14-58.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p.499-514, 1973.
- ROBERTS, E.H. Seed deterioration and loss of viability. In: Thompson, J.R. (Ed.) **Advances in Research and Technology of Seeds**. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 1979. p.25-42.
- ROBERTS, E.H.; KING. M.W. The characteristics of recalcitrant seeds In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.) **Recalcitrant crop seeds**. Press SDN.BHD, Malasya, cap. 1., 1980. p.1-5.
- SANCHOTENE, M.C.C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre, FEPLAN, 1989.
- SIMON, E.V.; RAJA HARUM, R.M. Phospholipids and membrane permeability. **New Phytologist**, v.73, p.377-420, 1974.
- STEEL, R.G.D; TORRIE, J.H. 1980. **Principles and procedures of statistics**, 2 ed. New York, McGraw Hill, 481p.
- TOMPSETT, P.B. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. **Annals of Applied Biology**, v.105, p.581-8, 1984.
- VALIO, I.F.M.; FERREIRA, Z.L. Germination of seeds of *Myrciaria cauliflora* (Mart) BERG. (Myrthaceae). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.4, n.2, p. 95-98, 1992.
- VERTUCCI, C.W.; LEOPOLD, A.C. The relationship between water binding and desiccation tolerance in tissue. **Plant Physiology**, v.85, p.232-238, 1987.
- VILLIERS, T.A. Ageing and longevity of seeds in field condition. In: HEYDECKER, W. **Seed Ecology**, 1973. p. 265-88.

WOLFE, J. Chilling injury in plants - the role of membrane lipidfluidity.
Plant Cell and Environment, v.1:, p.241-7, 1978.

ANEXO I

Dados agrometeorológicos mensais de Piracicaba. coletados pelo posto agrometeorológico da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, referentes à precipitação total, temperatura média, média da umidade relativa do ar e evaporação total nos períodos que envolvem o florescimento, desenvolvimento e maturação dos frutos de *I. uruguensis*, dos anos de 1994 e 1995.

Índices	agosto		setembro		outubro		novembro		dezembro	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995	1994	1995	1994	1995
Precipitação (mm)	zero	1,20	0,50	37,60	126,80	190,20	249,20	156,30	260,80	222,20
Temp. média (°C)	19,67	21,70	22,88	21,45	25,25	22,06	24,64	23,68	25,76	24,45
Evaporação (mm)	139,32	68,06	194,14	152,85	205,47	153,16	183,26	178,60	194,00	191,52
U.R. Média (%)	67,26	150,44	62,27	71,63	72,84	76,16	74,47	72,07	79,56	77,56