UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES PRÉ-GERMINADAS DE *Inga vera* Willd.

ARMANDO TADEO RODRIGUEZ DA CAMARA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP
Agosto - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES PRÉ-GERMINADAS DE *Inga vera* Willd.

ARMANDO TADEO RODRIGUEZ DA CAMARA

Orientador: Prof. Dr. Edson Seizo Mori

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP
Data da Defesa: 09/08/2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Camara, Armando Tadeo Rodriguez da, 1985-
C172a Armazenamento de sementes pré-germinadas de *Inga* vera Willd. / Armando Tadeo Rodriguez da Camara. – Botucatu : [s.n.], 2011
vii, 40 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Edson Seizo Mori
Inclui bibliografia

1. *Inga vera*. 2. Banco de plântulas. 3. Sementes - Armazenamento. 4. Sementes recalcitrantes. I. Mori, Edson Seizo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ARMAZENAMENTO DE SEMENTES PRÉ-GERMINADAS DE Inga vera Willd"

ALUNO: ARMANDO TADEO RODRIGUEZ DA CAMARA

ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON SEIZO MORI

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. EDSON SEIZO MORI

PROFA. DRA. MARCIA BALISTIERO FIGLIOLIA

PROF. DR. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

Data da Realização: 09 de agosto de 2011.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, proteção e iluminação em todos os momentos.

A minha família, pelo apoio, compreensão e por sempre acreditarem em minhas decisões.

Aos meus amigos, mesmo aqueles que não se encontram perto, com certeza, todos tiveram alguma participação no trabalho concluído; aos amigos de república, aqueles que me acompanharam desde o ingresso na universidade e a todos que passaram pela casa; obrigado a todos por serem a família que pude escolher.

Ao professor Edson Mori, por toda orientação e ensinamentos, que muitas vezes transpassaram o acadêmico e contribuíram para uma formação pessoal melhor.

Ao biólogo Israel Gomes Vieira do IPEF-Piracicaba, pela sugestão e discussão a respeito do tema do presente trabalho, que acrescentou para que fosse possível chegar ao resultado final.

Aos amigos do Laboratório de Tecnologia de Sementes e do Viveiro de Produção de Mudas da FCA, pelo companheirismo e ensinamentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, pelo apoio aos alunos.

E, por fim, agradeço à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa concedida.

“Vivemos em uma época perigosa. O homem domina a natureza antes que tenha aprendido a dominar a si mesmo”.

Albert Schweitzer

SUMÁRIO

Resumo.....VI
Summary.....VII
1. Introdução.....1
2. Revisão Bibliográfica.....3
2.1. Sementes ortodoxas e Sementes recalcitrantes.....3
2.2. Comportamento das sementes durante o armazenamento.....5
2.3. Tipos de armazenamento.....7
3. Material e Métodos.....10
3.1. Coleta e beneficiamento das sementes.....10
3.2. Dados climáticos.....11
3.3. Teste de Germinação.....11
3.4. Armazenamento de plântulas.....12
3.4.1. Pré-germinação.....12
3.4.2. Armazenamento.....12
3.4.3. Avaliação de viabilidade.....13
3.4.4. Viveiro de mudas.....13
3.5. Análise estatística.....14
4. Resultados e Discussões.....15
4.1 Caracterização do lote.....15
4.2 Desenvolvimento das plântulas após armazenamento.....18
5. Conclusões.....32
6. Referências 33

RESUMO

Sementes recalcitrantes sempre apresentam dificuldades em seu armazenamento, tornando-se um problema para produtores de mudas que muitas vezes não têm como realizar a semeadura logo após a colheita das sementes ou necessitam produzir mudas em diferentes épocas do ano, além de dificultar a conservação de germoplasma. As sementes de ingá, depois de colhidas, perdem sua viabilidade rapidamente, geralmente não ultrapassando 15 dias. As espécies de sementes recalcitrantes normalmente não utilizam bancos de sementes como estratégia de regeneração em condições naturais. Observações ecológicas têm mostrado que é mais comum sua regeneração natural ser por meio de bancos de plântulas. O objetivo do trabalho foi avaliar o armazenamento de sementes pré-germinadas de *Inga vera* Willd., provenientes de frutos em dois estádios diferentes de maturação, em três condições diferentes de umidade de substrato e em baixa temperatura. Os frutos de *Inga vera* Willd. colhidos foram separados em duas categorias, de acordo com sua coloração de casca, entre verdes e maduros. Após seu beneficiamento, as sementes foram pré-germinadas e armazenadas em substrato sem adição de água (testemunha), com 30 e 60% de umidade sob baixa temperatura (10°C), por um ano. O armazenamento feito a 30 e 60% de umidade mostrou-se com melhor eficiência, tanto para plântulas provenientes de frutos verdes, como as de frutos maduros. Entre os dois tipos de frutos, observou-se que as plântulas obtidas de vagem verde, obtiveram melhor desempenho sob as condições de armazenamento, em relação àquelas obtidas de vagem madura. Podem ser armazenadas por até quatro meses, mantendo 50% de sobrevivência das plântulas do lote, quando o armazenamento é feito sob baixa temperatura (10 ± 5°C) e em substrato com 30 e 60% de umidade. Após um período de armazenamento das plântulas até um ano foi possível obter até 10% de sobrevivência, com bom desenvolvimento de mudas no viveiro.

Palavras-chave: *Inga vera*, armazenamento, sementes recalcitrantes, banco de plântulas.

STORAGE OF PRE-GERMINATED SEEDS OF *Inga vera* WILLD. Botucatu, 2011. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
Author: ARMANDO TADEO RODRIGUEZ DA CAMARA
Adviser: EDSON SEIZO MORI

SUMMARY

Recalcitrant seeds always present difficulties for storage procedures, becoming a problem for seedling producers that often have no choice to sow them immediately after seed harvest or when they need to produce seedlings through different times by the year. Inga seeds, once harvested, lose quickly their viability, often not exceeding a period of 15 days. Species of recalcitrant seeds do not use seed banks as regeneration strategy into the natural environment. Ecological observations have shown that is common occur their natural regeneration through seedling banks. The objective of this work was to evaluate pre-germinated seed storage of *Inga vera* Willd. from two fruit maturation stages, under different conditions of substrate humidity, and under low temperature. The collected fruits of *I. vera* 9were splited into two types, according to their color, between unripe and ripe. After the processing of those seeds, they were pre-germinated on substrate and stored in substrate with no water addition (control), 30, and 60% humidity under low temperature (10°C) for a year. The storage made under 30 and 60% humidity showed to be the best for both, seedlings from unripe and ripe fruits. Between two types of fruits, we observed that the seedlings from unripe fruits, presented better performance under storage conditions, when compared to those obtained from mature fruits. They can be stored for until four months, with 50% of seedling survivals when stored under low temperature (10 ± 5°C) and with 30 and 60% of substrate humidity. After a year of seedling storage it was possible to get until 10% of survival, with good development of plants in nursery environment.

Key words: *Inga vera*, storage, recalcitrant seeds, seedlings bank.

1 – INTRODUÇÃO

O gênero *Inga* Mill. pertence à família Leguminosae, subfamília Mimosoideae (MILLER et al., 2003). Trata-se de um gênero exclusivamente neotropical, com sete principais áreas fitogeográficas de distribuição, das quais o litoral e o interior do Brasil, o sudeste da América Central e o oeste da América do Sul, constituem os principais centros de diversidade do gênero (PENNINGTON, 1997). Os principais locais de ocorrência das espécies são áreas com grande saturação de água, embora algumas delas ocorram em áreas bem drenadas, como *Inga sessilis* (Vell.) Mart (PENNINGTON, 1997; LEIBERG ; JOLY, 1993; FARIA, 2006).

As espécies do gênero *Inga* destacam-se por sua importância na recomposição de florestas ciliares e na recuperação de áreas degradadas (PRITCHARD et al., 1995; CORREA et al., 1995; BILIA et al., 2003), devido ao seu sistema radicular pivotante, superficial, com numerosas raízes secundárias imediatamente abaixo da região do colo (SANCHOTENE, 1989; LORENZI, 1992; FIGLIOLIA, 1993). Estas características conferem à espécie uma boa adaptabilidade a solos freqüentemente inundados como os que margeiam rios. O processo intenso e contínuo de exploração e devastação da flora ciliar nativa tem estimulado estudos sobre regeneração e conservação desse ecossistema. Assim, o estudo da propagação e conservação dessas espécies assume um papel relevante dentro das pesquisas científicas, com objetivos bem definidos, visando à preservação e utilização das plantas (BARBOSA et al., 1985).

A espécie *Inga vera* Willd. possui sementes recalcitrantes, cujo período de viabilidade das mesmas, assim como de outras espécies do gênero, é muito

curto, em geral não ultrapassando 15 dias em condições naturais (LORENZI, 1992; OLIVEIRA ; BELTRATI, 1993; BARBEDO ; BILIA, 1994).

Dados relativos ao comportamento das sementes do gênero *Inga* durante o armazenamento indicam que estejam situadas entre as de maior intolerância à dessecação e de mais baixa longevidade natural (BILIA ; BARBEDO, 1997). As sementes classificadas como sensíveis à dessecação não toleram a remoção de água, não podendo ser submetidas à secagem e ao armazenamento em temperaturas próximas ou abaixo de zero, pois perdem a viabilidade e mostram sinais evidentes de estresse por desidratação, quando isso ocorre (BLACK ; PRITCHARD, 2002). A tolerância à dessecação vem sendo estudada, mas, até o presente momento, as pesquisas não apontam para o sucesso na utilização da secagem como forma de armazenar essas sementes por períodos prolongados e métodos alternativos também devem ser testados (BARBEDO ; MARCOS FILHO, 1998). Tais sementes não podem ser armazenadas, no máximo por curtos períodos de tempo, geralmente de semanas ou poucos meses, sendo, portanto, um desafio significante para a conservação *ex situ* (DAWS et al., 2006), fora do ambiente natural de ocorrência da espécie.

Em função da dificuldade ou impossibilidade no armazenamento de sementes de ingá, torna-se necessária a utilização de métodos alternativos de armazenamento da espécie que, no caso, se assemelhem ao que ocorre na natureza. A hipótese do trabalho teve como base a estratégia de regeneração e propagação da espécie que, assim como muitas outras espécies com sementes recalcitrantes, é através dos bancos de plântulas. Nesses bancos, há uma redução no metabolismo das plântulas, pela intensa competição entre elas, além do micro clima do dossel da floresta fornecer condições para um armazenamento natural das plântulas.

Portanto, com os conhecimentos do modo de regeneração do Ingá no ecossistema natural, o trabalho teve como objetivo avaliar o armazenamento de sementes pré-germinadas de *Inga vera* Willd., provenientes de frutos em dois estádios diferentes de maturação, em três condições diferentes de umidade de substrato, em baixa temperatura e por período de um ano, observando a sobrevivência das sementes durante o período de armazenamento e a eficiência das condições de armazenamento através do acompanhamento do desenvolvimento inicial das mudas no viveiro.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Sementes ortodoxas e sementes recalcitrantes

Segundo Roberts (1973) é possível dividir dois grupos de sementes: as ortodoxas e as recalcitrantes, com relação à sensibilidade à dessecação e ao armazenamento. O primeiro grupo caracteriza-se por sementes relativamente pequenas, com baixas taxas metabólicas e de respiração, possuem alta longevidade e formam banco de sementes, podendo apresentar ou não dormência. Sementes ortodoxas toleram secagem até a redução do seu teor de água para valores inferiores a 23% e, dessa forma, têm o metabolismo reduzido até níveis que favorecem a conservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento (HOEKSTRA et al., 2001; FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Muitas espécies de sementes ortodoxas toleram reduções do seu teor de água até valores próximos a 5% ~ 7% (ROBERTS, 1973), como, por exemplo, observado para *Cenostigma tocantinum* (GARCIA, et al., 2008) e *Caesalpinia echinata* Lam. (BARBEDO et al., 2002), pois, segundo Villela e Peres (2004), esse grupo de sementes são resistentes às adversidades no período de latência e germinam em condições adequadas (GARCIA, et al., 2008).

O agrupamento das sementes em dois grupos, proposto inicialmente por Roberts (1973), considera, basicamente, a intolerância à dessecação, a curta longevidade e a intolerância às temperaturas baixas de um grupo de sementes, então denominadas recalcitrantes, em contraste com as ortodoxas. Esse conceito é aceito, ainda, por muitos autores, acrescentando-se a categoria das intermediárias, que também seriam intolerantes às temperaturas de congelamento e, ainda, intolerantes à secagem até 10% de água (ELLIS et al., 1990; MAI-HONG et al., 2006; USBERTI et al., 2006). Em estudos de

conservação *ex situ* de espécies arbóreas com comportamento recalcitrante, Phartyal et al. (2002) classificaram suas sementes sob condições críticas de armazenamento longo, como intermediárias, porque, segundo os autores, essas sementes podem sobreviver com baixos teores de água, porém não resistem a baixas temperaturas de armazenamento (VIEIRA et al., 2008).

Para secagem de sementes recalcitrantes, há o cuidado maior entre o teor de água crítico (início da perda de viabilidade) e letal (onde todas as sementes perdem a viabilidade), que é variável, sendo um grande problema a inexistência de um teor de água-padrão para a secagem das sementes (VIEIRA et al., 2008; ANDRADE et al., 1997; HONG ; ELLIS, 1990).

Por outro lado, há autores que consideram a existência de níveis de recalcitrância (BERJAK ; PAMMENTER, 1994; PAMMENTER ; BERJAK, 1999; PAMMENTER et al., 2003), demonstrando a diversidade de respostas das sementes enquadradas em apenas um ou dois grupos (recalcitrantes e/ou intermediárias). Essas formas de classificação ou agrupamentos são importantes, por exemplo, para que se definam estratégias e técnicas diferenciadas de conservação de germoplasma (BONJOVANI ; BARBEDO, 2008).

As sementes recalcitrantes geralmente são grandes, com baixa longevidade e podem formar banco de plântulas. No banco de plântulas, estratégia de perpetuação utilizada pelo *Inga vera*, por exemplo, as sementes após serem liberadas da planta-mãe germinam e ficam em estado de latência, aguardando por condições ambientais adequadas para se desenvolverem. Análogo ao banco de sementes, o banco de plântulas pode ser considerado um conjunto de indivíduos suprimidos, essencial para a dinâmica de muitas florestas e fonte da maioria das novas árvores do dossel de florestas relativamente estáveis, e também para a maioria dos distúrbios (EVERHAM ; BROKAW, 1996; DUCHESNEAU ; MORIN, 1999). Essas sementes quando desidratadas entre 12% a 30% de umidade perdem a viabilidade. Mesmo quando armazenadas em condições úmidas, sua longevidade é curta, necessitando de condições especiais para o armazenamento (ROBERTS, 1973). A vida curta de sementes recalcitrantes causa sérios problemas para a conservação de germoplasma dessas espécies a longo prazo (CASTRO et al., 2004), necessitando, até os dias atuais, estudos para se entender a falta de tolerância dessas sementes à algumas condições de armazenamento (BARBEDO ; MARCOS-FILHO, 1998).

Grande parte desse curto período de longevidade em armazenamento deve-se à falta de estudos básicos sobre a sensibilidade e tolerância dessas sementes às condições ambientais, como a redução do seu teor de água e da temperatura, sobre metabolismo durante a maturação e germinação, entre outros (BARBEDO ; MARCOS FILHO, 1998; BILIA et al., 2003).

Além disso, sementes recalcitrantes geralmente apresentam atividade metabólica intensa, tanto durante sua formação, quando após sua colheita, por serem mantidas com teores de água relativamente elevados (BARBEDO ; MARCOS FILHO, 1998; CASTRO et al., 2004). Nessa situação, pode ocorrer a protrusão da raiz primária durante o armazenamento, em condições não favoráveis a continuidade do processo, devido à insuficiência de água para a manutenção do crescimento do eixo embrionário. Ao mesmo tempo, a intensa atividade respiratória e de consumo podem determinar redução acentuada da disponibilidade de reservas e metabolismo desordenado, com liberação e atividade de radicais livres que provocam prejuízos à conservação da viabilidade durante o armazenamento, pois favorecem a rápida deterioração (BARBEDO ; MARCOS FILHO, 1998, FERREIRA ; BORGHETTI, 2004).

2.2 – Comportamento das sementes durante o armazenamento

O comportamento das sementes durante o armazenamento é função dos fatores que afetam sua conservação, tais como a temperatura, umidade relativa do ar, teor de umidade das sementes, e tipo de embalagem utilizada (CARNEIRO ; AGUIAR, 1991), além de fatores intrínsecos a semente.

A água assume importante papel no período de formação e maturação das sementes e, ao final da maturação, dois tipos de comportamento são observados: nas sementes ortodoxas há redução considerável do teor de água e, nas recalcitrantes, mantém-se o elevado teor de água (BARBEDO ; MARCOS FILHO, 1998).

O conhecimento das relações hídricas pode contribuir para explicar o comportamento fisiológico das sementes (VILLELA, 1998; VILLELA ; MARCOS FILHO, 1998). O potencial de água é considerado o indicador mais seguro do comportamento da semente, pois o teor de água se altera continuamente durante o acúmulo de matéria seca, além de não permitir a identificação de efeitos fisiológicos da água (MARCOS FILHO, 2005).

Na maioria das sementes, o desenvolvimento pode ser dividido convencionalmente em três fases confluentes. A primeira fase é caracterizada pelo crescimento inicial devido à divisão celular e a um aumento rápido no peso fresco da semente inteira e conteúdo de água. Depois disso há uma fase intermediária de maturação, na qual a semente aumenta de tamanho devido, principalmente, à expansão celular e à deposição de reservas. Finalmente, o desenvolvimento da maioria das sementes termina com uma fase pré-programada da secagem de maturação ou dessecação. Caracteristicamente, essas sementes são chamadas ortodoxas porque se submetem a algum grau de dessecação (BEWLEY ; BLACK, 1994; CASTRO et al., 2004). Isso resulta numa redução gradual no metabolismo da semente e o embrião passa para um estado quiescente. As sementes ortodoxas são exclusivas quanto à tolerância à dessecação, 90 a 95% da água é removida durante o desenvolvimento e a dessecação (BLACK ;PRITCHARD, 2002).

O teor de água para o óvulo recém-fecundado é de cerca de 80% (base úmida), decrescendo durante o processo de maturação. A desidratação é acelerada a partir da época em que as sementes ortodoxas atingem a máxima matéria seca (CARVALHO ; NAKAGAWA, 1983). As sementes recalcitrantes permanecem com teores de água superiores a 60%, pois não sofrem dessecação ao final da maturação (BARBEDO ; MARCOS FILHO, 1998; MARCOS FILHO, 2005).

Além do seu envolvimento no processo de desenvolvimento, a água geralmente é o fator limitante para a germinação de sementes não dormentes. Está associada à mobilização de reservas e à liberação de energia através da respiração, incentivando também a atividade de enzimas e reguladores de crescimento. Atua na diluição do protoplasma, favorecendo o metabolismo para a retomada do crescimento embrionário (CARVALHO ; NAKAGAWA, 1983; MARCOS FILHO, 2005).

Estudos realizados por Barbedo e Cicero (2000) mostraram que sementes de qualidade elevada de *Inga uruguensis*, quando armazenadas, hidratadas e embebidas em solução de ácido abscísico 10^{-4}M em câmara fria, podem apresentar germinação superior a 80% após 40 dias. Outra opção que começa a se apresentar promissora para o controle do metabolismo é a regulação da mobilização da água na semente. Embriões de *Inga vera* mantidos em substratos com soluções de polietileno glicol (PEG) a -2,4 MPa a 10ºC apresentaram germinação superior a 80% aos 90 dias, enquanto os armazenados em substrato umedecido com água pura (0 MPa), na mesma temperatura, apresentaram germinação inferior a 60% (ANDRÉO et al., 2006).

Outra alternativa seria a desidratação parcial, ou seja, a secagem até atingir o menor teor de água suportável pela semente, sem acelerar a deterioração e manter a semente nessa condição (MARCOS FILHO, 2005). A secagem pode ampliar a longevidade das sementes, reduzindo as reações metabólicas e dificultando a ação de microrganismos e insetos prejudiciais à sua conservação (CARVALHO ; NAKAGAWA, 2000; VILLELA ; PERES, 2004).

A tolerância à dessecação em plantas pode ser considerada como a capacidade de reidratar com sucesso, depois de remover 80-90% da água do protoplasma, alcançando conteúdos de umidade inferiores a 0,3g H_2O/g matéria seca (OLIVER et al., 2000; HOEKSTRA et al., 2001), e vem sendo estudada, mas, até o presente momento, as pesquisas não apontam para o sucesso na utilização da secagem como forma de armazenar sementes recalcitrantes por períodos prolongados (BARBEDO ; MARCOS FILHO, 1998). Bilia et al. (1998), estudando os limites de tolerância à dessecação das sementes de *Inga uruguensis*, conseguiram armazenar as sementes em sacos de polietileno a 10°C por até 60 dias após a colheita, mantendo a qualidade fisiológica, desde que seja reduzido o teor de água até níveis de 50%.

A capacidade de armazenamento é ampliada para muitas espécies, quando a redução do teor de água das sementes está associada à diminuição de temperatura do ambiente (WALTERS, 1998). Contudo, há espécies que não toleram grande redução da temperatura principalmente o congelamento (CHIN et al., 1989). Sementes com elevados teores de água, ortodoxas ou recalcitrantes, são suscetíveis a danos causados por temperaturas negativas, devido à formação de cristais de gelo nos tecidos, provocando perda da viabilidade (FONSECA ; FREIRE, 2003).

2.3 – Armazenamento de sementes recalcitrantes

Diferentes tipos de sementes requerem diferentes métodos de armazenamento, técnicas adotadas em função da tolerância à dessecação e da temperatura que as sementes toleram durante o armazenamento. Porém, as sementes recalcitrantes são aquelas mais sensíveis às condições de armazenamento. Pela falta de conhecimento de um teor de água-padrão para esse tipo de sementes, alguns autores adotam a desidratação/secagem parcial, na tentativa de reduzir o teor de água a valores seguros, que não promovam deterioração das sementes ao longo do armazenamento.

Isto é, fatores que envolvem a deterioração e a variação existente entre as espécies, entre lotes da mesma espécie e entre umidades do mesmo lote, devem ser minimizados quando o objetivo é o armazenamento (VIEIRA et al., 2008).

Para as espécies florestais de sementes recalcitarntes, na maioria das vezes, torna-se difícil manter a viabilidade e o vigor das sementes; por isso, fatores como temperatura e umidade, devem ser considerados durante o armazenamento, visando prolongar a longevidade e a sua viabilidade (OLADRIAN ; AGUNBIADE, 2000).

Vieira et al. (2008), trabalhando com sementes de camboatã (*Cupania vernalis*) em três teores de água (40, 35 e 30%), obtiveram 85% de germinação, após 240 dias de armazenamento das sementes em sacos plásticos, em câmara fria (10ºC e umidade relativa de 60%), e ainda verificara, que as sementes que foram armazenadas à 25ºC e mesma umidade relativa (60%), tiveram uma queda acentuada na porcentagem de germinação ao longo do período de armazenamento, principalmente em função dessa temperatura de armazenamento ser próxima à temperatura ótima de germinação da espécie estudada pelos autores, que é de 30ºC (LIMA JÚNIOR, 2004). Segundo Barbedo (1997), em geral, o armazenamento de sementes com teores de água elevados, entre 35 e 45%, comum em espécies recalcitrantes, é favorecido pela adoção de temperaturas inferiores à do ambiente de produção.

Em estudo realizado por Bonjovani (2007) com sementes de *Inga vera* subsp. *affinis* de diferentes estádios de maturação, submetidas à diferentes tipos de secagens (sem secagem, secagem leve e secagem crítica), e que foram armazenadas em sacos de polietileno a diferentes temperaturas (8°C, 4°C, 2°C, -2°C e -18°C). Observou que o comportamento das sementes que foram submetidas aos três níveis de secagens, em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, e teve a capacidade de manterem os embriões menos maduros mais hidratados (com menores alterações de seu teor de água) durante o armazenamento, em relação aos embriões mais maduros, que perderam mais água durante o armazenamento, e perderam sua viabilidade mais rapidamente; além de ter sido observado pelo autor, a intolerância total à temperatura de armazenamento inferior a temperatura de congelamento (-18°C), independente do tipo de material utilizado, e da secagem utilizada.

Andréo (2006), trabalhando com dois tipos diferentes de frutos de *Inga vera* subsp. *affinis*, separados pela coloração de suas cascas (FIGLIOLIA ; KAGEYAMA, 1994), observou que o armazenamento realizado em substrato com água

disponível, evitando estresse hídrico descrito por Pammenter et al. (1994), promove embebição e provável processo de germinação, mesmo quando armazenados sob baixa temperatura (10°C) (FARIA et al., 2004), e que houve manutenção dos elevados teores de água dos embriões após 288 horas, supondo então que houve metabolismo e consumo de reservas, independente do nível de secagem utilizado para reduzir o teor de água dos embriões e do armazenamento em baixa temperatura (10°C) utilizado pelo autor, e ocorrendo redução da capacidade de manutenção da viabilidade desses embriões, portanto, o armazenamento em meio com pouca restrição à disponibilidade de água, prática comum para sementes recalcitrantes e já empregada para ingá (BILIA ; BARBEDO, 1997; BARBEDO ; CÍCERO, 2000), pode reduzir o potencial de armazenamento dessas sementes, ainda que o armazenamento seja realizado em baixas temperaturas.

Bilia et al. (1998) avaliaram três tipos de material: sementes no interior do fruto, sementes com sarcotesta e sementes nuas de *Inga uruguensis*, submetidos a diferentes níveis de secagem (redução do teor de água) e armazenados em sacos de polietileno, em dois ambientes diferentes: câmara fria (temperatura de 10°C e 90% de umidade relativa do ar) e ambiente de laboratório (temperatura e umidade relativa do ar variáveis), por 90 dias. Segundos os autores, em condições normais de laboratório, ocorreu perda total da viabilidade após 15 dias de armazenamento, propondo que não basta apenas manter as sementes de ingá hidratadas, mas que também é necessário o controle da temperatura para que o metabolismo das sementes seja reduzido a níveis seguros, umas vez que, características como o 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 (FINCH-SAVAGE ; BLAKE, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Produção Vegetal-Agricultura (DPV-A) e no Viveiro de Produção de Mudas do Departamento de Recursos Naturais-Ciências Florestais (DRN-CF) da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – UNESP, Campus de Botucatu. A idéia original do trabalho ocorreu após discussões e sugestão do Biólogo Israel Gomes Vieira, do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) - Piracicaba.

3.1. Coleta e beneficiamento das sementes

Os frutos de *Inga vera* Willd. foram colhidos de 20 árvores do Horto Florestal de Itatinga (23º10'S, 48º40'W e 860 m de altitude) localizado no município de Itatinga, região de Botucatu, São Paulo. Após a coleta, no Viveiro de Produção de Mudas da FCA, foi realizada a separação dos frutos coletados, distinguindo-se duas categorias: frutos verdes (Figura 1A) e frutos maduros (Figura 1B), de acordo com a coloração dos mesmos, segundo Aguiar e Piña-Rodrigues (1993). Após a separação das categorias de frutos, realizou-se a extração manual das sementes, removendo-as da vagem e retirando a sarcotesta das sementes, com o objetivo de diminuir as condições para a proliferação de microrganismo durante o armazenamento.

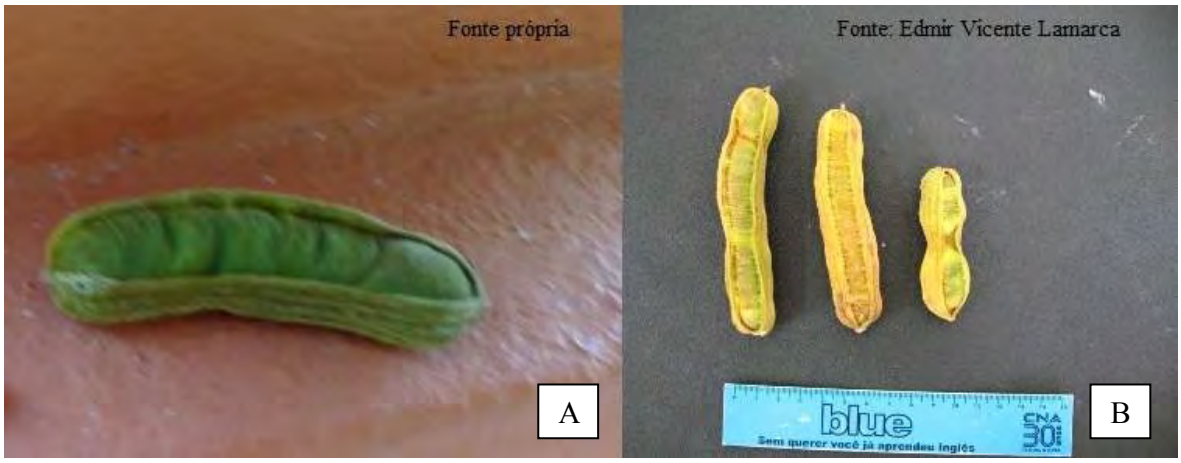

Figura 1: Exemplo de frutos verde (A) e fruto maduro (B) de *Inga vera* Willd.

3.2. Dados climáticos

Os dados de temperatura mínima e média durante o período de estudo, foram obtidos da Estação Meteorológica do Departamento de Recursos Naturais – Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – UNESP, Campus de Botucatu.

3.3. Teste de Germinação

O teste de germinação foi realizado em rolo de papel germtest, com duas folhas inferiores e uma folha superior, ambas umedecidas 1,5vezes o peso do papel seco. A germinação foi feita em câmaras de germinação, tipo B.O.D., com temperatura alternada de 20-30°C, segundo diferentes trabalhos da literatura, onde não há uma temperatura de comum uso para germinação de sementes de ingá (BARBEDO; BILIA, 1994; BILIA; BARBEDO, 1997; MENDES-RODRIGUES et al., 2007), com fotoperíodo de oito horas e contagens semanais até vinte e um dias (BRASIL, 1992). Foram consideradas como sementes germinadas, aquelas que apresentavam mais de dois milímetros de comprimento de radícula, medição feita com régua graduada em milímetros.

Juntamente com o teste de germinação, observou-se até quando ocorreria germinação dos dois tratamentos analisados (verdes e maduras), armazenando as sementes de forma convencional, fora da vagem, sem sarcotesta em sacos de polietileno sob baixa temperatura (10 – 15°C) em câmara B.O.D, sem controle da umidade do ambiente ou do material colhido, observando a porcentagem de germinação logo após a coleta, sete, 15, 30, 45 e 60 dias após a coleta.

3.4. Armazenamento de plântulas

3.4.1. Pré-germinação

Na primeira etapa do estudo de armazenamento de plântulas de *Inga vera*, realizou-se a pré-germinação das sementes para se obter as plântulas. A pré-germinação foi feita em sacos plásticos contendo com vermiculita de granulometria fina, na proporção de seis litros para 800 gramas de sementes. Depois de preparados, os sacos plásticos foram levados à Casa de Vegetação com umidade relativa do ar de 85%. Com irrigações diárias a cada cinco minutos para manter o substrato saturado, por uma semana. Porém, em função da grande maioria das sementes ter iniciado o processo de germinação após cinco dias, interrompeu-se a pré-germinação, para minimizar a desuniformidade de desenvolvimento das plântulas armazenadas.

3.4.2. Armazenamento

Após a pré-germinação, as plântulas foram separadas em 12 lotes para avaliação mensal durante um ano. Cada lote foi composto de seis caixas de isopor, que consistiam em plântulas oriundas de sementes verdes e maduras, armazenadas nas seguintes umidades de substrato: sem adição de água (testemunha), 30% e 60%. As umidades de substrato foram obtidas a partir da relação de volume da caixa de isopor (dois litros) completamente preenchidas de vermiculita adicionando água destilada até a saturação do substrato, fez-se a pesagem para obtenção do peso do substrato 100% umedecido e fez-se a relação para cada umidade de tratamento.

Cada caixa de isopor continha 60 plântulas acondicionadas em dois litros de vermiculita de granulometria fina umedecida nas porcentagens já descritas. As caixas foram vedadas com fita adesiva e embaladas em saco plástico preto (para evitar trocas de umidade com o ambiente) e em seguidas acondicionas em câmara fria a 10 ± 5°C (BILIA et al., 1998; BILIA et al, 1999; BARBEDO ; CICERO, 2000) e 30% de umidade.

A cada mês, durante um ano, um lote completo de tratamentos foi retirado da câmara fria, para avaliação morfológica das plântulas, através de medições do comprimento de raiz primária e, quando presente, parte aérea, utilizando régua graduada em milímetros.

O delineamento experimental usado para o armazenamento segue um esquema fatorial, com plântulas de dois tipos de frutos armazenadas em três umidades de substrato (tratamentos) em 12 lotes. Sendo então, um grupo de tratamentos constituído

das plântulas oriundas de vagem verde (2160 plântulas) e outro grupo das plântulas de vagem madura (2160), totalizando 4320 plântulas avaliadas.

3.4.3. Avaliação da viabilidade

Cada lote de plântulas retiradas da câmara fria foi colocado em germinadores com temperatura de 30°C (BARBEDO ; BILIA, 1994; ANDRÉO, 2006; BONJOVANI, 2007) e regime de luz de oito horas diárias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos (testemunha, 30% e 60% de umidade), quatro repetições, de 15 plântulas por parcela, por um período de 15 dias.

As plântulas foram acondicionadas em caixas plásticas (30cm x 21cm x 6 cm) contendo vermiculita fina umedecida 1,5 vezes do seu peso seco, com água destilada. A avaliação de sobrevivência das plântulas foi realizada por quinze dias, considerando a comparação inicial e final através das medições da parte aérea e da raiz primária de cada plântula.

3.4.4. Viveiro de Mudas

Após o término da germinação, as plântulas sobreviventes foram levadas ao Viveiro de Produção de Mudas e plantadas em tubetes de 120 cm³ contendo substrato comercial, composto de material de origem vegetal, com vermiculita expandida, isento de pragas e microrganismos patógenos, produto estável e inerte, de natureza física sólida (farelado grosso). A adubação foi feita com Nitrato de Cálcio (15% de N e 20% de Ca), na proporção de 170 $mg.L^{-1}$ de cálcio e 127,5 $mg.L^{-1}$, e adubo para o crescimento contendo 247 $mg.L^{-1}$ de nitrogênio, 90 $mg.L^{-1}$ de fósforo, 220 $mg.L^{-1}$ de potássio, 170 $mg.L^{-1}$ de cálcio e 53 $mg.L^{-1}$ de enxofre.

As etapas de produção de mudas foram: Casa de Vegetação (30 dias), Casa de Sombra (30 dias) e a Pleno Sol (30dias). A irrigação utilizada na Casa de Vegetação foi a nebulização, utilizando microaspersores do tipo Fogger, com vazão de 7 $L.h^{-1}$, enquanto na Casa de Sombra foi utilizada a microaspersão com vazão de 105 $L.h^{-1}$.

O desenvolvimento das mudas foi acompanhado durante três meses com avaliações mensais de altura, utilizando-se régua graduada em milímetros, a partir da região do colo da muda até o seu ponto mais alto.

A taxa de sobrevivência das plântulas, após armazenamento, foi obtida de duas formas: através da contabilização na etapa final de produção de mudas, ou seja, quantas mudas encontravam-se vivas na última etapa do viveiro (a Pleno Sol) e depois de cada etapa após armazenamento (entrada no germinador, saída do germinador, casa de vegetação, casa de sombra e a pleno sol).

3.5. Análise Estatística

Os dados foram tabulados no software Excel (pacote Microsoft Office) e a análise estatística foi realizada no SAS 9.2. Os fatores umidade, estádios de maturação e tempo de armazenamento das sementes foram testados para a variável proporção de germinação através do modelo linear generalizado com variável resposta de distribuição binomial. As comparações múltiplas entre os tratamentos foram realizadas através do teste da razão de verossimilhança a 5% de significância.

O desenvolvimento das plântulas após o armazenamento foi avaliado através da variável altura das mudas pela análise de covariância e teste de Tukey a 5% de significância para comparar os níveis de cada fator significativo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES

Como procedimento padrão de caracterização do lote de sementes coletadas, determinou-se o teor de água das duas categorias de material coletado, onde as sementes de vagem verde apresentavam teor de água de 72,76% e as sementes de vagem madura 65,69% de água, valores semelhantes a encontrados na literatura (BONJOVANI ; BARBEDO, 2008; ANDRÉO, 2003) apesar de ter uma grande variação do teor de água inicial nas diferentes espécies do gênero *Inga* (MATA, et al., 2009; BILIA et al., 1998).

O teste de germinação foi realizado para avaliar o desempenho das sementes beneficiadas de *Inga vera* Willd. após armazenamento convencional, sendo o teste repetido enquanto haviam sementes viáveis para montar o teste, no caso, até 45 dias. A partir dos dados coletados, obteve-se a porcentagem de germinação e o desvio padrão de plântulas normais e mortas (Figura 2).

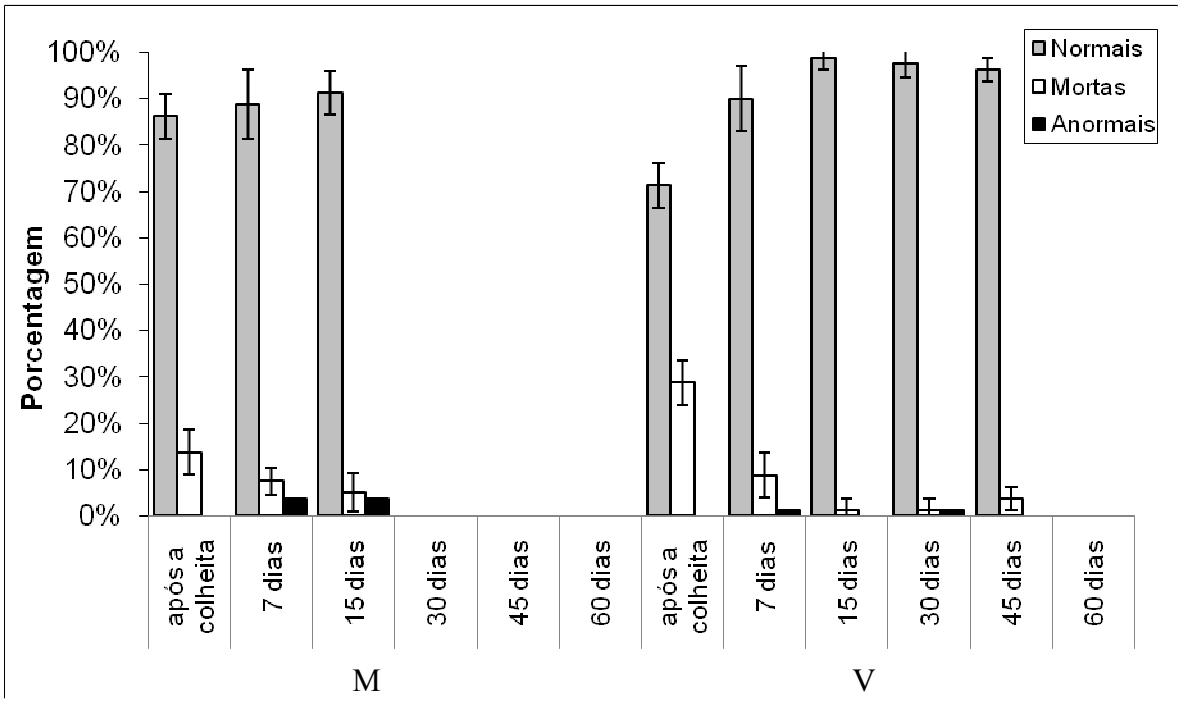

Figura 2: Germinação das sementes maduras (M) e sementes verdes (V) expressa em porcentagem (%) de *Inga vera* logo após a coleta, sete, 15, 30, 45 e 60 dias de armazenamento, a temperatura de 10 ± 5°C.

Observa-se que logo após a coleta, as duas categorias de frutos (verdes e maduros) apresentam elevada germinação, mas uma mortalidade de plântulas maior das sementes provenientes de vagem verde, provavelmente por essas sementes ainda não se encontrarem totalmente amadurecidas.

Após sete dias da coleta de sementes, percebe-se uma alteração quanto à taxa de mortalidade, que, apesar de baixa, apresenta-se mais nas plântulas de vagem madura, porém com alta germinação em ambos os lotes e aparecimento de plântulas consideradas anormais.

Passados 15 dias após a coleta de sementes, a tendência elucidada após sete dias da coleta de sementes, permanece, onde ainda há elevada germinação em ambos os lotes, porém, o lote de sementes de vagem madura, apresentou maior mortalidade do que o lote de sementes de vagem verde.

Após 30 dias de armazenamento, as sementes provenientes de vagem madura, já não apresentaram germinação, por já se encontrarem em processo

avançado de deterioração, prevalecendo, portanto, aquelas de vagem verde que, possivelmente, amadureceram durante o armazenamento.

Ainda com 45 dias de armazenamento, ocorreu germinação de sementes de vagem verde com baixa mortalidade, mostrando o vigor destas, mesmo depois de um período, considerado pela literatura, longo para a espécie. Aos 60 dias de armazenamento, as sementes estavam deterioradas e mortas (sementes de coloração preta e sem rigidez característica), não podendo ser usadas para germinação.

Com base nos resultados apresentados, observou-se que as sementes coletadas desenvolveram grande quantidade de plântulas normais, mas após dois meses de coleta, não havia mais sementes viáveis, de nenhuma das duas categorias, para realização do teste de germinação.

Em trabalho realizado por Bilia et al. (1998), as sementes apresentaram variações acentuadas no armazenamento em câmara fria, evidenciando uma relação direta entre a conservação da qualidade fisiológica das sementes de *Inga uruguensis* com o teor de água das sementes, porém o lote utilizado pelos autores, quando armazenado em condições de ambiente frio, as sementes sem sarcotesta, apresentaram germinação até 15 dias após a coleta, mostrando a importância da categoria dos frutos para promover a manutenção do vigor durante o armazenamento.

E também, diferente do que comumente se encontra na literatura, sementes de vagem verde aparentam ter maior vigor em longo prazo, possivelmente devido ao elevado teor de água que possuem esse tipo de sementes e que aparentemente ocorre o amadurecimento das sementes durante o armazenamento, mesmo em condições de baixa temperatura e sem disponibilidade de água.

4.2. DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS APÓS ARMAZENAMENTO

Como foi descrito na metodologia deste trabalho, enquanto as etapas de caracterização do lote foram conduzidas, já se iniciou o objetivo principal do estudo, o armazenamento, e para constatação da eficiência das condições de armazenamento, fez-se o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas armazenadas.

Durante as avaliações mensais, observou-se o aparecimento de sementes com duas ou mais partes aéreas e raízes, o que indica a ocorrência de poliembrionia na espécie (Figura 3C), já relatado na literatura por outros autores (OLIVEIRA, 1991; OLIVEIRA ; BELTRANI, 1994). Mesmo durante o armazenamento, devido ao metabolismo acelerado da espécie (BILIA et al., 1998; ANDRÉO et al., 2006), algumas plântulas continuaram a se desenvolver, promovendo até a ruptura das caixas de isopor (Figura 3B).

Após o armazenamento, as plântulas foram acondicionadas em caixas plásticas (Figura 3A), para aclimatação na câmara de germinação por 15 dias, para que houvesse a retomada de seu desenvolvimento e então, prosseguissem as etapas até a formação de mudas.

Figura 3: Caixa plástica com vermiculita de um dos blocos na retirada do germinador (A). Observação visual do desenvolvimento de raízes durante o armazenamento, depois de retirada da câmara fria (B). Exemplo de poliembrionia encontrada durante avaliação (C).

Após o término da germinação, as plântulas sobreviventes foram levadas ao Viveiro de Produção de Mudas e transplantadas em tubetes de 120 cm^3 com substrato comercial, para que continuassem o seu desenvolvimento e fosse possível obter mudas (Figura 4), como forma de verificar a capacidade do armazenamento de reduzir o metabolismo e posterior desenvolvimento do material armazenado.

Figura 4: Visualização das mudas a pleno sol, última etapa do viveiro (esquerda). Muda formada após armazenamento e todas as etapas do viveiro (direita).

Durante cada uma das etapas pós-armazenamento, a porcentagem da sobrevivência, mostrou oscilar em função do constante desenvolvimento das plântulas de vagem verde e vagem madura, mostrando que algumas plântulas se desenvolveram, assim como morreram, em qualquer uma das etapas pós-armazenamento já descritas. Tal fenômeno pode ter ocorrido em função de características intrínsecas de cada semente, possivelmente pela variação genética ligada à aleatoriedade do material coletado, portanto ocasionando diferentes desenvolvimentos das plântulas nas condições de armazenamento.

Conforme se observa na Tabela 1, há uma proporção de sobrevivência semelhante, nas umidades de tratamento 30 e 60%, que não diferiu estatisticamente pelo teste da razão da verossimilhança a 5% de significância para as plântulas provenientes de sementes de vagem verde; em contrapartida, as plântulas oriundas de sementes de vagem madura apresentaram uma proporção de sobrevivência menor em seus melhores resultados de sobrevivência (umidades de tratamento 30 e 60%) ao longo do período de 12 meses analisados; em ambos os casos, as umidades 30 e 60% apresentaram maior sobrevivência do que a testemunha (T, sem adição de água), independente do material utilizado (plântulas de sementes de vagem verde ou de vagem madura).

Tabela 1: Proporção de sobrevivência das plântulas de sementes de vagem verde e madura de *Inga vera* armazenadas em câmara fria, após o período de um ano.

Tipo	Umidades		
	T	30	60
Maduras	0,1361 aA	0,2083 aB	0,2375 aB
Verdes	0,1305 aA	0,3139 bB	0,3361 bB

* Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste da razão de verossimilhança a 5% de significância. Letras minúsculas comparam colunas e letras maiúsculas comparam linhas.

A Figura 5 mostra a diferença que ocorreu na proporção de sobrevivência das sementes analisadas, ressaltando o melhor desempenho das sementes de vagem verde em relação às de vagem madura.

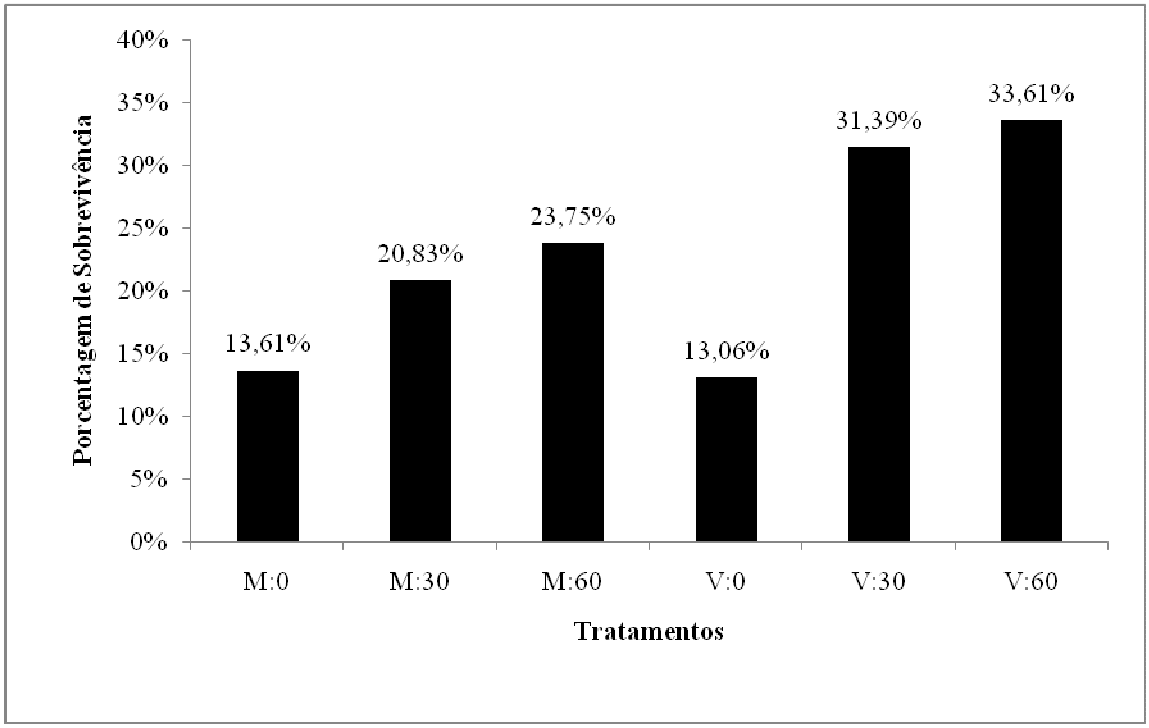

Figura 5: Porcentagem de sobrevivência média das sementes pré-germinadas de *Inga vera* Willd. em função dos tratamentos, após o período de um ano. Onde, M:0, M:30, M:60 - sementes de vagem madura armazenadas sem adição de água (0), 30 e 60% de umidade, respectivamente; e V:0, V:30, V:60 - sementes de vagem verde armazenadas sem adição de água (0), 30, e 60% de umidade, respectivamente.

Em função do alto nível de recalcitrância presente em sementes de muitas espécies do gênero *Inga*, já descrito na literatura, era esperado que ocorresse queda

gradativa na sobrevivência das sementes no decorrer do período de armazenamento. A Figura 6 a seguir ilustra essa queda gradativa e observando que aos quatro meses de armazenamento, plântulas oriundas de sementes de vagem verde, ainda apresentaram aproximadamente 50% de sobrevivência, tanto para aquelas armazenadas a 60% como a 30% de umidade de substrato, e superior àquelas plântulas de sementes de vagem madura nas mesmas condições de umidade, que apresentaram aproximadamente 30% de sobrevivência.

Também se observa que, com 12 meses de armazenamento, as plântulas armazenadas a 30 e 60% de umidade de substrato oriundas de sementes de vagem verde, ainda apresentaram em torno de 10% de sobrevivência, ou seja, mesmo depois de um ano de armazenamento, uma quantidade, mesmo que pequena, de plântulas armazenadas conseguiram sobreviver às condições de armazenamento e constituir mudas, mostrando a viabilidade do armazenamento utilizado e também a possibilidade de preencher a lacuna de produção de mudas da espécie no viveiro, pelo suprimento contínuo de mudas.

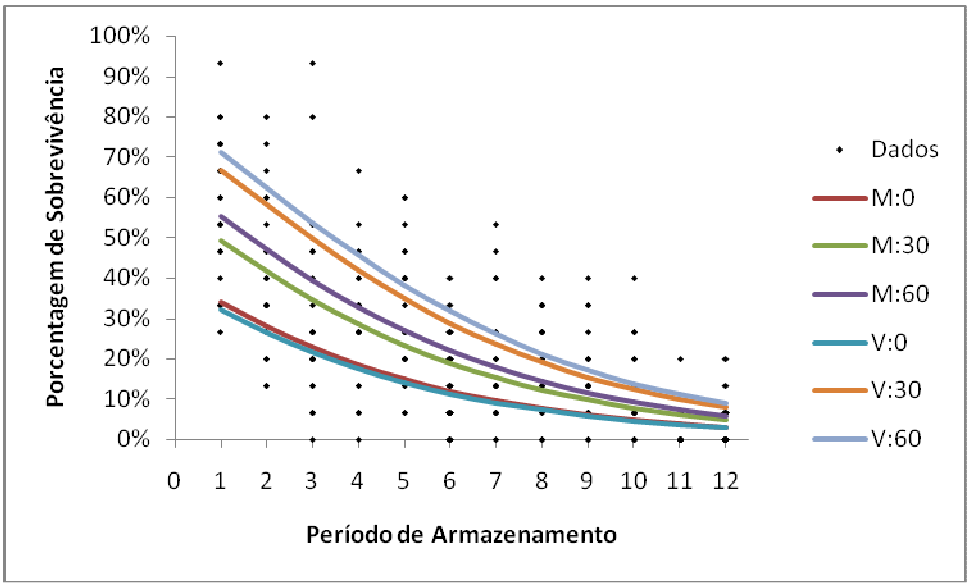

Figura 6: Porcentagem de sobrevivência das plântulas de *Inga vera* Willd., armazenadas ao longo do período de 12 meses. Onde, M:0, M:30, M:60 - sementes de vagem madura armazenadas sem adição de água (0), 30 e 60%, respectivamente; e V:0, V:30, V:60- sementes de vagem verde armazenadas sem adição de água (0), 30, e 60%, respectivamente.

Em trabalho realizado por Bilia et al. (1998), com sementes de *Inga uruguensis*, aos 90dias de armazenamento, os autores observaram que ocorreu queda acentuada do poder germinativo, para sementes com teores de água de 49%, indicando que, a manutenção da umidade do armazenamento, para impedir a dessecação das sementes, é importante para que não ocorra perda da viabilidade das sementes armazenadas dessa espécie.

Andréo (2003), apesar de ter armazenado sementes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* em solução de polietileno glicol (PEG 6000) que age controlando a mobilização de água na semente, obteve valores de germinação superior para sementes de frutos amarelos (considerados maduros) em relação às sementes de frutos verdes, após 90 dias de armazenamento; diferentemente do que se obteve com o presente trabalho, onde as plântulas de vagem verde obtiveram maior sobrevivência do que as de vagem madura, após armazenamento. Essa diferença no desenvolvimento das categorias de frutos do presente trabalho pode ter ocorrido em função do maior teor de água das sementes verdes, que possivelmente permaneceram por mais tempo hidratadas durante o armazenamento, do que as sementes maduras que, no trabalho realizado por Andréo (2003), tiveram sua capacidade germinativa prolongada pela utilização do PEG 6000, que, ao controlar a mobilização de água das sementes, favoreceu para que essa categoria de material se mantesse viável por mais tempo, sendo assim, a não utilização de produto para controle da entrada e saída de água das sementes ou das plântulas armazenadas, mostra melhores resultados para o material verde.

Segundo Bonjovani (2007), trabalhando com *Inga vera* Willd., as sementes de frutos de estádio I (frutos mais verdes), mantiveram-se mais hidratadas durante o armazenamento (em baixa temperatura), com maior germinação e vigor, do que as sementes de frutos de estádio IV (frutos mais maduros), também demonstrando que sementes de frutos verdes, conseguem-se manter por mais tempo seu teor de água, o que reflete na manutenção da germinação por mais tempo.

Comumente a literatura retrata que sementes de vagem madura apresentam maior longevidade para armazenamento, porém, no presente estudo, observou-se que as sementes de vagem verde, apresentaram desempenho superior durante todo o período de análise, provavelmente em função das sementes de vagem verde apresentarem maior vigor e, as condições de umidade e temperatura do armazenamento, promoveram a manutenção da viabilidade por um período prolongado de tempo.

É importante salientar que as sementes foram colhidas aleatoriamente, portanto, é possível supor que, sementes de vagem verde, de boa procedência, podem ser armazenadas, na forma de plântulas, por um período de quatro meses, mantendo sobrevivência próxima a 50%, se armazenadas em condições de baixa temperatura (10 ± 5°C) e com substrato umedecido entre 30 e 60%, para manutenção da viabilidade das plântulas de ingá durante o armazenamento.

Analisando a média das alturas e seu desvio padrão, nos primeiros cinco meses de armazenamento (Figura 7), apenas das sementes pré-germinadas acondicionadas nos substratos com 30 e 60% de umidade, as quais apresentaram maior sobrevivência nas etapas de entrada no germinador (EG) e na última etapa de análise do experimento, a pleno sol (PS), para observar a diferença de desenvolvimento nos primeiros meses de armazenamento.

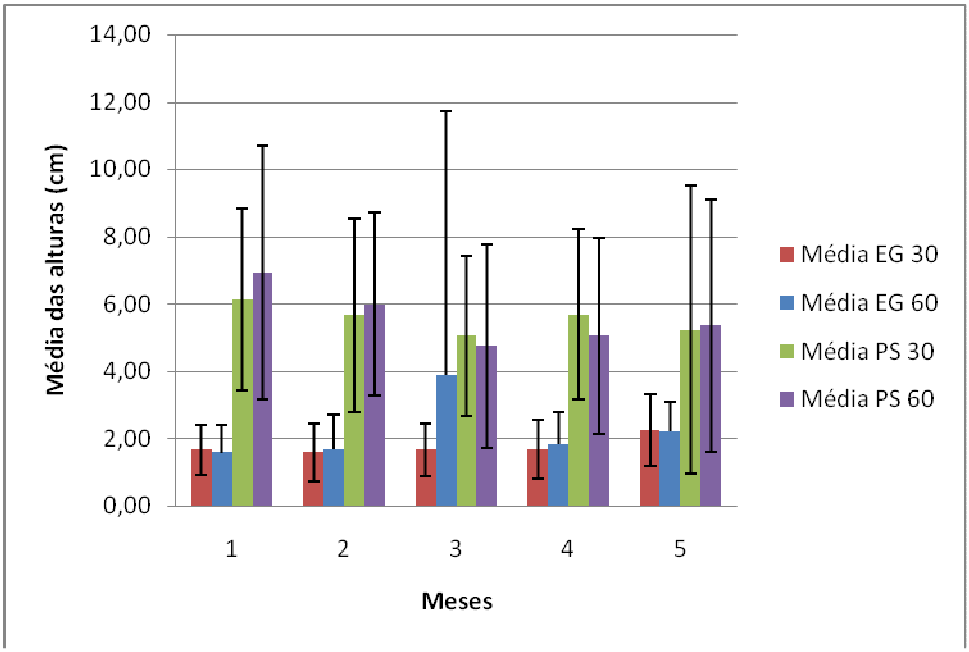

Figura 7: Média das alturas (cm) das plântulas na entrada do germinador (EG) e das mudas após um mês a pleno sol (PS) do fruto maduro nos primeiros cinco meses.

Houve desenvolvimento das plântulas entre a etapa inicial e a etapa final do trabalho, onde as maiores diferenças são observadas nos primeiros dois meses de experimento, tanto para as plântulas de vagem madura armazenadas a 30% como a 60% de umidade de substrato; no terceiro mês de avaliação, a diferença de crescimento entre as plântulas armazenadas a 60% em relação à entrada do germinador e a pleno sol,

apresentou-se menor, provavelmente por conta do vigor dessas sementes, que apenas em condições favoráveis para seu crescimento (câmara de germinação) conseguiram se desenvolver, mas em condições sem controle de temperatura, suscetíveis às variações climáticas (a pleno sol), não responderam de forma esperada, como foi observado nos meses seguintes, embora no quarto mês, as sementes pré-germinadas acondicionadas no substrato com 30% de umidade, apresentaram maior crescimento que ao terceiro mês.

A mesma análise de média das alturas (em centímetros) e desvio padrão foi feito para as plântulas oriundas de sementes de vagem verde, também nas etapas de entrada no germinador (EG) e a pleno sol (PS) nos primeiros cinco meses de avaliações do trabalho (Figura 8), também nas condições de umidade de substrato de maior sobrevivência (30 e 60%).

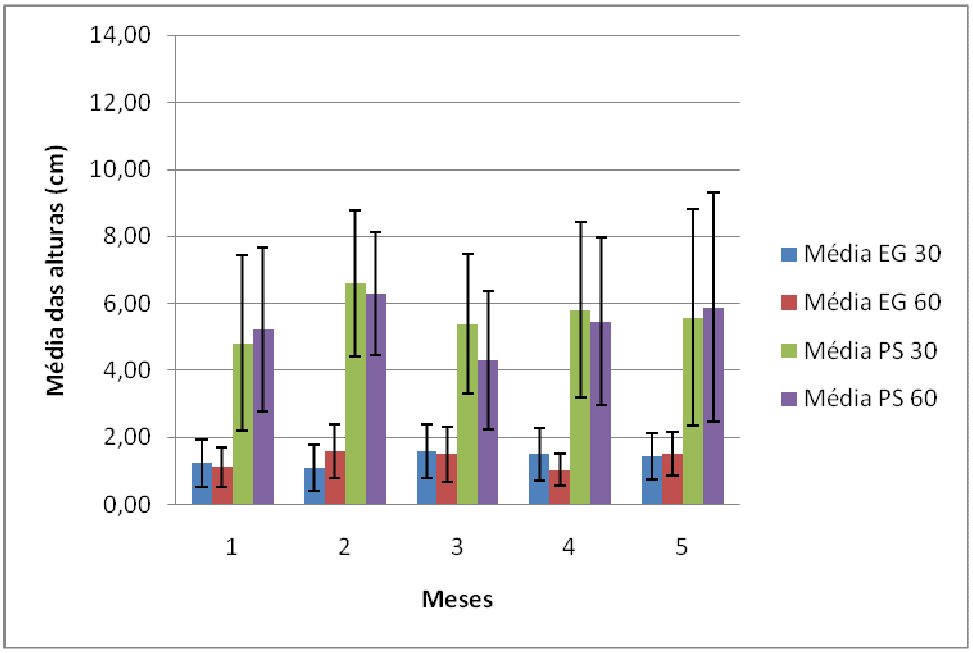

Figura 8: Média das alturas (cm) das plântulas na entrada do germinador (EG) e das mudas após um mês a pleno sol (PS) do fruto verde nos primeiros cinco meses.

Para o material verde ocorreu comportamento semelhante do material maduro, porém, houve maior crescimento em todos os cinco meses apresentados, mostrando maior resposta ao armazenamento das plântulas desse material, observando que este se desenvolveu após a etapa de aclimatação e mesmo sob influência de variações climáticas (a pleno sol) prosseguiu com seu desenvolvimento, não apresentando, também, grandes diferenças entre as umidades de tratamento 30 e 60%.

Em trabalho realizado por Bernardino et al. (2005) com *Adenanthera macrocarpa*, os autores observaram o crescimento da espécie, após 100 dias de semeadura, onde as mudas apresentaram desde 19 até aproximadamente 68cm de altura, em função do tipo de substrato utilizado, em comparação aos 105 dias observados no presente estudo, a espécie *Inga vera* Willd., apresentou menor desenvolvimento que pode ter ocorrido devido à inúmeros fatores, como a ausência de adubação específica durante as etapas de viveiro para favorecer o desenvolvimento, características da espécie estudada e inclusive a junção de condições do armazenamento que podem ter favorecido um estado de dormência às sementes pré-germinadas, porém, nas etapas conseguintes, não houve a retomada do desenvolvimento normal, uma vez que a espécie apresenta rápido e grande desenvolvimento.

As diferenças de desenvolvimento das espécies é grande pelas possíveis causas já mencionadas, tanto que, observando trabalho realizado por Azevedo et al. (2010) com *Simarouba amara* Aubl., em que os autores obtiveram alturas entre 14 e 25cm, em diferentes porcentagens de sombreamento avaliando após 57, 139 e 182 dias, sendo estes valores obtidos com marupá, superiores às alturas do presente trabalho com *Inga vera*. A questão do sombreamento para melhorar o desenvolvimento de espécies nativas no viveiro é relatado também em trabalho realizado por Rosa et al. (2009), em que os autores obtiveram resultados semelhantes aos apresentados por Azevedo et al. (2010), porém com *Schizolobium amazonicum* (paricá), mostrando que a condição do viveiro, no caso as diferentes porcentagens de sombreamento, influenciam diretamente o desenvolvimento das mudas de diferentes espécies.

Observando trabalho feito por Keller (2006) com *Inga marginata*, em que autor conseguiu valores entre 20 e 40cm de altura de mudas da espécie utilizando recipientes diferentes para favorecer o desenvolvimento das plantas, mostrando que as condições do armazenamento das sementes pré-germinadas de *Inga vera* utilizadas no presente estudo, favoreceram a sobrevivência, porém com a necessidade de outras condições para favorecer à continuidade do desenvolvimento das mudas, condições que favoreçam à retomada do desenvolvimento das sementes pré-germinadas, que provavelmente entraram em um estado de dormência, que não foi totalmente superada após o armazenamento.

Mesmo as alturas das mudas de *Inga vera* do presente trabalho, apresentar valores inferiores a encontrados em outros trabalhos (KELLER, 2006; ROSA et

al, 2009; AZEVEDO et al, 2010), e inclusive às recomendações de viveiristas, para que as mudas fossem aptas a serem utilizadas em campo, os critérios na seleção das mudas para o plantio são baseados em parâmetros que, na maioria das vezes, não determinam as reais qualidades, uma vez que o padrão de qualidade varia de acordo com a espécie e, para uma mesma espécie, entre diferentes sítios ecológicos (Carneiro, 1995).

Como parâmetro de desenvolvimento das plântulas após armazenamento, fez-se o acompanhamento do crescimento em altura das mudas nas etapas do viveiro, portanto até 105dias depois da retirada de cada lote de plântulas da câmara fria, para observar a interação das variáveis do trabalho (Tabela 2).

Tabela 2: Quadro de covariância (ANCOVA) para as alturas das mudas, considerando apenas a altura medida aos 105 dias, pois não foi possível processar através de medida repetida ao longo do tempo.

FV	gl	SQ	QM	F	p
Mes	1	21,8	21,80	52,27	**< 0,001**
Umidade	2	4,65	2,33	5,57	**0,003**
Categoria	1	0,03	0,03	0,07	0,793
Umidade:Categoria	2	0,29	0,15	0,35	0,7099
Resíduo	973	405,8	0,42		
Total	979	432,57			

Observa-se que houve um efeito significativo apenas do mês e da umidade, porém, como o mês é uma covariável, realizou-se o teste de Tukey para definir quais as umidades que diferem entre si (Figura 9).

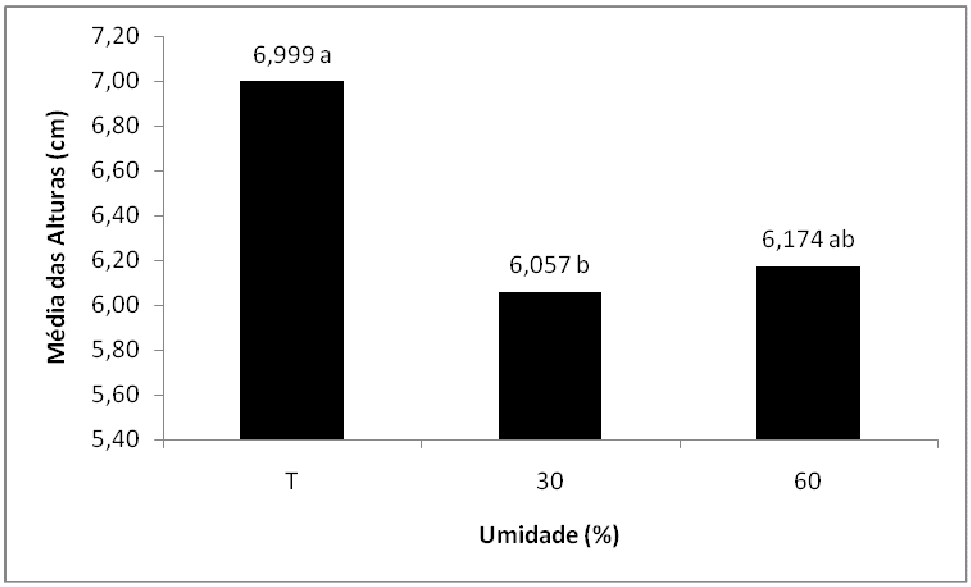

Figura 9: Médias das alturas medidas aos 105 dias nas três umidades de armazenamento.

Apesar de a maior sobrevivência ter sido obtida nas umidades de substrato 30 e 60%, para o parâmetro altura, a testemunha (T, sem adição de água) apresentou os maiores valores de altura aos 105 dias após o armazenamento, indicando a importância da procedência das sementes em relação ao seu vigor.

Vale a pena apontar que, apesar da diferença estatística, para a altura de muda, um centímetro de diferença não representa variação elevada em termos práticos. E as plântulas armazenadas sem adição de água (testemunha), também apresentaram essa média de altura superior às demais umidades de armazenamento, por apresentaram poucos indivíduos com altos valores de alturas (aumentando a média), em comparação aos demais tratamentos, que apresentaram maior número de indivíduos, portanto maior influência na média de suas alturas.

Durante o período de avaliação, as mudas permaneceram um mês a pleno sol (última etapa de viveiro), provavelmente, as mudas encontraram-se suscetíveis a variações de temperatura do ambiente, o que refletiu no desenvolvimento das mudas durante essa etapa. A Figura 10 mostra essa relação entre a temperatura média mensal e a média do desenvolvimento das mudas provenientes de plântulas de vagem verde de cada um dos tratamentos (0, 30 e 60%) durante o período de avaliação do experimento.

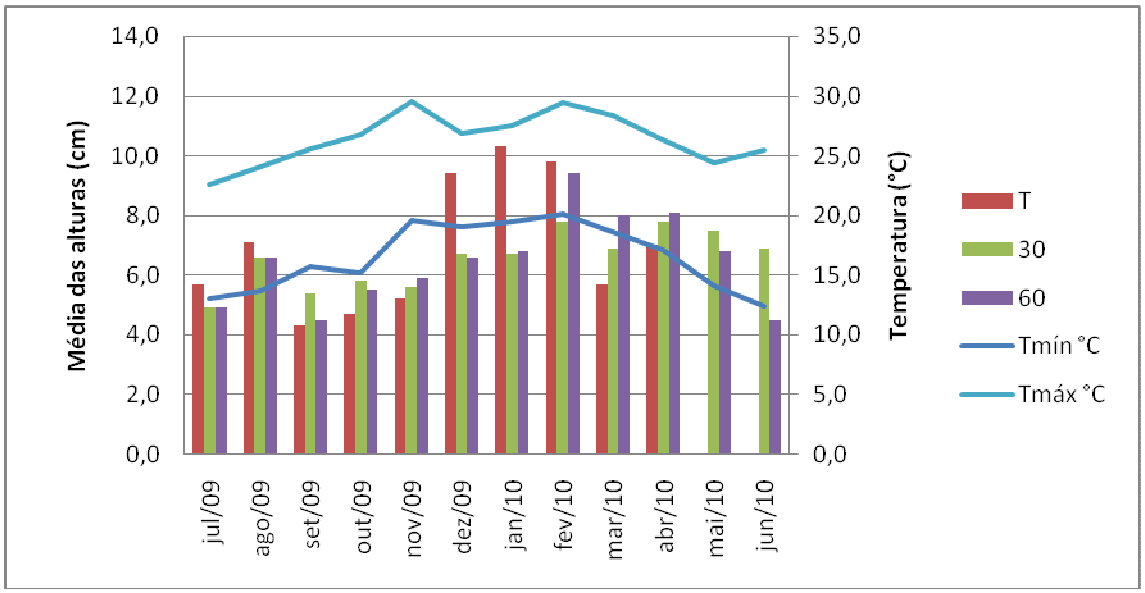

Figura 10: Médias das alturas das mudas provenientes de plântulas de vagem verde de *Inga vera* Willd. a pleno sol relacionadas à temperatura durante os 12 meses de experimento.

Observa-se uma tendência de acompanhamento entre a curva da temperatura média mensal e o crescimento em altura das mudas de cada tratamento, porém, também é possível ver que nos meses de verão (dezembro de 2009, janeiro e fevereiro de 2010) que as mudas do tratamento testemunha (plântulas armazenadas sem adição de água, testemunha) apresentaram maior desenvolvimento, em relação às outras umidades de tratamento (30 e 60%), mesmo apresentando menor sobrevivência, a testemunha apresentou maior desenvolvimento, em média, pelos fatores já explicados anteriormente. Ao analisar as alturas da mudas das umidades de substrato 30 e 60%, a tendência já mencionada é evidente e sem discrepância visível.

Efeito semelhante foi observado para as mudas provenientes de plântulas de vagem madura, nas mesmas condições de armazenamento (testemunha, 30 e 60% de umidade de substrato) a pleno sol durante os 12 meses de avaliações (Figura 11).

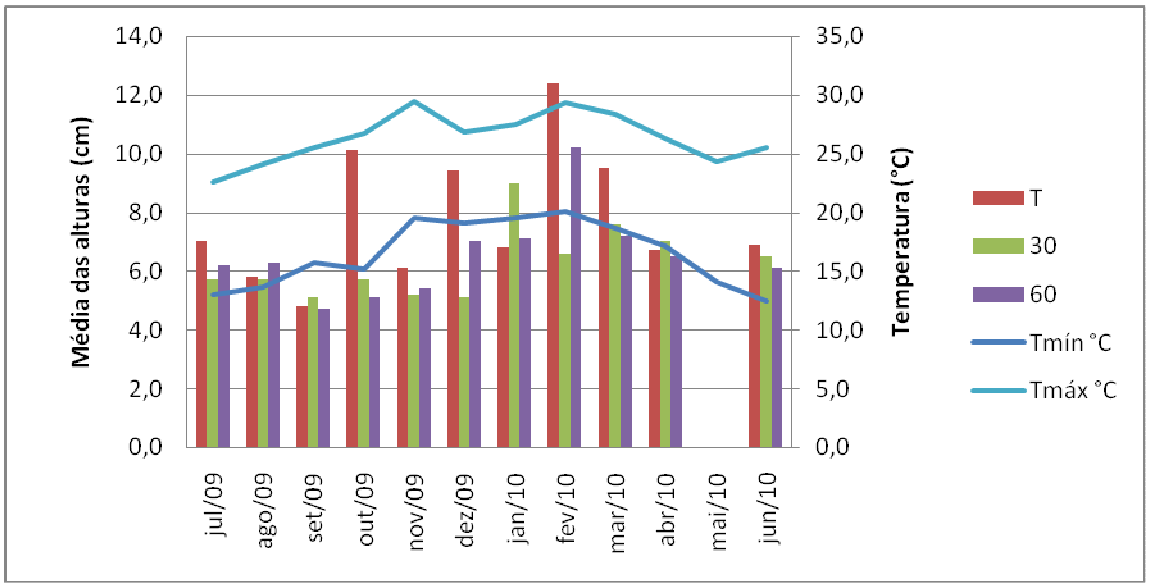

Figura 11: Médias das alturas das mudas provenientes de plântulas de vagem madura de *Inga vera* Willd. a pleno sol relacionadas à temperatura durante os 12 meses de experimento.

Diferentemente do que ocorreu para as mudas provenientes de plântulas de vagem verde, as de vagem madura apresentaram três pontos distintos de maior desenvolvimento daquelas plântulas do tratamento testemunha (sem adição de água no substrato), nos meses de outubro e dezembro de 2009, e fevereiro de 2010, portanto, não tendo relação direta com a estação do ano, como ocorreu para as mudas de plântulas verdes, e reforçando o comentado anteriormente, à respeito da característica individual de cada semente que provavelmente eram sementes mais vigorosas, que conseguiram resistir à condição de estresse hídrico do armazenamento (testemunha, sem disponibilidade de água) e ainda assim conseguiram se desenvolver quando realocadas em condições favoráveis. Também é possível observar esse mesmo fato, agora em relação às três umidades de tratamento no mês de maio de 2010, onde não houve sobrevivência em nenhum dos tratamentos, porém, após 12 meses de armazenamento, as mudas na última etapa do viveiro (a pleno sol) no mês de junho de 2010, conseguiram sobreviver e desenvolver-se.

A literatura não apresenta trabalhos relatando o acompanhamento de sementes após o armazenamento, sendo, então, importantes os estudos nessa área, que não abordem apenas a germinação de sementes recalcitrantes após o armazenamento, mas também o desenvolvimento de sementes submetidas ao armazenamento até a formação de mudas (sobrevivência); conhecimento da procedência das sementes, para períodos maiores de armazenamento e vigor do material utilizado; e a utilização de plântulas provenientes de

vagem verde, em função do possível amadurecimento ou manutenção da viabilidade dessas plântulas durante o armazenamento.

É importante salientar, também, que tentativas mais promissoras de armazenamento de espécies recalcitrantes, encontram-se quando se reduz o metabolismo dos embriões, promovendo condições que se assemelhem ao banco de plântulas, forma natural de regeneração das espécies de sementes recalcitrantes.

5. CONCLUSÕES

As sementes de *Inga vera* Willd. de vagens maduras podem ser armazenadas por pelo menos 15 dias e as sementes de vagens verdes por pelo menos 45 dias, ambas em condições de baixa temperatura (10 - 15°C) e sem controle de umidade.

Sementes pré-germinadas de ingá, provenientes de vagem verde, podem ser armazenadas por até quatro meses, mantendo 50% de sobrevivência das plântulas do lote, quando o armazenamento é feito sob baixa temperatura (10 ± 5°C) e em substrato com 30 e 60% de umidade. Por período de um ano de armazenamento, também foi possível obter até 10% de sobrevivência de plântulas, que produziram mudas com bom desenvolvimento em viveiro

Plântulas oriundas de vagem verde apresentam maior performance por um período prolongado de armazenamento, em relação às plântulas de vagem madura, nas mesmas condições de umidade e temperatura.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Maturação de sementes de espécies florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais.** 1ª ed.Brasília, DF: ABRATES/CTSF, 1993, v. 1. 350p.

ANDRADE, A. C. S. et al. Conservação de sementes de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) Myrtaceae. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v. 7, n. 1/2, p. 205, jul./ago. 1997.

ANDRÉO, Y. **Qualidade fisiológica de sementes recalcitrantes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn., armazenadas em diferentes potenciais osmóticos**. 2003. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

ANDRÉO, Y.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO C. J. Mobilização de água e conservação da viabilidade de embriões de sementes recalcitrantes de ingá (*Ingá vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) Pennington. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 309-318, abr./jun. 2006.

AZEVEDO, I. M. G. et al. Estudo de crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 10, p. 157-164, 2010.

BARBEDO, C. J. **Armazenamento de sementes de *Inga uruguensis* HOOK & AM**. 1997. 71 f. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C. Longevidade de sementes de *Ingá uruguensis* Hook. et Arn. e temperatura para germinação. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 10., Santos, 1994. **Resumos...** Santos: Sociedade Botânica de São Paulo, 1994. p. 93.

BARBEDO, C. J.; CICERO, S. M. Effects of initial quality, low temperature and ABA on the storage of seeds of *Inga uruguensis*, a tropical species with recalcitrant seeds. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 28, n. 3, p. 793-808, 2000.

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 12, p. 145-164, 1998.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; RIBEIRO, R. de C. L. F. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, 2002.

BARBOSA, J. M. et al. Influência do substrato, da temperatura e do armazenamento sobre germinação de sementes de quatro espécies nativas. **Ecossistema,** Espírito Santo do Pinhal, v. 10, p. 46-54, 1985.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Adenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Recalcitrant is not an all-or-nothing situation. **Seed Science Research,** Cambridge, v. 4, p. 263-264, 1994.

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

BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Estudos de germinação e armazenamento de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. **Científica,** Jaboticabal, v. 25, p. 379-391, 1997.

BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J.; CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J. Ingá: uma espécie importante para recomposição vegetal em florestas ripárias, com sementes interessantes para a ciência. **Informativo ABRATES,** Londrina, v. 13, p. 26-30, 2003.

BILIA, D. A. C.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. C. L. Conservação da qualidade fisiológica de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. **Revista Brasileira de Sementes,** Brasília, DF, v. 20, p. 48-54, 1998.

BILIA, D. A. C.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. C. L. Desiccation tolerance and seed storability of *Inga uruguensis* Hook. et Arn. **Seed Science and Technology,** Zurique, v. 27, p. 77-89, 1999.

BLACK, M.; PRITCHARD, H. W. (Eds.). **Desiccation and survival in plants:** drying without dying. Wallingford: CAB International, 2002. 416 p.

BONJOVANI, M. R. **Armazenamento de embriões de *Ingá vera* spp. *affinis* (DC.) Pennington (Leguminosae) sob baixa temperatura.** 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Sementes recalcitrantes: intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. toleram temperatura sub-zero**. Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 31, n. 2, abr./jun. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Eds.). **Sementes de espécies florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES/CTSF, 1991. 500 p. Mimeografado.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 588 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação:** do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-67.

CHIN, H. F.; KRISHNAPILLAY, B.; STANWOOD, P. C. Seed moisture: recalcitrant vs orthodox seeds. In: STANWOOD, P. C.; MCDONALD, M. B. (Eds.). **Seed moisture.** Madison: Crop Science Society of America, 1989. p. 15-22.

CORREA, S. M. V.; CONSERVA, L. M.; MAIA, J. G. S. Constituents of roots of *Inga edulis* var. *parviflora*. **Fitoterapia**, São Paulo, v. 66, n. 4, p. 366-379, 1995.

DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Prediction of desiccation sensitivity in seeds of wood species: a probabilistic model based on two seed traits and 104 species. **Annals of Botany**, Oxford, v. 97, p. 667-674, 2006.

DUCHESNEAU, R.; MORIN, H. Early seedling demography in balsam fir seedling banks. **Canadian Journal of Forest Research**, Montreal, v. 29, p. 1502-1509, 1999.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n. 230, p.1167-1174, 1990.

EVERHAM, E. M. III; BROKAW, N. V. L. Forest damage and recovery from catastrophic wind**. Botanical Review**, New York, n. 62, p. 113-185, 1996.

FARIA, J. M. R. **Desiccation tolerance and sensitivity in *Medicago truncatula* and *Inga vera* seeds**. 2006. 133 f. Thesis (PhD)-Wageningen University, Wageningen, 2006.

FARIA, J. M. R.; VAN LAMMEREN, A. A. M.; HILHORST, H. W. M. Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seeds of *Inga vera* subsp. *affinis*. **Seed Science Research,** Cambridge, v. 14, p. 165-178, 2004.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação:** do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.

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 Mogi-Guaçu, município de Mogi-Guaçu**. 1993. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba,1993.

FIGLIOLIA, M. B.; KAGEYAMA, P. Y. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook et Arn. em floresta ripária do rio Mogi-Guaçu, Município de Mogi-Guaçu. **Revista do Instituto Florestal,** São Paulo, v. 6, p. 15-52, 1994.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BLAKE, P. S. Indeterminate development in desiccation-sensitive seeds of *Quercus robur* L. **Seed Science Research**, Kew, v. 4, p. 127-133. 1994.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**. Campinas, v. 62, n. 2, p. 297-303, 2003.

GARCIA, L. C.; MORAES, R. P.; LIMA, R. M. B. Determinação do grau crítico de umidade em sementes de *Cenostigma tocantinum* Ducke. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 3, p. 172-176, 2008.

HOEKSTRA, F. A.; GOLOVINA, E. A.; BUITINK, J. Mechanisms of plant desiccation tolerance. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v. 6, n. 9, p. 431-437, 2001.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A comparsion of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of *Acer pseudoplatanus* L. and *Acer platanoides* L. **New Phytologist**, Cambridge, v. 116, n. 4, p. 589-596, 1990.

KELLER, L. **Viabilidade do uso do sistema de blocos prensados na produção de mudas de três espécies arbóreas nativas**. 2006. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)-Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

LIEBERG, S. A.; JOLY, C. A. *Inga affinis* DC (Mimosaceae): germinação e tolerância à submersão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 175-179, 1993.

LIMA JÚNIOR, E. C. **Germinação, armazenamento de sementes e fisio-anatomia de plantas de jovens de *Cupania vernalis* Camb**. 2004. 115 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MAI-HONG, T. et al. Seed development, maturation and storage behaviour of *Mimusops elengi* L. **New Forests,** Dordrecht, v. 32, n. 1, p. 9-19, 2006.

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

MATA, M. F. et al. Armazenamento de sementes de *Inga subnuda* Salzm. Ex Benth. E *I. cylindrica* (Vel.) Mart. (Leguminosae: Mimosoideae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 12., 2009, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SPH Comunicação Visual, 2009. 1 CD-ROM.

MENDES-RODRIGUES, C. et al. Germinação de embriões de duas espécies de *Inga* (Mimosaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 561-563, jul. 2007. Suplemento.

MILLER, J. T. et al. A phylogenetic analysis of the Acacieae and ingeae (Mimosoideae: Fabaceae) based on *trnK*, *psbA-trnH*, and *trnL/trnF* sequence data. **Systematic Botany**, Kent, v. 28, n. 3, p. 558-566, July./Sept. 2003.

OLADRIAN, J. A.; AGUNBIADE, S. A. Germination and seedling development from pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds following storage in different packaging materials. **Seed Sciente & Technology**, Zurich, v. 28, n. 2, p. 413-419, 2000.

OLIVER, M. J.; TUBA, Z.; MISHLER, B. D. The evolution of vegetative desiccation tolerance in land plants. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 151, p. 85-100, 2000.

OLIVEIRA, D. M. T. **Morfologia e desenvolvimento de frutos, sementes e plântulas de *Inga fagifolia* Will. e *Inga uruguensis* Hook. et Arn. (Fabaceae - Mimosoideae)**. 1991. 181 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.

OLIVEIRA, D. M. T.; BELTRATI, C. M. Aspectos anatômicos de frutos e sementes em *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae:Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 4, p. 625-636, 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**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 1, p. 91-100, fev. 1994.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccationtolerance mechanisms. **Seed Science Research,** Cambridge, v. 9, p. 13-37, 1999.

PAMMENTER, N. W.; NAIDOO, S.; BERJAK, P. Desiccation rate, desiccation response and damage accumulation: can desiccation sensitivity be quantified? In: NICOLÁS, G. et al. (Eds.). **The biology of seeds**: recent research advances. Oxon: CABI Publishing, 2003. p. 319-325.

PAMMENTER, N. W. et al. Why do stored hydrated recalcitrant seeds die? **Seed Science Research,** Cambridge, v. 4, p. 87-191, 1994.

PENNINGTON, T. G. The genus *Inga*. Kew: **Royal Botanic Gardens**, 1997. 844 p.

PHARTYAL, S. S. et al. *Ex situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. **Current Science**, Oxford, v. 38, n. 11, p. 1351-1357, 2002.

PRITCHARD, H. W. et al. 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**, Wageningen, v. 23, p. 85-100, 1995.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Wageningen, v. 1, p. 499-514, 1973.

ROSA, L. S. et al. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, p. 87-98, jul./dez. 2009.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: SAGRA, 1989. 306 p.

USBERTI, R.; ROBERTS. E. H.; ELLIS, R. H. Prediction of cotton seed longevity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 9, p.1435-1441, Sept. 2006.

VIEIRA, C. V. et al. Germinação e armazenamento de sementes de camboatã (*Cupania vernalis* Cambess.) – SAPINDACEAE. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 444-449, mar./abr. 2008.

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

VILLELA, F. A.; MARCOS FILHO, J. Estados energéticos e tipos de água na semente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, p. 317-321, 1998.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A. G.; F. BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação:** do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 323.

WALTERS, C. Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. **Seed Science Research,** Cambridge, v. 8, p. 223-244, 1998.