

Lamarca, Edmir Vicente; Barbedo, Claudio Jose
SENSIBILIDADE À DESSECAÇÃO DE EMBRIÕES DE *Inga vera* Willd. FORMADOS
SOB DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Revista Árvore, vol. 39, núm. 6, noviembre-diciembre, 2015, pp. 1083-1092
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48843584011>

SENSIBILIDADE À DESSECAÇÃO DE EMBRIÕES DE *Inga vera* Willd. FORMADOS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS¹

Edmir Vicente Lamarca² e Claudio Jose Barbedo³

RESUMO – Ingá, espécie nativa do Brasil utilizada na arborização urbana e em sistemas agroflorestais, tem sementes altamente sensíveis à dessecação. Essa sensibilidade pode ser condicionada pelas condições ambientais em que as sementes são formadas. Neste estudo, analisou-se o grau de sensibilidade à dessecação de embriões de ingá de origens distintas e formados sob diferentes condições ambientais. Os embriões foram obtidos de frutos maduros de matrizes em São Paulo e Minas Gerais e analisados quanto ao teor de água e conteúdo de massa de matéria seca no momento da dispersão e quanto ao grau de sensibilidade à dessecação. Os resultados confirmaram a hipótese de que a sensibilidade à dessecação não é totalmente predeterminada para as sementes de uma espécie e pode apresentar variações conforme a região de procedência. Verificou-se, ainda, que as condições do ambiente, principalmente temperatura do ar e disponibilidade hídrica, podem condicionar o ciclo de maturação, o grau de maturidade dos embriões após a dispersão dos frutos, a aquisição da tolerância à dessecação e a qualidade final dos embriões.

Palavras-chave: Graus-dia; Sementes florestais; Sementes recalcitrantes.

DESICCATION SENSITIVITY OF EMBRYOS OF *Inga vera* Willd. OBTAINED FROM DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

ABSTRACT – “Ingá”, a brazilian species commonly used in urban forestation and in agroforestry systems, produces seeds highly sensitive to desiccation. This sensitivity can be influenced by environmental conditions during seed formation. In this study we analyzed the degree of sensitivity to desiccation of ingá embryos obtained from different origins and environmental conditions. Embryos were obtained from mature fruits of trees in São Paulo and Minas Gerais and were analyzed for both water and dry matter content at shedding, as well as the degree of their sensitivity to desiccation. The results confirmed the hypothesis that the sensitivity to desiccation of seeds is not totally pre-established for the seeds of a species and may vary according to region in which they were obtained. It was also found that the conditions of the environment, especially air temperature and water availability can influence the maturation cycle, the degree of maturity of the embryos at shedding, the acquisition of desiccation tolerance and the final quality of the embryos.

Keywords: Degree-days; Forest seeds; Recalcitrant seeds.

¹ Recebido em 15.04.2014 aceito para publicação em 13.10.2015.

² Instituto de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, São Paulo-SP - Brasil.
E-mail: <edmirvicente18@gmail.com>.

³ Instituto de Botânica, Centro de Pesquisa em Ecologia e Fisiologia, Núcleo de Pesquisa em Sementes, São Paulo, SP - Brasil.
E-mail: <cjbarbedo@yahoo.com.br>.

1. INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Inga* apresentam grande importância em diversos setores produtivos, como em plantações de café (principalmente para sombreamento e anteparo de ventos), na arborização urbana, na recuperação de áreas degradadas e em sistemas agroflorestais (BILIA et al., 2003; MATA et al., 2013; SOUZA; PIÑA-RODRIGUES, 2013). *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T.D. Pennington (cuja sinonímia é *Inga uruguensis* Hook. & Arn.), conhecida popularmente como ingá, ingá-do-brejo, ingá-banana ou ingazeiro, pertence à família Leguminosae e está distribuída na América tropical e subtropical, na Mata Atlântica e em áreas de vegetação ripária (JOLY, 1993; BILIA et al., 1998). A espécie é característica de planícies aluviais e beira de rios, preferencialmente em solos úmidos e até brejos ou terrenos periodicamente inundáveis, e sua floração ocorre de agosto a novembro, com maturação dos frutos de dezembro a março (FIGLIOLIA; KAGEYAMA, 1994). As sementes dessa espécie são sensíveis à dessecação e apresentam curtíssima longevidade (BILIA et al., 1999) e têm sido consideradas como excelente modelo de estudos da fisiologia de sementes em geral (BILIA et al., 2003).

Sementes sensíveis à dessecação estão presentes em diversas espécies agrícolas, como mangueira, seringueira, cacau, café, entre outras (BARBEDO; BILIA, 1998). Essas sementes geralmente são dispersas em períodos chuvosos e apresentam maior quantidade de massa seca e maior velocidade de germinação do que as tolerantes à dessecação (DAWS et al., 2005). Por isso, não estabelecem banco de sementes, mas sim de plântulas (TWEDDLE et al., 2003) e tem baixo potencial de armazenamento (ROBERTS, 1973).

Estudos têm demonstrado que a tolerância, ou sensibilidade, à dessecação ocorre dentro de um processo contínuo ao desenvolvimento das sementes e há níveis entre as espécies, formado pelo máximo de tolerância à dessecação em um extremo e o máximo de sensibilidade à dessecação no outro (BERJAK; PAMMENTER, 2000; PÉREZ et al., 2012). Tais níveis podem, inclusive, ocorrer entre populações da mesma espécie e estar relacionados às características fenotípicas em respostas às condições ambientais (DAWS et al., 2004, 2006; MARTINS et al., 2009; PEREIRA et al., 2012; LAMARCA et al., 2013b). Barbedo et al.

(2013) consideraram que as sementes sensíveis à dessecação podem ser, na verdade, sementes dispersas ainda imaturas.

O conhecimento de aspectos biológicos de sementes de diferentes regiões pode fornecer importantes informações quanto ao grau de interferência do ambiente sobre as características das sementes.

A sensibilidade à dessecação em relação à procedência das sementes, por exemplo, permite analisar a plasticidade e a adaptabilidade desenvolvida pelas populações, conforme as condições ambientais nas quais foram formadas. Essas informações podem auxiliar na compreensão sobre a tolerância à dessecação de sementes, contribuindo para os planos de armazenamento de curto e de longo prazo e de propagação de sementes sensíveis à dessecação, como as de *Inga vera*.

Para sementes de *Inga vera*, diversos estudos fisiológicos foram realizados, principalmente quanto ao armazenamento, à exigência térmica para germinação e à tolerância à dessecação (BILIA et al., 1998, 1999; BARBEDO; CICERO, 2000; FARIA et al., 2004; ANDRÉO et al., 2006; BONJOVANI; BARBEDO, 2008; LAMARCA et al., 2013a). Todavia, verifica-se que há poucas informações na literatura científica sobre respostas fisiológicas dessas sementes, como a sensibilidade à dessecação em relação às condições do ambiente onde as sementes são formadas. Assim, neste estudo, analisou-se o grau de sensibilidade à dessecação de embriões de *Inga vera*, oriundos de árvores plantadas em áreas urbanas, em regiões com diferentes características climáticas e, dessa forma, formadas sob diferentes condições ambientais.

2. MATERIALE MÉTODOS

As sementes de *Inga vera* foram obtidas de frutos maduros, baseando-se nas informações de Bonjovani e Barbedo (2008), no ano 2010 de diferentes regiões (consideradas origens): Ribeirão Vermelho (RIB), Piracicaba (PIR), São Paulo (SAP) e Paríquera-Açu (PAR). Detalhes das origens estão apresentados na Tabela 1. Os dados diários de precipitação pluvial (mm) e temperatura (máxima e mínima) do ar (°C), respectivamente, para o cálculo da chuva acumulada (mm) e do somatório de graus-dia (°C d), foram obtidos de estações meteorológicas localizadas próximas às áreas de colheita.

Tabela 1 – Origem de embriões de *Inga vera*. Localização geográfica, classificação climática, época de colheita e dados meteorológicos (média da temperatura máxima e mínima do ar, graus-dia e chuva acumulada). Teor de água e conteúdo de massa seca de embriões recém-colhidos. Valores médios acompanhados do desvio-padrão.

Table 1 – Provenance of embryos of *Inga vera*. Geographical position, climatic classification, harvest season and meteorological data (average of maximum and minimum air temperature, degree-day and precipitation). Water and dry matter content of freshly collected embryos. Average values and standard deviation.

Origem do material Localização e classificação de Köppen	Ciclo de maturação (duração do ciclo)	Max e Min (°C)	Graus-dia (°C d)	Chuva (mm)	Teor de água(g g ⁻¹)	Massa seca (g embrião ⁻¹)
Ribeirão Vermelho, MG (RIB) 21°11'S, 45°03'W e 780 m; Cwa	24/09/2009 – 09/01/2010 (107 dias)	29 – 18	1485	652	1,39 ± 0,21	0,44 ± 0,03
Piracicaba, SP (PIR) 22°43'S, 47°38'W e 558 m; Cwa	03/10/2009 – 07/01/2010 (96 dias)	30 – 19	1424	591	1,66 ± 0,08	0,33 ± 0,06
São Paulo, SP (SAP) 23°38'S, 46°37'W e 785 m; Cwb	27/10/2009 – 19/02/2010 (115 dias)	29 – 19	1605	1361	1,21 ± 0,12	0,26 ± 0,01
Pariquera-Açu, SP (PAR) 24°37'S, 47°53'W e 28 m; Af	21/10/2009 – 04/02/2010 (106 dias)	31 – 22	1739	896	1,50 ± 0,24	0,25 ± 0,03

Inicialmente, inflorescências das árvores (com cerca de 8 a 12 m de altura e 10 a 15 m de diâmetro de copa, todas plantadas em áreas urbanas) foram marcadas no período de máximo florescimento da espécie e os frutos, colhidos quando apresentavam características de maduro. O somatório de graus-dia (GD) foi realizado desde a floração até a colheita, segundo as equações propostas por Villa Nova et al. (1972), considerando a temperatura base de 10 °C (PEDRO JUNIOR et al., 1977). Calculou-se, ainda, o balanço hídrico sequencial (mm), segundo o modelo proposto por Thornthwaite e Mather (1955), em nível de escala decendial, com capacidade de água disponível (CAD) de 125 mm (ROLIM et al., 2007).

Após a colheita, os frutos foram abertos manualmente para a retirada das sementes. A seguir, também manualmente, removeu-se o tegumento carnoso que reveste a semente, ou seja, a sarcocesta, obtendo-se os embriões utilizados nos experimentos. Após esse procedimento, os embriões foram armazenados em câmara fria a 7 °C (BILIA et al., 1998) até o início dos experimentos, não excedendo três dias após a colheita.

Os embriões foram caracterizados quanto ao teor de água, conteúdo de massa de matéria seca e germinação. O teor de água e o conteúdo de massa de matéria seca foram determinados gravimetricamente pelo método de estufa a 103 °C, por 17 h (BRASIL, 2009), e os resultados apresentados, respectivamente, em g de água por g de massa de matéria seca (g g⁻¹) e g de massa de matéria seca por embrião (g embrião⁻¹).

O teste de germinação foi conduzido em câmaras do tipo B.O.D., a 25 °C, na presença de luz, utilizando-se o método rolo de papel (papel Germitest®), ou seja, duas folhas para base e uma para cobertura (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas a cada dois dias, durante 36 dias (BILIA et al., 1998), registrando-se as sementes que emitiram raiz primária (para o cálculo de germinação) e as que apresentaram capacidade de produção de plântulas normais (para o cálculo de desenvolvimento de plântula normal), sendo os resultados apresentados em porcentagem.

O vigor foi calculado utilizando o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme a fórmula de Maguire (1962), o tempo médio de germinação (TM) e a variância do tempo médio de germinação (VAR), segundo a fórmula descrita por Borghetti e Ferreira (2004).

Após a caracterização, os embriões foram submetidos à secagem controlada em estufa, com circulação forçada de ar. Para tanto, foram dispostos em prateleiras forradas com tela de polietileno, em camadas simples sem sobreposição. A secagem foi realizada de forma intermitente, com 10 h a 30 ± 1 °C, seguidas de 14 h de repouso a 22 ± 2 °C (BILIA et al., 1999; BONJOVANI; BARBEDO, 2008). Periodicamente, com base no valor da massa de matéria seca da amostra (g), quatro amostras de 50 embriões foram retiradas e os embriões, avaliados quanto ao teor de água, ao conteúdo de massa de matéria seca e à germinação, conforme descrito anteriormente. Esse procedimento foi repetido até que os embriões atingissem teores

de água preestabelecidos de 1,22 g g⁻¹; 0,82 g g⁻¹; 0,67 g g⁻¹; e 0,43 g g⁻¹, valores referenciais para análise da sensibilidade à dessecação (BILIA et al., 1999; BONJOVANI; BARBEDO, 2008). Esses teores de água constituíram-se nos diferentes níveis de secagem, respectivamente, no primeiro nível de secagem (S_I), o segundo nível de secagem (S_{II}), o terceiro nível de secagem (S_{III}) e o quarto nível de secagem (S_{IV}), além das sementes não submetidas à secagem (S₀).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5 (origem do material x níveis de secagem), com quatro repetições de 20 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), a 5% de significância. Quando pertinente, as médias foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, também a 5% de significância (SANTANA; RANAL, 2004). Posteriormente, calcularam-se os coeficientes de correlação simples para todas as combinações entre os dados meteorológicos e os dados físicos e fisiológicos, sendo a significância dos valores de r determinada pelo teste t a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

As regiões de procedência dos embriões de *Inga vera*, assim como a época de colheita, a temperatura máxima e mínima do ar, o somatório de graus dias e a chuva acumulada durante o período de maturação e o teor de água e o conteúdo de massa de matéria seca dos embriões após a colheita estão apresentados na Tabela 1. Entre as quatro regiões, verifica-se que a floração dos indivíduos esteve entre o terceiro decêndio de setembro e o terceiro decêndio de outubro do ano 2009. Já as colheitas dos frutos e embriões ocorreram em épocas chuvosas, como visto pelo balanço hídrico (Figura 1), entre o primeiro decêndio de janeiro e o segundo decêndio de fevereiro de 2010 (Tabela 1).

A duração do ciclo de maturação em SAP foi de 19 dias mais longa que PIR e oito e nove dias mais longa que RIB e PAR, respectivamente. Pelo extrato do balanço hídrico das regiões (Figura 1), verificou-se que em SAP não houve déficit hídrico do florescimento à dispersão (Figura 1C), diferente do que ocorreu nas outras regiões que apresentaram um período entre quatro e seis decêndios de déficit hídrico, durante a maturação (Figuras 1A, B e D). Contudo, notou-se que os embriões oriundos de SAP apresentaram menor teor de água após a colheita (Tabela 1), possivelmente indicando diferenças no estádio de maturação.

Pelos valores de teor de água e conteúdo de massa de matéria seca dos embriões dispersos, sugere-se que os de SAP e RIB foram os mais maduros. Já em PIR a duração do ciclo de maturação foi menor e os embriões, dispersos com teor de água mais elevado, sugerindo serem mais imaturos que os de SAP. Nessa região, registraram-se, ainda, os menores valores para o somatório de graus-dia e de chuva acumulada (Tabela 1).

A duração do ciclo de maturação mostrou relação inversamente proporcional ao teor de água dos embriões na dispersão (Tabela 2), ou seja, quanto maior o ciclo, menor o teor de água. Pode-se assumir, portanto, que o aumento no ciclo efetivamente resultou em progresso na maturação das sementes. Contudo, como a correlação entre ciclo e conteúdo de massa de matéria seca não foi significativa, outros fatores devem estar contribuindo para a qualidade fisiológica final das sementes.

O balanço hídrico e a quantidade de chuvas, que para outras espécies apresenta correlação com o ciclo, não demonstraram influência na maturação das sementes de *Inga vera* em razão, provavelmente, do fato de não terem ocorrido grandes déficits em todas as regiões estudadas. Verificaram-se, também, correlações significativas entre os dados meteorológicos e fisiológicos, ou seja, entre a temperatura máxima e a variância do tempo médio e entre a temperatura mínima e a germinação, para embriões recém-colhidos e sem secagem (Tabela 2).

A análise de variância dos dados de germinação, desenvolvimento de plântula normal, IVG, TM e VAR apresentou interação significativa entre os fatores de origem do material e níveis de secagem com valores de F das interações de, respectivamente, 3,61 (P=0,00064), 4,64 (P=0,00009), 39,78 (P<0,00001), 2,72 (P=0,0055) e 5,93 (P<0,00001). As médias estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Os valores de teor de água efetivamente atingidos pelos embriões após as secagens ficaram muito próximos aos pretendidos (Tabela 3), mostrando a eficácia do método para a obtenção de embriões com níveis diferentes de secagem.

Em geral, verificou-se que os valores de germinação, plântulas normais e IVG diminuíram à medida que o nível de secagem aumentou, e TM e VAR também aumentaram (Tabelas 3 e 4), porém de forma diferenciada conforme a origem dos embriões. Para os procedentes

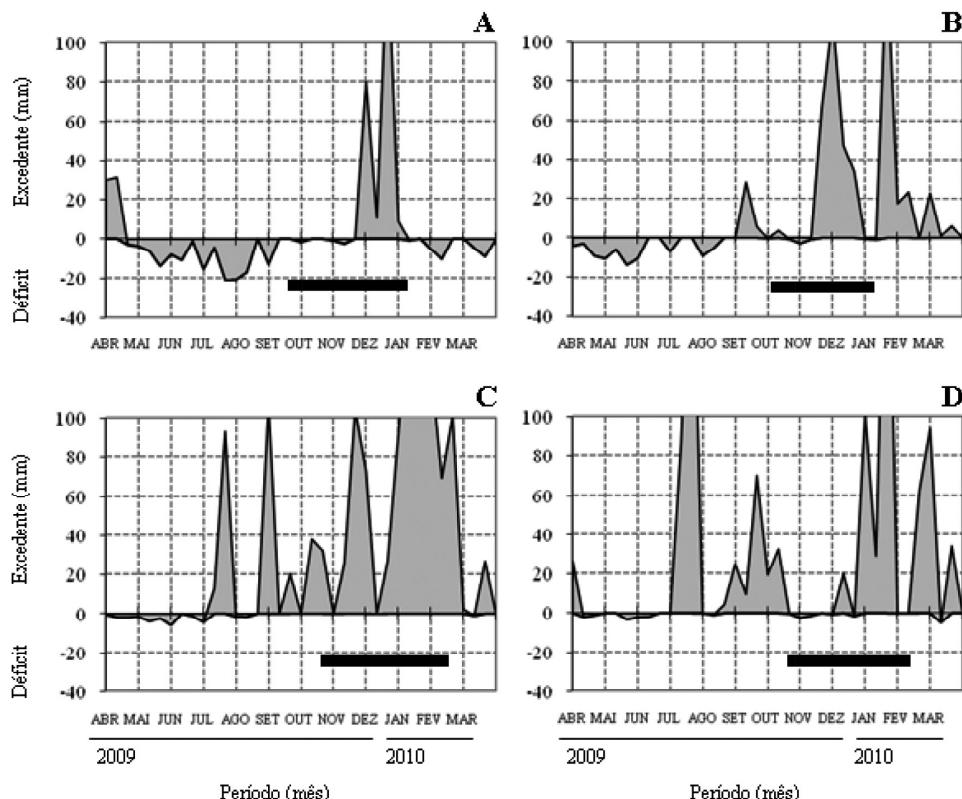


Figura 1 – Extrato do balanço hídrico sequencial das regiões de Ribeirão Vermelho (RIB), MG – (A), Piracicaba (PIR), SP – (B), São Paulo (SAP), SP – (C) e Pariquera-Açu (PAR), SP – (D) dos anos de 2009 e 2010. Barras pretas indicam o período compreendido entre o florescimento e a colheita de embriões de *Inga vera*.

Figure 1 – Sequential water balance in the regions of Ribeirão Vermelho (RIB), MG – (A), Piracicaba (PIR), SP – (B), São Paulo (SAP), SP – (C) and Pariquera-Açu (PAR), SP – (D) from 2009 and 2010. Black bars show period between flowering and harvest of *Inga vera* embryos.

de PIR e SAP, por exemplo, as diferenças ocorreram no segundo nível de secagem (S_{II}), enquanto para os de RIB e PAR, no terceiro (S_{III}) nível de secagem (Tabelas 3 e 4).

Analisando os resultados de germinação e vigor dos embriões das diferentes origens após os diferentes níveis de secagem, especialmente até as secagens nas quais ainda se obtiveram valores ao menos próximos a 50% de germinação, verificou-se que os de RIB foram os mais tolerantes à dessecação, enquanto os mais sensíveis foram os de PIR (Tabela 3). Curiosamente, os embriões de RIB apresentaram teor de água após a colheita, marcadamente menor que os de PIR.

PAR foi a região que apresentou maior somatório de graus-dia (Tabela 1), variável associada com o grau de sensibilidade à dessecação de sementes (DAWS

et al., 2004 e 2006), mas que, neste trabalho, não apresentou relação.

4. DISCUSSÃO

Os valores de teor de água e conteúdo de massa seca dos embriões de *Inga vera*, no momento da dispersão, permitiram assumir, segundo Carvalho e Nakagawa (2012) e Barbedo et al. (2013), que os embriões procedentes da região de RIB foram os mais maduros e os da região de PIR, a qual a duração do ciclo de maturação foi menor e os embriões dispersos com teor de água mais elevado, os mais imaturos.

Na região de PIR, observaram-se, ainda, os menores valores do somatório de graus-dia e de chuva acumulada. Estudos realizados por Martins et al. (2009), Lamarca et al. (2013b) e Mata et al. (2013), respectivamente para *Euterpe edulis*, *Eugenia pyriformis* e *Inga striata*,

Tabela 2 – Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados meteorológicos, físicos e fisiológicos de embriões de *Inga vera* de origens distintas. CICLO = ciclo de maturação; MAX = temperatura máxima; MIN = temperatura mínima; GD = graus-dia; CHUVA = chuva acumulada; TA = teor de água; MS = massa seca; GS₀ = germinação sem secagem; GS_{IV} = germinação quarto nível de secagem; PNS₀ = Plântula normal sem secagem; IVGS₀ = IVG sem secagem; IVGS_{IV} = IVG quarto nível de secagem; TMS₀ = tempo médio de germinação sem secagem; TMS_{III} = tempo médio de germinação terceiro nível de secagem; VARS₀ = variância do tempo médio de germinação sem secagem; VARS_{III} = variância do tempo médio de germinação terceiro nível de secagem; VARS_{IV} = variância do tempo médio de germinação quarto nível de secagem. (*) = r significativo a 5% de probabilidade, (NS) = r não significativo.

Table 2 – Coefficient of simple correlation (r) among meteorological, physical and physiological data of embryos of *Inga vera* from different regions. CICLO = maturation period; MAX. = maximum temperature; MIN. = minimum temperature; GD = degree-day; CHUVA = accumulated rainfall; TA = water content; MS = dry mass; GS₀ = germination without drying; GS_{IV} = germination fourth level drying; PNS₀ = normal seedling without drying; IVGS₀ = IVG without drying; IVGS_{IV} = IVG fourth level drying; TMS₀ = mean germination time without drying; TMS_{III} = mean germination time third level drying; VARS₀ = variance of the average germination time without drying; VARS_{III} = variance of the average germination time third level drying; VARS_{IV} = variance of the average germination time fourth level drying. (*) = r significant at 5% probability, (NS) = r not significant.

	MAX	MIN	GD	CHUVA	TA	MS	GS ₀	GS _{IV}	PNS ₀	IVGS ₀	IVGS _{IV}	TMS ₀	TMS _{III}	VARS ₀	VARS _{III}	VARS _{IV}
CICLO	-0,45 ^{NS}	-0,02 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,86 ^{NS}	-0,98*	-0,25 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,07 ^{NS}	0,52 ^{NS}	-0,06 ^{NS}	-0,76 ^{NS}	-0,40 ^{NS}	-0,98*	0,03 ^{NS}
MAX		0,90 ^{NS}	0,53 ^{NS}	-0,24 ^{NS}	0,63 ^{NS}	-0,52 ^{NS}	-0,87 ^{NS}	0,30 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,31 ^{NS}	-0,45 ^{NS}	-0,62 ^{NS}	0,99*	0,63 ^{NS}	0,87 ^{NS}
MIN			0,84 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,23 ^{NS}	-0,73 ^{NS}	-0,96*	0,69 ^{NS}	0,64 ^{NS}	0,58 ^{NS}	0,62 ^{NS}	-0,58 ^{NS}	-0,86 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,96*
GD				0,55 ^{NS}	-0,33 ^{NS}	-0,69 ^{NS}	-0,84 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,51 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,76 ^{NS}	-0,45 ^{NS}	-0,97*	0,57 ^{NS}	-0,33 ^{NS}	0,87 ^{NS}
CHUVA					-0,81 ^{NS}	-0,66 ^{NS}	-0,04 ^{NS}	0,83 ^{NS}	0,54 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,84 ^{NS}	-0,05 ^{NS}	-0,34 ^{NS}	-0,27 ^{NS}	-0,80 ^{NS}	0,13 ^{NS}
TA						0,12 ^{NS}	-0,21 ^{NS}	-0,38 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,02 ^{NS}	-0,39 ^{NS}	-0,03 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,59 ^{NS}	0,99*	0,19 ^{NS}
MS							0,53 ^{NS}	-0,96*	-0,97*	-0,97*	-0,96*	0,95*	0,55 ^{NS}	-0,44 ^{NS}	0,10 ^{NS}	-0,63 ^{NS}
GS ₀								-0,42 ^{NS}	-0,41 ^{NS}	-0,34 ^{NS}	-0,45 ^{NS}	0,34 ^{NS}	0,92 ^{NS}	-0,91 ^{NS}	-0,21 ^{NS}	-0,99*
GS _{IV}									0,89 ^{NS}	0,89 ^{NS}	0,99*	-0,88 ^{NS}	-0,54 ^{NS}	0,24 ^{NS}	-0,36 ^{NS}	0,52 ^{NS}
PNS ₀										0,99*	0,87 ^{NS}	0,93 ^{NS}	-0,34 ^{NS}	0,41 ^{NS}	0,07 ^{NS}	0,51 ^{NS}
IVGS ₀											0,87 ^{NS}	-0,99*	-0,29 ^{NS}	0,35 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,45 ^{NS}
IVGS _{IV}												-0,86 ^{NS}	-0,58 ^{NS}	0,25 ^{NS}	-0,38 ^{NS}	0,55 ^{NS}
TMS ₀													0,28 ^{NS}	-0,35 ^{NS}	-0,05 ^{NS}	-0,44 ^{NS}
TMS _{III}														-0,68 ^{NS}	0,19 ^{NS}	-0,92 ^{NS}
VARS ₀															0,59 ^{NS}	0,89 ^{NS}
VARS _{III}																0,18 ^{NS}

demonstraram que variações nas condições ambientais, representadas pela temperatura do ar, índice de pluviosidade e balanço hídrico, durante o desenvolvimento e maturação de frutos e sementes, condicionam a duração do ciclo de maturação e o momento da dispersão dos frutos, bem como a qualidade final das sementes, algo que pode ter ocorrido para os embriões deste trabalho.

Após a secagem controlada, pelos valores do teor de água que identificaram quedas na germinação e vigor dos embriões de *Inga vera*, verificou-se que há a ocorrência de variações no grau de sensibilidade à dessecção entre as regiões de procedência. Os valores do teor de água dos embriões deste estudo foram distintos, também, dos resultados apresentados por Bilia et al. (1998 e 1999), Andréo et al. (2006) e Bonjovani e Barbedo (2008), autores que estudaram a sensibilidade

à dessecção em embriões de *Inga vera*. Por se tratar da mesma espécie, reforça-se a hipótese de que ambas as variações, ambientais e genéticas, interferem na qualidade fisiológica e no grau de sensibilidade à dessecção das sementes.

As variações encontradas no grau de sensibilidade à dessecção estão de acordo com Berjak e Pammenter (2000) e Pérez et al. (2012), os quais descreveram que a tolerância à dessecção não é totalmente predeterminada para as sementes de uma espécie e ocorre dentro de um processo contínuo, apresentando níveis de sensibilidade entre as espécies. Tais variações podem ocorrer, inclusive, em populações da mesma espécie (DAWS et al., 2004 e 2006), modificando características físicas e fisiológicas das sementes no momento de sua dispersão, como o teor de água e o conteúdo de massa de matéria seca após a colheita

Tabela 3 – Teor de água, germinação e desenvolvimento de plântula normal de embriões de *Inga vera* de origens distintas e com diferentes níveis de secagem. S_0 – sementes sem secagem, S_1 – primeiro nível de secagem, S_{II} – segundo nível de secagem, S_{III} – terceiro nível de secagem e S_{IV} – quarto nível de secagem. Teor de água: médias e desvio-padrão; germinação e plântulas normais: médias seguidas pela mesma letra (minúscula compara origem do material e maiúscula compara níveis de secagem) não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Table 3 – Water content, germination and development of normal seedling of embryos of *Inga vera* from different provenances and at different drying levels. S_0 – seeds without drying, S_1 – first level drying, S_{II} – second level drying, S_{III} – third level drying and S_{IV} – fourth level drying. Water content: means and standard deviation; germination and normal seedlings: means followed by the same letter (lowercase compares material provenances and capitals compare drying levels) do not differ by Tukey test at 5%.

Origem do material	Níveis de secagem (g g ⁻¹)				
	S_0	S_1	S_{II}	S_{III}	S_{IV}
RIB	1,39 ± 0,21	1,13± 0,09	0,79± 0,05	0,64± 0,04	0,44± 0,03
PIR	1,66 ± 0,08	1,13± 0,09	0,79± 0,09	0,61± 0,02	0,47± 0,06
SAP	1,21 ± 0,12	1,17± 0,20	0,82± 0,11	0,61± 0,05	0,47± 0,03
PAR	1,50 ± 0,24	1,22± 0,05	0,75± 0,08	0,66± 0,02	0,50± 0,03
Teor de água (g g ⁻¹)					
RIB	100 aA	100 aA	95 aA	53 aB	2 cC
PIR	100 aA	100 aA	85 bB	42 bC	8 bcD
SAP	100 aA	100 aA	88 abB	48 abC	20 aD
PAR	98 aA	100 aA	92 abA	48 abB	17 abC
C.V. (%)	7,20				
Germinação (%)					
RIB	88 bA	95 aA	92 aA	48 aB	0 bC
PIR	98 aA	100 aA	78 bB	35 bC	3 bD
SAP	100 aA	100 aA	85 abB	42 abC	13 aD
PAR	98 aA	100 aA	88 aB	38 bC	5 abD
C.V. (%)	7,62				
Plântula normal (%)					
RIB	88 bA	95 aA	92 aA	48 aB	0 bC
PIR	98 aA	100 aA	78 bB	35 bC	3 bD
SAP	100 aA	100 aA	85 abB	42 abC	13 aD
PAR	98 aA	100 aA	88 aB	38 bC	5 abD
C.V. (%)	7,62				

(MARTINS et al., 2009; LAMARCA et al., 2013b), as características fotoblásticas e as exigências térmicas para a germinação (GUARDIA; LAMARCA, 2013) e os níveis de dormência e de tolerância à dessecação (DAWS et al., 2004, 2006; PEREIRA et al., 2012).

Para Daws et al. (2004 e 2006), os níveis de sensibilidade à dessecação em populações da mesma espécie, condicionados pelo acúmulo de graus-dia, são resultantes da continuidade do desenvolvimento, a qual pode ser influenciada pelas condições ambientais, resultando em sementes dispersas de forma mais precoce, ou seja, antes de completar a maturação e adquirir seu pleno desenvolvimento.

Em embriões de *Inga vera*, diferentes respostas fisiológicas já haviam sido observadas, principalmente, para os limites de tolerância à dessecação e armazenamento e para a exigência térmica para a germinação (BILIA et al., 1998, 1999; BARBEDO; CICERO, 2000; FARIA et al., 2004; ANDRÉO et al., 2006;

BONJOVANI; BARBEDO, 2008; LAMARCA et al., 2013a), mas nem sempre foram associados às condições ambientais.

Neste estudo, contudo, verificou-se que as condições do ambiente durante o desenvolvimento e maturação influenciam a qualidade final das sementes. Notou-se que os embriões com teor de água mais baixo mostraram-se menos sensíveis à dessecação e houve variações na tolerância à dessecação entre as regiões de colheita. Essas variações podem estar relacionadas com as condições do ambiente, com o grau de maturidade após a colheita e com a procedência do material.

5. CONCLUSÃO

Os resultados permitiram a conclusão de que as variações na sensibilidade à dessecação entre as regiões de colheita de embriões de *Inga vera* são dependentes da origem do material e podem estar relacionadas com

Tabela 4 – Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TM) e variância do tempo médio de germinação (VAR) de embriões de *Inga vera* de origens distintas e com diferentes níveis de secagem. S_0 – sementes sem secagem, S_I – primeiro nível de secagem, S_{II} – segundo nível de secagem, S_{III} – terceiro nível de secagem e S_{IV} – quarto nível de secagem. Médias seguidas pela mesma letra (minúscula compara origem do material e maiúscula compara níveis de secagem) não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Table 4 – Germination rate index (IVG), mean germination time (TM) and variance of the average germination time (VAR) of embryos of *Inga vera* from different provenances and at different drying levels. S_0 – seeds without drying, S_I – first drying level, S_{II} – second drying level, S_{III} – third drying level and S_{IV} – fourth drying level. Means followed by the same letter (lowercase compares material provenances and capitals compare drying level) do not differ by Tukey test at 5%.

Origem do material	Níveis de secagem (g g ⁻¹)				
	S_0	S_I	S_{II}	S_{III}	S_{IV}
Teor de água (g g ⁻¹)					
IVG					
RIB	3,39 cA	3,60 cA	2,94 abB	1,17 abC	0,15 bD
PIR	5,66 bA	3,72 cB	2,34 cC	0,93 bD	0,14 abE
SAP	6,16 aA	5,27 aB	2,81 bC	1,08 abD	0,38 aE
PAR	5,95 abA	4,77 bB	3,24 aC	1,34 aD	0,33 abE
C.V. (%)			7,01		
TM					
RIB	6,15 aAB	6,00 aAB	6,79 aAB	9,66 aA	4,50 bB
PIR	3,90 aC	5,65 aBC	8,21 aBC	10,30 aAB	13,00 aA
SAP	3,45 aB	4,25 aB	6,56 aAB	9,38 aA	10,87 aA
PAR	3,66 aB	4,70 aB	6,10 aB	7,98 aAB	11,75 aA
C.V. (%)			33,68		
VAR					
RIB	1,38 aA	2,32 aA	3,77 abA	6,67 aA	0,00 aA
PIR	1,92 aB	0,94 aB	11,93 aA	10,58 aAB	2,25 aAB
SAP	1,19 aA	2,26 aA	2,76 abA	4,28 aA	3,60 aA
PAR	2,88 aB	2,29 aB	2,33 bB	8,28 aB	26,25 aA
C.V. (%)			100,28		

as condições hídricas e térmicas do ambiente de formação, as quais condicionam o ciclo de maturação, bem como a tolerância à dessecção.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Marcio Rocha Faria, à Prefeitura do Município de Piracicaba, ao Centro de Exposições Imigrantes e ao Polo Regional Vale do Ribeira, pela permissão e auxílio nas coletas de frutos e sementes; à Dra. Lucia Rossi, pela identificação da espécie; à Universidade Federal de Lavras, ao Instituto Agronômico de Campinas e ao Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, pelo fornecimento dos dados meteorológicos; à CAPES, pela bolsa concedida a E.V. Lamarca (doutorado); e ao CNPq, pela bolsa concedida a C.J. Barbedo (produtividade em pesquisa) e pelo auxílio financeiro ao projeto (Proc. 477640/2009-5).

7. REFERÊNCIAS

- ANDRÉO, Y.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, C.J. Mobilização de água e conservação da viabilidade de embriões de sementes recalcitrantes de ingá (*Inga vera* Will. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn.). **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.2, p.309-318, 2006.
- BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C. Evolution of research on recalcitrant seeds. **Scientia Agricola**, v.55, n. especial, p.121-125, 1998.
- BARBEDO, C.J.; CENTENO, D.C.; FIGUEIREDO RIBEIRO, R.C.L. Do recalcitrant seeds really exist?. **Hoehnea**, v.40, n.4, p.583-593, 2013.
- 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**, v.28, n.3, p.793-808, 2000.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12 (Edição Especial), p.22-55, 2000.

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**, v.27, n.1, p.77-89, 1999.

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 Brates**, v.13, n.1, 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**, v.20, n.1, p.48-54, 1998.

BONJOVANI, M.J.; 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**, v.31, n.2, p.345-356, 2008.

BORGUETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

DAWS, M.I.; CLELAND, H.; CHMIELARZ, P.; GORIN, F.; LEPRINCE, O.; MATTHEWS, S.;

MULLINS, C.E.; THANOS, C.A.; VANDVIK, V.; PRITCHARD, H.W. Variable dessication tolerance in *Acer pseudoplatanus* seeds in relation to developmental conditions: a case of phenotypic recalcitrance?. **Functional Plant Biology**, v.33, n.1, p.59-66, 2006.

DAWS, M.I.; GARWOOD, N.C.; PRITCHARD, H.W. Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous tropical forest in Panamá: some ecological implications. **Functional Ecology**, v.19, n.5, p.874-885, 2005.

DAWS, M.I.; LYDALL, E.; CHMIELARZ, P.; LEPRINCE, O.; MATTHEWS, S.; THANOS, C.A.; PRITCHARD, H.W. Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. **New Phytologist**, v.162, n.1, p.157-166, 2004.

FARIA, J.M.R.; LAMMEREN, A.A.M.V.; HILHORST, H.W.M. Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seeds of *Inga vera* subsp. *Affinis*. **Seed Science Research**, v.14, n.2, p.165-178, 2004.

FIGLIOLIA, M.B.; KAGEYAMA, P.Y. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. em floresta ripária do rio Moji-Guaçu, Município de Moji-Guaçu. **Revista do Instituto Florestal**, v.6, n. único, p.13-52, 1994.

GUARDIA, M.C.; LAMARCA, E.V. Germinação de sementes de *Maclura tinctoria* (Moraceae) sob diferentes regimes térmicos influenciados pela luz. **Hoehnea**, v.40, n.2, p.373-380, 2013.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 11.ed. São Paulo: Nacional, 1993.

LAMARCA, E.V.; BONJOVANI, M.R.; FARIA, J.M.R.; BARBEDO, C.J. Germinação em temperatura sub-ótima de embriões de *Inga vera* subsp. *affinis* obtidos sob diferentes condições ambientais. **Rodriguésia**, v.64, n.4, p.877-885, 2013a.

LAMARCA, E.V.; PRATAVIERA, J.S.; BORGES, I.F.; DELGADO, L.F.; TEIXEIRA, C.C.; CAMARGO, M.B.P.D.E.; FARIA, J.M.R.;

BARBEDO, C.J. Maturation of *Eugenia pyriformis* seeds under different hydric and thermal conditions. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.85, n.1, p.223-233, 2013b.

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

MARTINS, C.C.; BOVI, M.L.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C.G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.635-642, 2009.

MATA, M.F.; SILVA, K.B.; BRUNO, R.L.A.; FELIX, L.P.; MEDEIROS FILHO, S.; ALVES, E.U. Maturação fisiológica de sementes de ingazeiro (*Inga striata*) Benth. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.2, p.549-566, 2013.

PEDRO JUNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; ANGELOCCI, L.R. Estimativa de graus-dia em função de altitude e latitude para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v.36, n.5, p.89-92, 1977.

PEREIRA, W.V.S.; FARIA, J.M.R.; TONETTI, O.A.O.; SILVA, E.A.A. Desiccation tolerance of *Tapirira obtusa* seeds collected from different environments. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, p.388-396, 2012.

PÉREZ, H.E.; HILL, L.M.; WALTERS, C. An analysis of embryo development in palm: interactions between dry matter accumulation and water relations in *Pritchardia remota* (Arecaceae). **Seed Science Research**, v.22, n.2, p.97-111, 2012.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, n.3, p.499-514, 1973.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

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

SOUZA, M.C.S.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na Floresta Ombrófila Densa, Paraty, RJ. **Revista Árvore**, v.37, n.1, p.89-98, 2013.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in Climatology),

TWEDDLE, J.C.; DICKIE, J.B.; BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology**, v.91, n.2, p.294-304, 2003.

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J.C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base em função das temperaturas máxima e mínima. **Caderno Ciência da Terra**, v.30, p.89-92, 1972.