



ARTIGO ORIGINAL

Luís Gonzaga Lopes do Nascimento Júnior¹
Maria Teresa Gomes Lopes^{2*}
Mágno Sávio Ferreira Valente²
Cibele Chalita Martins³
Clayton Rodrigo Barbosa Colares¹
Manuel de Jesus Vieira Lima Júnior¹

¹ Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Florestais, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, Coroado I, 69067-005, Manaus, AM, Brasil

² Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Produção Animal e Vegetal, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, Coroado I, 69067-005, Manaus, AM, Brasil

³ Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Produção Vegetal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: mtglopes@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Germinação
Ganho de seleção
Variabilidade genética
Caroba

KEYWORDS

Germination
Selection gain
Genetic variability
Caroba

Estimativa de parâmetros genéticos em sementes de caroba

Estimate of genetic parameters in seeds of Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don.

RESUMO: *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don é uma árvore pioneira distribuída por toda Amazônia brasileira e merece atenção por ser de rápido crescimento e indicada para compor plantios destinados à regeneração de matas e capoeiras. O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de germinação de sementes em *J. copaia* e indicar matrizes superiores para a produção de mudas. Foram coletadas sementes de 24 matrizes de *J. copaia* presentes no fragmento florestal urbano do campus da Universidade Federal do Amazonas em Manaus, AM. O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, em cinco repetições de 20 sementes, totalizando 100 sementes por matriz. Todas as progênes foram avaliadas diariamente durante 60 dias em ambientes com temperaturas de 25 e 28 °C. Foram realizadas análises de variância individual e conjunta e estimados parâmetros genéticos e ganho de seleção a partir de diferentes estratégias para os caracteres: Teste de Germinação, Primeira Contagem de Germinação, Índice de Velocidade de Germinação, Coeficiente de Velocidade de Germinação e Tempo Médio de Germinação. As progênes de *J. copaia* apresentaram variabilidade genética significativa para todos os caracteres de germinação avaliados em ambientes de 25 e 28 °C. A obtenção de altos valores de herdabilidade (> 70%), assim como a presença de alta correlação genética no sentido favorável a seleção, entre todos os caracteres, indicaram condições ideais para a seleção. As matrizes 1, 2, 4, 6, 7 e 21 foram identificadas como superiores na maioria dos índices de seleção empregados, sendo indicadas para programas de conservação e produção de mudas na espécie.

ABSTRACT: *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don is a pioneer tree species distributed throughout the Brazilian Amazon. It merits attention because of its rapid growth and is recommended for regenerating forest and secondary woodland areas. The aim of this study was to estimate the genetic parameters for seed germination characters in *J. copaia* and to recommend superior mother trees for the production of seedlings. Seeds were collected from 24 mother trees of *J. copaia* in an urban forest fragment on the Campus of the Universidade Federal do Amazonas in Manaus. The experimental design was fully randomized, with five replications of 20 seeds, totaling 100 seeds per mother tree. All progenies were assessed daily over a 60-day period in environments at temperatures of 25 and 28 °C. Individual and joint analysis of variance was carried out and the genetic parameters and selection gains estimated for different strategies for the following characters: Germination Test, First Count of Germination, Germination Speed Index, Coefficient of Germination Speed and Mean Germination Time. The progenies of *J. copaia* exhibited significant genetic variability for all germination characters assessed in environments at 25 and 28 °C. We obtained high heritability values (>70%), and observed a high genetic correlation favorable to selection among all characters, indicating ideal conditions for selection. Mother trees 1, 2, 4, 6, 7 and 21 were identified as superior for the majority of selection indices used, and are recommended for conservation seedling production programs.

Recebido: 06 out. 2015
Aceito: 17 fev. 2017

1 Introdução

Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don., popularmente conhecida como caroba, pertence à família Bignoniaceae e está amplamente distribuída no norte da América do Sul. Distribui-se em toda a Amazônia e habita matas e capoeiras de terra firme. Sua ocorrência é relatada no Brasil, nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Tocantins, Roraima e parte dos estados do Sul e do Sudeste brasileiro (Ribeiro et al., 1999). *J. copaia* pode ser encontrada em abundância no interior da floresta densa, entretanto, devido à sua alta exigência de luz, cresce de maneira esguia acima do dossel.

A espécie pode ser usada como fonte de energia por possuir lenha de boa qualidade e também é de interesse para uso no setor de celulose e papel. A sua madeira é frequentemente usada na fabricação de brinquedos e na construção civil (Lorenzi, 2014; Ribeiro et al., 1999). Além da importância econômica já referenciada acima, *J. copaia* merece atenção por ser de rápido crescimento e indicada para compor plantios destinados à regeneração de matas e capoeiras (Barbosa et al., 2003), podendo também ser usada como ornamental na arborização urbana e rural (Lorenzi, 2014).

A espécie é hermafrodita, alógama, possui dispersão anemófila, floração entre agosto e novembro e frutificação entre os meses de março e abril. O fruto de *J. copaia* é capsulado com duas aberturas, apresentando uma forma elíptica oblonga. As sementes são fotoblásticas positivas e ortodoxas, além disso, são leves (peso de mil sementes 5-6 g), aladas e facilmente dispersas pelo vento (Maués et al., 2008).

A ação fisiológica e a qualidade das sementes estão diretamente relacionadas ao seu genótipo, sendo máxima em sua maturidade. A germinação e o vigor das plântulas são caracteres alvos de vários programas de melhoramento genético (Oliveira et al., 2013), uma vez que podem ser manipuladas pela seleção. Diante da carência de informações sobre caracteres de sementes em espécies florestais amazônicas, tal como a influência da temperatura na germinação das sementes, são necessários estudos ecológicos, taxonômicos, silviculturais e genéticos visando a conservação e uso agroflorestal mais eficiente destas espécies, a exemplo de *J. copaia*.

Nas últimas décadas, o foco das pesquisas nacionais tem sido voltado para o estudo da diversidade genética em populações de plantas nativas para seu uso na recuperação florestal. Contudo, estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em plantas nativas da Amazônia são ainda escassas na literatura. A estimativa de parâmetros genéticos nos auxilia na escolha de métodos e caracteres mais adequados a serem usados nas etapas iniciais e avançadas de programas de melhoramento, permitindo, também, inferir sobre a variabilidade genética para os caracteres de interesse e determinar os ganhos esperados com a seleção (Cruz & Carneiro, 2014).

O estabelecimento de programas de recuperação de áreas degradadas necessita de mudas provenientes de sementes com variabilidade genética. Assim, a qualidade genética das sementes assume grande importância, tendo em vista que as mudas formadas a partir delas irão refletir na sua capacidade em originar tipos superiores (Vechiato & Parisi, 2013). Caracteres como germinação rápida e uniforme das sementes são características desejáveis na formação de mudas para o

estabelecimento de plantios e estas devem estar presentes em genótipos superiores de *J. copaia*. Contudo, os genótipos selecionados a partir de diferentes estratégias podem resultar em distintos grupos de indivíduos. Uma estratégia interessante é o uso de índices de seleção, permitindo combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico (Cruz & Carneiro, 2014).

Em diversos trabalhos, demonstrou-se que há variabilidade genética considerável para caracteres de germinação e vigor de sementes de diferentes espécies florestais (Ramos et al., 2011; Silva, et al. 2009). Neste contexto, a escolha da fonte adequada de sementes para programas de reflorestamento é importante, pois permite que a sobrevivência e o crescimento das plantas sejam garantidos, aumentando o fundo genético da geração seguinte (Biernaski et al., 2012).

Estudos de estimativa de parâmetros genéticos de caracteres de sementes em *J. copaia* facilitariam a obtenção de mudas e forneceriam diretrizes para a seleção de matrizes superiores para compor lotes de sementes. Adicionalmente, a obtenção destas informações facilita a domesticação e conservação da espécie (Santos et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de germinação de sementes em *J. copaia* e indicar matrizes superiores para a produção de mudas.

2 Material e Métodos

Para este estudo, a coleta de sementes de *J. copaia* foi realizada no fragmento florestal urbano do campus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM (03°04'34"S, 59°57'30"W), que cobre uma área de aproximadamente 600 hectares, localizado na cidade de Manaus, AM. Foram identificadas e coletadas sementes de 24 matrizes adultas, em fase de reprodução, com distância mínima de 100 metros entre as matrizes. Cada matriz foi georreferenciada com auxílio de um GPS (Tabela 1).

Para obtenção das progênies de meios-irmãos, foram selecionados no mínimo 150 frutos de cada matriz e identificados com a mesma numeração da matriz de origem. Os frutos passaram por secagem natural, sendo posteriormente beneficiados e acondicionados no Laboratório de Sementes Florestais da FCA/UFAM. As sementes foram armazenadas em sacos plásticos selados com suas respectivas identificações até o início do experimento.

A avaliação das progênies foi realizada em duas etapas. Um total de dez matrizes foi avaliado no período de 07 de agosto a 05 de outubro de 2014 e outras quatorze matrizes no período de 12 de dezembro de 2014 a 09 de fevereiro de 2015. O experimento foi desenvolvido em Delineamento Inteiramente Casualizado, em cinco repetições de 20 sementes, totalizando 100 sementes por matriz avaliada. Todos os indivíduos foram avaliados diariamente durante 60 dias. A fim de avaliar a influência da temperatura na germinação das sementes, o experimento foi conduzindo em ambientes com temperaturas de 25 e 28 °C.

A semeadura foi realizada sobre duas folhas de papel Germitest umedecidas com água destilada. As sementes foram mantidas no interior de placas de Petri transparentes com raio de

Tabela 1. Localização, em coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), das matrizes coletadas.**Table 1.** UTM coordinates of the mother trees collected.

PROGÊNIE	COORD. NORTE	COORD. LESTE	PROGÊNIE	COORD. NORTE	COORD. LESTE
MATRIZ 01	9656782,557	169127,046	MATRIZ 13	9658051,620	170772,720
MATRIZ 02	9656789,135	168995,288	MATRIZ 14	9657894,245	170345,877
MATRIZ 03	9658223,612	170736,540	MATRIZ 15	9657849,092	170810,962
MATRIZ 04	9658129,334	170695,787	MATRIZ 16	9657038,522	169464,415
MATRIZ 05	9657932,726	170883,723	MATRIZ 17	9656928,638	169476,680
MATRIZ 06	9657691,815	170591,810	MATRIZ 18	9657723,521	170493,920
MATRIZ 07	9658155,331	170048,187	MATRIZ 19	9656831,647	169458,151
MATRIZ 08	9657856,968	170548,123	MATRIZ 20	9656684,701	169216,563
MATRIZ 09	9658316,388	170657,709	MATRIZ 21	9657181,727	169065,928
MATRIZ 10	9657263,114	169539,242	MATRIZ 22	9656904,939	168769,047
MATRIZ 11	9657230,523	169334,374	MATRIZ 23	9658313,232	170214,879
MATRIZ 12	9657144,167	169475,720	MATRIZ 24	9658267,253	170374,269

14 cm x 2 cm de altura, sendo posteriormente acondicionadas em câmaras de germinação tipo BOD, nas duas temperaturas avaliadas (25 e 28 °C).

As sementes de *J. copaia* foram avaliadas pelos seguintes testes:

- Teste de Germinação (TG) – correspondeu à porcentagem de sementes germinadas até o término do experimento no 60º dia após sementeira. Consideraram-se germinadas as sementes que emitiram raiz primária. Os resultados foram expressos em porcentagem média com base no número de plântulas normais (Brasil, 2013).
- Primeira contagem de germinação (PCG) – conduzida juntamente com o teste de germinação, correspondeu à porcentagem de sementes germinadas no período de ocorrência das primeiras plântulas normais, e que ocorreu no 21º dia após a sementeira.
- Índice de velocidade de germinação (IVG) – calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a germinação. Dado pela fórmula $IVG = \Sigma(n_i/t_i)$, em que, n_i é o número de plântulas observadas em cada contagem e t_i é o número de dias da sementeira e a i -ésima contagem.
- Coefficiente de velocidade de germinação (CVG) – dado pela fórmula, $CVG = [\Sigma n_i / (\Sigma n_i t_i)] 100$, onde: n_i e t_i = possuem o mesmo significado da fórmula anterior.
- Tempo médio de germinação (TMG) – obtido através de contagens diárias das sementes germinadas até o fim do experimento, sendo os resultados expressos em dias. Dado por $TMG = (\Sigma n_i t_i) / \Sigma n_i$, onde: n_i é o número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem e t_i é o tempo decorrido entre o início da germinação e a i -ésima contagem.

Os dados obtidos para os caracteres avaliados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Lilliefors). Após o teste de normalidade, o teste de Cochran foi realizado para confirmar ou não a homogeneidade de variância e a necessidade de ajuste

dos graus de liberdade, permitindo a análise conjunta dos dados dos diferentes ambientes.

Foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: componente da variância genotípica, fenotípica e ambiental, componente de variância da interação genótipos e ambientes, coeficiente de variação genético, coeficiente de herdabilidade no sentido amplo e coeficiente b (razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação ambiental), conforme Cruz & Carneiro (2014). Também foram calculadas as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais. As médias foram comparadas por meio do método de agrupamento de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

A seleção das melhores matrizes foi realizada com pressão de seleção de 25%, selecionando-se apenas as seis melhores matrizes. O ganho direto com seleção para cada caractere serviu como referencial para a avaliação do desempenho de índices de seleção aplicados. Os índices de seleção utilizados foram: índice clássico; índice baseado em soma de Ranks de Mulamba & Mock (1978); com base nos ganhos desejados de Pesek & Baker (1969) e livre de pesos de Elston (1963). O peso dos caracteres foi igual ao desvio padrão genético para todos os índices, exceto para o livre de peso onde os valores mínimos foram iguais à média para cada caractere.

Todas as análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística, Programa Genes, versão 2014.6.1, da Universidade Federal de Viçosa – UFV (Cruz, 2013).

3 Resultados e Discussão

Para a contagem das sementes germinadas foram consideradas apenas aquelas com emissão da radícula. O período de germinação ocorreu de 10 a 50 dias após o início do experimento, o que indica baixa velocidade de emergência da espécie quando comparada com outras Bignoniaceas, como as do gênero *Tabebuia* (Pacheco et al., 2008), mas corrobora com o observado para outras espécies do gênero *Jacaranda* sp., como *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Socolowski & Takaki, 2004) e *Jacaranda decurrens* (Sangalli et al., 2004). Experimentos com *J. decurrens* têm demonstrado que as sementes têm alta germinabilidade. Entretanto, embora a emissão da raiz primária tenha iniciado uma semana após a sementeira, a estabilização

da emergência das plântulas só ocorreu a partir dos 42 dias após a semeadura (Sangalli et al., 2004).

Para as 24 matrizes em avaliação, houve 51,2 e 56,6% de germinação média das sementes em temperaturas de 25 e 28 °C, respectivamente. De modo geral, para a formação de plântulas em *J. copaia* tem-se observado desenvolvimento satisfatório em temperaturas de 25 e 30 °C, sendo esta considerada a faixa ótima de variação de temperatura dentro da espécie. No trabalho realizado por Abensur et al. (2007), a germinação das sementes de *J. copaia* variou de 33 a 66% para todos os tratamentos avaliados. A temperatura de 30 °C apresentou médias estatisticamente superiores aos experimentos com temperaturas de 25 e 35 °C. Contudo, em teste de germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Dom, a temperatura de 25 °C associada à semeadura em papel Germitest foi a alternativa mais adequada, proporcionando os maiores valores de germinação

(56%) (Maciel et al., 2013). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Stockman et al. (2007) em estudos com sementes de *Tabebuia rosealba* (ipê-branco), pertencente à mesma família da espécie em estudo.

O resultado do teste de normalidade (teste de Lilliefors) evidenciou a necessidade de transformação dos dados. Os caracteres teste de germinação (TG) e primeira contagem de germinação (PCG) foram transformados segundo a expressão $Y = \arcseno \sqrt{x/100}$. Nas análises de variância individual e conjunta dos ambientes, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos genótipos, indicando que as progênies possuem variabilidade genética para os caracteres em estudo (Tabelas 2, 3 e 4). Na análise conjunta não foi observado efeito significativo do ambiente em relação ao teste de germinação. No entanto, para os demais caracteres, a diferença de temperatura foi suficiente

Tabela 2. Quadrados médios e parâmetros genéticos para dados do teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *J. copaia*, estimados em ambiente de 25 °C.

Table 2. Mean squares and genetic parameters for data from the germination test (GT), first count of germination (FCG), germination speed index (GSI), coefficient of germination speed (CGS) and mean germination time (MGT) in seeds of *J. copaia*, estimated for an environment at 25 °C.

Fonte de Variação	Quadrados médios				
	TG (%)	PCG (%)	IVG	CVG	TMG (dias)
Genótipo	0,1101 **	0,0956 **	22,5783 **	0,0262 **	60,1545 **
Resíduo	0,0097	0,0112	1,2837	0,0041	9,1607
Parâmetros genéticos					
Média ¹	0,7992 (51,18)	0,4069 (17,92)	5,2287	2,1461	28,1329
CV (%) ²	12,33	25,97	21,66	3,00	10,76
Var. fenotípica	0,0367	0,0319	7,5261	0,0087	20,0515
Var. ambiental	0,0032	0,0037	0,4279	0,0014	3,0536
Var. genotípica	0,0335	0,0282	7,0982	0,0074	16,9979
Herdabilidade (%)	91,18	88,33	94,31	84,19	84,77
CVg (%) ³	22,89	41,24	50,95	4,00	14,65
CVg/CVe ⁴	1,86	1,59	2,35	1,33	1,36

** $p < 0,01$ pelo teste F. ¹Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de $x/100$) e original; ²Coefficiente de variação experimental;

³Coefficiente de variação genética; ⁴Razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental.

Tabela 3. Quadrados médios e parâmetros genéticos para dados do teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *J. copaia*, estimados em ambiente de 28 °C.

Table 3. Mean squares and genetic parameters for data from the germination test (GT), first count of germination (FCG), germination speed index (GSI), coefficient of germination speed (CGS) and mean germination time (MGT) in seeds of *J. copaia*, estimated for an environment at 28 °C.

Fonte de variação	Quadrados médios				
	TG (%)	PCG (%)	IVG	CVG	TMG (dias)
Genótipo	0,1314 **	0,0692 **	34,2222 **	0,0219 **	23,8035 **
Resíduo	0,0101	0,0083	2,4327	0,003	6,9365
Parâmetros genéticos					
Média ¹	0,8658 (56,60)	0,4853 (22,71)	6,8239	2,2221	25,0172
CV (%) ²	11,6	18,82	22,86	2,48	10,53
Var. fenotípica	0,0438	0,0231	11,4074	0,0073	7,93451
Var. ambiental	0,0034	0,0028	0,81091	0,00102	2,31217
Var. genotípica	0,0404	0,0203	10,5965	0,00628	5,62234
Herdabilidade (%)	92,31	87,95	92,8914	86,0927	70,8594
CVg (%) ³	23,23	29,35	47,70	3,57	9,48
CVg/CVe ⁴	2,00	1,56	2,09	1,44	0,90

** $p < 0,01$ pelo teste F. ¹Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de $x/100$) e original; ²Coefficiente de variação experimental;

³Coefficiente de variação genética; ⁴Razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental.

Tabela 4. Quadrados médios e parâmetros genéticos estimados partir da análise conjunta dos ambientes para os dados do teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *J. copaia*.

Table 4. Mean squares and genetic parameters for data from the germination test (GT), first count of germination (FCG), germination speed index (GSI), coefficient of germination speed (CGS) and mean germination time (MGT) in seeds of *J. copaia*, estimated for the joint analysis.

Fonte de variação	Quadrados médios				
	TG (%)	PCG (%)	IVG	CVG	TMG (dias)
Genótipo (G)	0,1667 *	0,1285 **	45,5107**	0,0346 *	63,0981 **
Ambiente (A)	0,1596	0,2213 *	91,6048**	0,2074 **	349,4810 **
G x A	0,0749 **	0,0363 **	11,2899**	0,0135 **	20,8600 **
Resíduo	0,0099	0,0098	1,8582	0,0036	8,0486
Parâmetros genéticos					
Média ¹	0,8325 (53,89)	0,4460 (20,31)	6,0263	2,1841	26,575
CV (%) ²	11,95	22,13	22,62	2,74	10,67
Variância genotípica	0,0153	0,0154	5,7035	0,0035	7,0397
Comp. de variância GxA ³	0,0217	0,0088	3,1439	0,0033	4,2704
Variância residual	0,0099	0,0098	1,8582	0,0036	8,0486
Herdabilidade (%)	55,06	71,77	75,19	61,01	66,94
CVg (%) ⁴	14,86	27,8	39,63	2,72	9,98
CVg/CVe ⁵	1,24	1,26	1,75	0,99	0,94

**; * $p < 0,01$, $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F. ¹Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de $x/100$) e original; ²Componente de variância da interação genótipos x ambientes; ³Coefficiente de variação experimental; ⁴Coefficiente de variação genética; ⁵Razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental.

para compor uma resposta diferencial das progênies. De modo geral, o experimento com 28 °C proporcionou os melhores resultados para as características avaliadas. Em geral, baixas temperaturas proporcionam germinação mais lenta em espécies tropicais, pois o processo germinativo envolve enzimas cuja atividade máxima é geralmente acima de 25 °C (Carvalho & Nakagawa, 2012).

O coeficiente de variação dos caracteres em estudo apresentou menores valores no ambiente de 28 °C, obtendo, assim, maior precisão em comparação com aqueles avaliados em ambiente com 25 °C. O maior coeficiente de variação foi obtido para o caráter índice de velocidade de germinação nas avaliações em ambos os ambientes. Em estudos com plântulas de *Jatropha ribifolia*, Lyra et al. (2012) encontraram valores de coeficientes de variação de 85,9% para IVG, o que indica que este caráter pode não ser muito preciso. De modo geral, para todos os caracteres, o coeficiente de variação estimado está de acordo com os obtidos para a espécie (Abensur et al., 2007), evidenciando satisfatória precisão experimental.

Verificou-se pela análise de variância conjunta (Tabela 4) que a germinação média das progênies foi de 53,89%, não havendo diferença estatística pelo teste F entre os dois ambientes avaliados. Adicionalmente, verificou-se para todos os caracteres que a interação genótipo e ambiente foi significativa, indicando que as temperaturas utilizadas não influenciaram da mesma forma na expressão das variáveis analisadas. Em face disso, as inferências sobre os diferentes genótipos foram efetuadas para cada ambiente.

As estimativas de herdabilidade na análise conjunta (Tabela 4) foram inferiores às obtidas nas análises individuais (Tabela 2 e 3). A seleção para tais características tende a ser mais eficiente quando praticadas em cada ambiente, pois o valor fenotípico do indivíduo tem menor efeito do valor ambiental nas análises individuais (Cruz & Carneiro, 2014). Todos os

caracteres apresentaram alta herdabilidade (> 70%), sendo esta uma condição favorável à seleção. Os valores no sentido amplo oscilaram de 84,19 a 94,31% para o ambiente de 25 °C e de 70,85 a 92,89% para 28 °C. Altos valores de herdabilidade sugerem grandes possibilidades de ganho genético, tendo em vista que o progresso esperado com a seleção depende da herdabilidade, da intensidade de seleção e do desvio padrão fenotípico do caráter, segundo Cruz & Carneiro (2014).

O coeficiente de variação genética (CVg) variou de 4,0 a 50,95% no ambiente de 25 °C (Tabela 2) e de 3,57 a 47,70% no ambiente de 28 °C (Tabela 3), valores superiores aos obtidos em estudos com *Plukenetia volubilis* (Oliveira et al., 2013) e *Jatropha ribifolia* (Lyra et al., 2012). As estimativas do CVg são de suma importância por expressar a quantidade de variação existente entre os genótipos. Deste modo, a variação genética das progênies pôde ser confirmada, existindo a possibilidade de ganhos expressivos no processo de produção de muda da espécie. A razão entre CVg/CV assumiu valores superiores à unidade (variou de 0,90 a 2,35) em relação a todos os caracteres, valores considerados ideais para a seleção segundo Cruz & Carneiro (2014).

O alto grau de complexidade da maioria dos caracteres, em termos de quantidade de genes e ação gênica, faz com que os mesmos possam estar, de certa maneira, relacionados. Estudos dessas associações, que podem ser geradas por diversos fatores, inclusive pelo ambiente, são fundamentais para avaliar a magnitude e sentido da alteração num caráter quando o outro correlacionado está sob seleção. Em ambos os experimentos, com temperaturas de 25 e 28 °C, correlações genotípicas positivas de alta magnitude foram estimadas entre os caracteres em estudos (Tabelas 5). Entretanto, correlações genotípicas negativas foram obtidas para TMG, o que provoca uma redução desejável no tempo médio de germinação com a seleção direta nas demais.

Tabela 5. Matriz de correlações fenotípicas (rF), genotípicas (rG) e ambientais (rA) entre caracteres de germinação em 24 progênes de *J. copaia* estimados em ambiente de 25 e 28 °C.**Table 5.** Correlations matrix (rF), genotypic (rG) and environmental (rA) from germination characters from 24 *J. copaia* progenies estimated in environment from 25 and 28 °C.

Caracteres	r	Ambiente de 25 °C				Ambiente de 28 °C			
		PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹
TG	F	0,7768 **	0,9206 **	0,5707 *	-0,4555	0,7736 **	0,8986 **	0,5923 *	-0,0575
	G	0,8195	0,9406	0,6379	-0,5180	0,8178	0,9144	0,6630	-0,0828
	A	0,4079 **	0,6825 **	0,1003	-0,001	0,3812 **	0,7011 **	0,0115	0,0634
PCG	F		0,9087 **	0,7911 **	-0,8570 **		0,8687 **	0,7958 **	-0,6018 *
	G		0,9486	0,8699	-0,8954		0,9114	0,8850	-0,5913
	A		0,5267 **	0,3011 *	-0,6166 **		0,4858 **	0,1984	-0,7205 **
IVG	F			0,7659 **	-0,6260 *			0,6315 *	-0,2453
	G			0,8426	-0,6597			0,6840	-0,2842
	A			0,1597	-0,3886 *			0,1996	-0,1023
CVG	F				-0,7278 **				-0,6333 *
	G				-0,7553				-0,7250
	A				-0,5783 **				-0,3334 *

**; * $p < 0,01$, $p < 0,05$, respectivamente, pelo método de *bootstrap* com 5000 simulações. ¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente da velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação.

Os maiores valores de correlação genética foram estimados entre os parâmetros IVG e TG ($r = 0,9406$) e IVG e PCG ($r = 0,9486$) em ambiente de 25 °C e valores de $r = 0,9144$ e $0,9114$ para as mesmas associações no ambiente 28 °C. Este fato torna o processo seletivo mais simples, haja vista que aumentos em um caráter tendem a ser acompanhados de aumentos em outros e vice-versa, não necessitando de adoções de restrições na seleção para obtenção de ganhos no sentido desejado. Com relação aos coeficientes de correlação fenotípica, o comportamento foi similar aos de correlação genética nos dois ambientes (Tabela 5).

Uma vez que houve interação genótipo e ambiente, foi realizado o teste de Scott Knot para as médias dos tratamentos em cada temperatura avaliada (Tabela 6). O teste de médias mostrou diferenças significativas entre as matrizes para todos os caracteres avaliados. As maiores diferenças foram observadas para o caráter IVG e CVG. Os maiores valores para o IVG foram verificados nas matrizes 7, 4 e 21 nos ambientes de 25 e 28 °C, demonstrando que a resposta germinativa nessas progênes é mais rápida em relação às demais. Segundo Ginwal & Gera (2000), sementes que germinam mais rápida e vigorosamente em condições favoráveis são boas candidatas a produzirem mudas vigorosas em condições de campo.

Os ganhos de seleção estimados com a seleção direta (Tabelas 7 e 8) para os caracteres de interesse foram maiores no ambiente de 25 °C (Tabela 7), oscilando entre 4,69 e 71,42%. Foi possível obter ganhos satisfatórios em todos os caracteres avaliados, com ganhos mais expressivos sendo estimados para os caracteres IVG (71,42%), PCG (56,37%) e TG (28,06%). Em estudo desenvolvido por Silva et al. (2009), foram estimados ganhos genéticos de 34,76% para TG e 12,7% para TMG em espécies do gênero *Oenocarpus* sp, usando pressão de seleção de 10%.

Na seleção direta para todos os caracteres, a progênie 7 sempre foi indicada como matriz superior, seguida, também, das progênes 1, 2, 4, 6 e 21, que se apresentaram como tipos superiores nos diferentes caracteres considerados. Se utilizadas como matrizes para compor lotes de sementes, é esperado que

estas germinem rápido e uniformemente, resultando em menor tempo no viveiro e mudas uniformes, diminuindo custos e facilitando o calendário dos plantios em *J. copaia*.

Devido à presença de correlações altas e favoráveis entre os caracteres, é importante destacar que a seleção direta em qualquer dos caracteres avaliados permitiria obter ganhos indiretos satisfatórios em todas as demais variáveis, sendo este procedimento eficiente no sentido de proporcionar uma distribuição de ganhos esperados adequada aos propósitos do presente trabalho, como a maior porcentagem de germinação e redução do tempo médio de germinação.

Estimativas de ganho genético e identificação das progênes selecionadas foram obtidas por diferentes estratégias de seleção (Tabelas 7 e 8). Com base em comparações feitas entre as matrizes selecionadas, o índice de Pesek & Baker foi o que obteve menor coincidência com as matrizes selecionadas na seleção direta. Adicionalmente, foi o índice de seleção que apresentou, em geral, os menores ganhos para todos os caracteres.

Os ganhos genéticos estimados utilizando-se os índices de seleção clássicos, soma de *ranks* e o índice livre de pesos, foram similares, principalmente na avaliação no ambiente de 25 °C. Isto sugere a possibilidade de uso de qualquer um destes índices para seleção conjunta dos caracteres. No entanto, o índice clássico foi o que apresentou o maior ganho predito nas diversas alternativas. Paula et al. (2002), em estudo de predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal de eucalipto, também observaram a superioridade do índice clássico.

As matrizes 1, 2, 4, 6, 7 e 21 foram identificadas como superiores na maioria dos índices de seleção empregados e caracteres analisados, sendo indicadas para programas de conservação e produção de mudas na espécie. Geralmente, o processo de coleta de sementes não consegue manter a diversidade genética de populações, pois poucos indivíduos são representados nos lotes de sementes coletados, fazendo com que os viveiros florestais produzam grande quantidade de mudas meias-irmãs, ou seja, provenientes de um mesmo indivíduo (Reis et al., 2003). Assim, a presença de um maior

Tabela 6. Médias estimadas de sementes de *J. copaia* obtidas pelos testes de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em ambientes com 25 e 28 °C.
Table 6. Mean estimated in seeds of *J. copaia* from germination test (GT), first count of germination (FCG), germination speed index (GSI), coefficient of germination speed (CGS) and mean germination time (MGT), estimated in environment from 25 and 28 °C.

Matrizes	Ambiente de 25 °C					Ambiente de 28 °C														
	Variáveis analisadas ¹					Variáveis analisadas ¹														
	TG ²	PCG	IVG	CVG ²	TMG	TG ²	PCG	IVG	CVG ²	TMG										
Matriz 1	0,975	b	0,701	a	7,921	c	2,314	a	21,518	a	0,921	a	0,578	c	4,473	d	2,406	a	20,014	a
Matriz 2	0,668	c	0,433	c	4,450	d	2,245	b	22,691	a	1,049	a	0,750	b	9,966	b	2,324	b	21,813	a
Matriz 3	0,904	b	0,518	b	7,389	c	2,226	b	25,386	a	0,769	b	0,522	c	7,241	c	2,274	b	21,741	a
Matriz 4	1,064	a	0,700	a	10,241	b	2,246	b	23,552	a	1,047	a	0,683	c	11,494	b	2,300	b	22,689	a
Matriz 5	0,540	d	0,315	c	2,124	e	2,162	c	23,264	a	0,502	c	0,347	d	1,978	e	2,118	d	22,472	a
Matriz 6	1,109	a	0,633	b	8,910	c	2,194	b	24,871	a	0,886	a	0,394	d	6,267	d	2,186	c	27,417	b
Matriz 7	1,109	a	0,854	a	12,124	a	2,367	a	19,311	a	1,202	a	0,925	a	15,849	a	2,383	a	18,213	a
Matriz 8	0,886	b	0,347	c	4,984	d	2,069	c	31,185	c	0,751	b	0,322	d	4,672	d	2,144	d	27,285	b
Matriz 9	0,906	b	0,315	c	4,693	d	2,083	c	32,194	c	0,372	c	0,258	d	0,876	e	2,103	d	22,667	a
Matriz 10	0,440	d	0,283	c	1,038	e	1,936	d	29,711	b	0,600	b	0,360	d	2,934	e	2,283	b	24,264	a
Matriz 11	0,854	b	0,240	c	4,438	d	2,099	c	34,941	c	1,109	a	0,558	c	9,184	b	2,229	c	26,194	b
Matriz 12	0,543	d	0,075	c	1,734	e	2,021	d	36,989	c	0,940	a	0,537	c	8,107	c	2,225	c	25,388	b
Matriz 13	0,597	d	0,215	c	2,292	e	2,041	d	32,457	c	0,718	b	0,420	d	4,550	d	2,202	c	24,824	b
Matriz 14	0,802	c	0,315	c	6,021	d	2,168	c	33,947	c	1,031	a	0,440	d	6,970	c	2,137	d	27,720	b
Matriz 15	0,579	d	0,258	c	2,951	e	2,198	b	31,483	c	0,681	b	0,325	d	3,541	e	2,051	d	29,041	b
Matriz 16	0,668	c	0,290	c	3,893	d	2,149	c	31,417	c	1,007	a	0,597	c	7,416	c	2,231	c	23,178	a
Matriz 17	0,698	c	0,372	c	3,954	d	2,130	c	26,881	a	0,666	b	0,394	d	3,949	d	2,138	d	26,125	b
Matriz 18	0,870	b	0,394	c	5,101	d	2,104	c	29,205	b	1,011	a	0,462	d	8,605	c	2,219	c	27,340	b
Matriz 19	0,943	b	0,347	c	5,776	d	2,097	c	28,348	b	0,886	a	0,357	d	6,541	d	2,181	c	27,533	b
Matriz 20	0,668	c	0,394	c	4,122	d	2,126	c	27,536	b	1,109	a	0,561	c	9,867	b	2,259	b	27,227	b
Matriz 21	1,071	a	0,594	b	8,546	c	2,170	c	24,105	a	0,992	a	0,542	c	10,283	b	2,290	b	25,658	b
Matriz 22	0,752	c	0,369	c	4,642	d	2,147	c	27,952	b	0,735	b	0,442	d	4,678	d	2,195	c	27,573	b
Matriz 23	0,786	c	0,414	c	4,611	d	2,138	c	28,389	b	1,025	a	0,475	d	8,486	c	2,237	c	27,162	b
Matriz 24	0,752	c	0,389	c	3,536	d	2,082	c	27,858	b	0,768	b	0,398	d	5,851	d	2,216	c	26,874	b
Média ²	0,799		0,407		5,229		2,146		28,133		0,866		0,486		68,239		22,221		250,172	
	(51,18)		(17,92)								(56,60)		(22,71)							
CV (%) ³	12,33		25,97		21,66		3,00		10,76		11,60		18,82		22,86		2,48		10,53	

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott, a 5% de probabilidade; ²Média dos dados de TG e CVG com transformação de arco seno e original, entre parêntesis; ³Coefficiente de variação experimental.

Tabela 7. Estimativas de ganho genético e percentual de coincidência de indivíduos selecionados por diferentes métodos de seleção, para caracteres de germinação de sementes de *J. copaia* avaliados em ambiente de 25 °C.

Table 7. Estimates of genetic gain and percentage of coincidence of individuals selected by different methods of selection, to germination traits seed of *J. Copaia*, from an environment at 25 °C.

Métodos de seleção	TG ¹	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹	
Seleção direta	Ganho de seleção (%)	28,06	56,37	71,42	4,69	-17,25
	Matrizes selecionadas	6, 7, 21, 4, 1, 19	7, 1, 4, 6, 21, 3	7, 4, 6, 21, 1, 3	7, 1, 4, 2, 3, 15	7, 1, 2, 5, 4, 21
Índice clássico	Ganho de seleção (%)	27,32	56,37	71,42	4,17	-15,09
	Matrizes selecionadas			7, 1, 4, 6, 21, 3		
Índice de soma de ranks	Ganho de seleção (%)	27,32	56,37	71,42	4,17	-15,09
	Matrizes selecionadas			7, 1, 4, 21, 6, 3		
Índice livre de pesos	Ganho de seleção (%)	27,32	56,37	71,42	4,17	-15,09
	Matrizes selecionadas			7, 4, 1, 6, 21, 3		
Índice de Pesek e Baker	Ganho de seleção (%)	19,82	39,35	45,91	3,23	-12,11
	Matrizes selecionadas			1, 6, 2, 9, 7, 21		
Porcentagem de coincidência						
Direta x Clássico	83,33	100,00	100,00	66,67	66,67	
Direta x Soma de ranks	83,33	100,00	100,00	66,67	66,67	
Direta x Livre de pesos	83,33	100,00	100,00	66,67	66,67	
Direta x Pesek e Baker	66,67	66,67	66,67	50,00	66,67	

¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente da velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação.

Tabela 8. Estimativas de ganho genético e percentual de coincidência de indivíduos selecionados por diferentes métodos de seleção, para caracteres de germinação de sementes de *J. copaia* avaliados em ambiente de 28 °C.

Table 8. Estimates of genetic gain and percentage of coincidence of individuals selected by different methods of selection, to germination traits seed of *J. Copaia*, from an environment at 28 °C.

Métodos de seleção		TG ¹	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹
Seleção direta	Ganho de seleção (%)	24,02	35,75	58,31	4,22	-10,94
	Matrizes selecionadas	7, 20, 11, 2, 4, 14	7, 2, 4, 16, 1, 20	7, 4, 21, 2, 20, 11	1, 7, 2, 4, 21, 10	7, 1, 3, 2, 5, 9
Índice clássico	Ganho de seleção (%)	17,28	32,39	53,9	3,21	-6,03
	Matrizes selecionadas			7, 4, 2, 21, 3, 20		
Índice de soma de <i>ranks</i>	Ganho de seleção (%)	15,47	33,49	48,34	3,03	-7,94
	Matrizes selecionadas			7, 2, 4, 21, 3, 16		
Índice livre de pesos	Ganho de seleção (%)	24,02	30,36	50,79	1,93	-2,95
	Matrizes selecionadas			7, 20, 11, 2, 4, 14		
Índice de Pesek e Baker	Ganho de seleção (%)	10,26	16,10	11,17	1,10	-5,81
	Matrizes selecionadas			16, 7, 14, 5, 1, 11		
Porcentagem de coincidência						
Direta x Clássico		66,67	66,67	83,33	66,67	50,00
Direta x Soma de <i>ranks</i>		50,00	66,67	66,67	66,67	50,00
Direta x Livre de pesos		100,00	66,67	83,33	50,00	33,33
Direta x Pesek e Baker		50,00	50,00	33,33	33,33	50,00

¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente da velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação.

número de matrizes superiores irá garantir o acúmulo de alelos favoráveis ligados a caracteres de germinação, aliada a presença de alta variabilidade genética em populações de *J. copaia*.

4 Conclusões

As altas estimativas de herdabilidades dos caracteres evidenciam uma alta variabilidade genética das progênes de *J. Copaia* e situação favorável à seleção de progênes superiores para programas de conservação, melhoramento e composição de lotes de sementes para a produção de mudas da espécie.

A alta correlação genética no sentido favorável para a seleção entre os caracteres avaliados torna o processo seletivo mais simples, haja vista que aumentos em um caráter tendem a ser acompanhados de aumentos em outros e vice-versa.

Referências

ABENSUR, F. O.; MELO, M. F. F.; RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. P. Tecnologia de sementes e morfologia da germinação de *Jacaranda copaia* D. Don (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 2, p. 60-62, 2007.

BARBOSA, A. P.; CAMPOS, M. A. A.; SAMPAIO, P. T. B.; NAKAMURA, S.; GONÇALVES, C. Q. B. O Crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 33, n. 3, p. 447-482, 2003.

BIERNASKI, A.; RIOYEI, A.; SILVA, L. D. Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênes de *cedrelafissilis* VELL: Subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes. *Revista Árvore*, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais, de 17 de janeiro de 2013. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CRUZ, C. D. A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2014. 668 p. v. 2.

ELSTON, R. C. A. Weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. *Biometrics*, v. 19, n. 1, p. 85-97, 1963.

GINWAL, H. S.; GERA, M. Genetic variation in seed germination and growth performance of 12 *Acacia nilotica* provenances in India. *Journal of Tropical Forest Science*, v. 12, n. 2, p. 286-297, 2000.

LORENZI, H. Árvores brasileiras. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6. ed. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2014. 368 p. v. 1.

LYRA, D. H.; AMEIDA, L. A. H.; BRASILEIRO, B. P.; SANTANA, M. R.; AMARAL, C. L. F. Parâmetros genéticos de frutos, sementes e plântulas de *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira Plantas Medicinai*s, v. 14, n. 4, p. 579-585, 2012.

MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; FINGER, G.; POLLET, C. S.; MUNIZ, M. F. B. Avaliação de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. *Floresta e Ambiente*, v. 20, n. 1, p. 55-61, 2013.

MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, P. E.; KANASHIRO, M. Pollination biology in *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. (Bignoniaceae) at the "Floresta Nacional do Tapajós", Central Amazon, Brazil. *Revista*

- Brasileira de Botanica. Brazilian Journal of Botany*, v. 31, n. 3, p. 517-527, 2008.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, v. 7, p. 40-57, 1978.
- OLIVEIRA, S. A. G.; LOPES, M. T. G.; CHAVES, F. C. M.; MARTINS, C. C.; ALVES, E. U. Estimation of generic parameters of *Plukenetia volubilis* L. seed germination. *Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environment Sciences*, v. 56, p. 49-54, 2013.
- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Siva Manso) Beth. & Hook. Ex S. Moore. *Ciência Florestal*, v. 18, n. 2, p. 143-150, 2008.
- PAULA, R. C.; PIRES, I. E.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.
- PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 49, p. 803-804, 1969.
- RAMOS, S. L. F.; MACEDO, J. L. V.; MARTINS, C. C.; LOPES, R.; LOPES, M. T. G. Tratamento pré-germinativos e procedência de sementes do tucumã-do-Amazonas para a produção de mudas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 3, p. 962-969, 2011.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação*, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.
- RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. *Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. Manaus: INPA, 1999. 816 p.
- SANGALLI, A.; SCALON, S. P. Q.; VIEIRA, M. C. Cor, temperatura e pré-embebição na germinação de sementes de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença) Bignoniaceae. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 7, p. 79-85, 2004.
- SANTOS, L. S.; CABRAL, G. P.; COSTA, R. R. G. F. Variabilidade genética entre e dentro de progênes de ipê rosa (*Handroanthus avellanedae* (Lorentz ex Griseb.) Mattos (Bignoniaceae). *Global Science Technology*, v. 07, n. 02, p. 98-105, 2014.
- SILVA, R. A. M.; MOTA, M. G. C.; FARIAS NETO, J. T. Emergência e crescimento de plântulas de bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten) e bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.) e estimativas de parâmetros genéticos. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 3, p. 601-608, 2009.
- SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: Effects of light, temperature and water stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 47, n. 5, p. 785-792, 2004.
- STOCKMAN, A. L.; BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. - Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.
- VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes florestais na produção de mudas. *O Biológico*, v. 75, n. 1, p. 27-32, 2013.

Contribuição dos autores: Luís Gonzaga Lopes do Nascimento Júnior: este trabalho é parte da dissertação do primeiro autor; Maria Teresa Gomes Lopes: orientadora do estudante e mentora intelectual do trabalho; Mágnio Sávio Ferreira Valente: auxiliou na elaboração da escrita científica e nas análises estatísticas e genéticas; Cibele Chalita Martins: auxiliou nas análises de sementes com contribuição adicional na escrita científica; Clayton Rodrigo Barbosa Colares e Manuel de Jesus Vieira Lima Júnior: auxiliaram em todas as análises de laboratório e coleta de sementes, tal como fizeram várias sugestões pertinentes em relação a montagem e condução do experimento.

Fonte de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Embrapa Amazônia Ocidental.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.