

Artigos

Parâmetros de qualidade de sementes para escolha de matrizes de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose na Amazônia Ocidental

Seed quality parameters for selection of *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose mother tree in the western Amazon

Israel Silva Junior^I , Manuel de Jesus Vieira Lima Junior^I ,
Angela Maria da Silva Mendes^I , Lydiane Lucia de Sousa Bastos^{II} ,
Valdiek da Silva Menezes^{III} 

^IUniversidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil

^{II}Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, Brasil

^{III}HDom Engineering and Environmental Projects, Manaus, AM, Brasil

RESUMO

Handroanthus serratifolius é reconhecida pelo potencial madeireiro e na arborização urbana. No entanto, sua exploração indiscriminada tem ameaçado a espécie para risco de extinção. Nosso objetivo foi padronizar os parâmetros mais representativos de qualidade para espécie, os quais são determinantes para o processo de identificação de lotes de sementes vigorosos. Buscamos otimizar a produção de sementes e minimizar perdas de material genético, indicar as melhores variáveis tecnológicas, morfológicas e biométricas e sua correlação com as matrizes. Para isso, os lotes de sementes foram coletados de 20 matrizes identificadas por Áreas de Coletas de Sementes. Para cada lote, foram analisadas as características físicas, morfológicas, dendrométricas e tecnológicas das sementes. Através da matriz de correlação, foi observado que as características dendrométricas não influenciaram nas características de vigor das sementes. Dentre as variáveis analisadas, o peso de mil sementes (PMS) apresentou correlação com as características biométricas e com a formação de plântulas. Sendo, portanto, o PMS e as características biométricas as variáveis que melhor explicaram o comportamento da população. O coeficiente de repetibilidade demonstrou que 14 sementes são suficientes para determinar as características biométricas de um lote de *H. serratifolius*. Houve variabilidade dentro da população, com oito árvores matrizes apresentando características superiores de vigor e cinco apresentaram alto valor (> 58%) para emergência de plântula.

Palavras-chave: Árvore matriz; Vigor de sementes; Características biométricas

ABSTRACT

Handroanthus serratifolius is recognized for its timber potential and for planting in urban areas. However, its indiscriminate exploitation threatens the species with extinction. Our objective was to standardize the most representative parameters of quality for the species, which are necessary for the identification of vigor in seedlots. We sought to optimize seed production and minimize losses of genetic material and indicate the best technological, morphological and biometric variables and their correlation with the mother trees. For this, seedlots were collected from 20 mother trees identified in seed collection areas. For each batch, the physical, morphological, dendrometric and technological characteristics of the seeds were analyzed. Via the correlation matrix, it was observed that the dendrometric characteristics did not influence the characteristics of seed vigor. Among the variables analyzed, the weight of one thousand seeds (WTS) correlated with biometric characteristics and seedling formation. Therefore, WTS and biometric characteristics were the variables that best explained the behavior of the population. The repeatability coefficient demonstrated that 14 seeds are sufficient to characterize the biometric characteristics of a seedlot of *H. serratifolius*. Variability was observed within the population, with eight parent trees presenting superior characteristics for vigor and five presented a high value (> 58%) for seedling emergence.

Keywords: Mother tree; Seed vigor; Biometric characteristics

1 INTRODUÇÃO

O desmatamento, o aquecimento global e a emissão dos gases do efeito estufa, vêm sempre sendo correlacionados ao aumento das áreas degradadas, que tiveram seu processo regenerativo prejudicado, dependendo de suporte para retomada de sua dinâmica florestal (Lima *et al.*, 2022). A perda da biodiversidade pode ser atenuada através da recuperação dessas áreas, com a restituição da diversidade biológica por meio do reflorestamento. No entanto, de acordo com o relatório da Indústria Brasileira de Árvores (2022), a área plantada no Brasil no ano de 2021 foi de 9,93 milhões de hectares, destes, cerca de 9,46 milhões de hectares voltados para as espécies de pinus e eucalipto, restando uma representatividade ínfima para espécies nativas.

A Amazônia possui uma biodiversidade em torno de 16 mil espécies arbóreas (Ter Steege *et al.*, 2013), isso nos remete a infinitas possibilidades para o aumento da biodiversidade nos programas de reflorestamento. Frente a este desafio, um dos aspectos importantes é avaliar a qualidade do material genético, em que as sementes ganham destaque por serem a principal forma de propagação de espécies arbóreas.

Além disso, a seleção de matrizes de alta qualidade e variabilidade favorece plantios produtivos, garantindo sucesso no seu estabelecimento (Roveri; Paula, 2017).

A maioria das características fenotípicas e genotípicas são hereditárias, desse modo, a marcação e monitoramento das árvores matriz que garantirão a transferência de características superiores para sua prole são essenciais (Capucho *et al.*, 2021). A seleção de matrizes deve levar em consideração, além das características dendrométricas e dendrológicas, a qualidade física e fisiológica das sementes produzidas por esses indivíduos. Essas características podem ser verificadas por meio de testes de germinação, peso de mil sementes, biometria, formação de plântulas entre outros.

Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose é uma árvore da família Bignoniaceae, comumente chamado de ipê amarelo e de ocorrência em todo território nacional (Lohmann, 2020). Segundo Sistema de informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR), é reconhecida pelo potencial madeireiro como também na arborização urbana. No entanto, sua exploração indiscriminada tem ameaçado a espécie para risco de extinção.

Nesse cenário, o objetivo deste trabalho foi determinar características que demonstrem lotes de sementes mais vigorosos de 20 indivíduos de *Handroanthus serratifolius* pertencentes a uma população natural da Amazônia Ocidental. Tal informação tem o intuito de otimizar a produção e minimizar perdas de material genético, além de indicar as melhores variáveis tecnológicas e biométricas das sementes e sua correlação com as matrizes.

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Origem do material genético – árvores matrizes

Os lotes de sementes utilizados são oriundos de 20 árvores de uma Área de Coleta de Sementes, implantada pelo Viveiro Florestal Santa Luzia, localizado

no município de Apuí, no Amazonas. O clima local é do tipo Am, caracterizado por ser quente e temperado, além de apresentar pluviosidade média anual de 1500 mm (Köppen; Geiger, 1928). As matrizes foram identificadas com as características dendrométricas: diâmetro altura do peito (DAP), altura comercial (Hm), altura de copa (Ac), diâmetro de copa (Dc) e características do ambiente. Em seguida, as sementes das 20 árvores coletadas foram homogeneizadas e transportadas para o Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM) da Universidade Federal do Amazonas e colocadas em bandejas plásticas, sobre bancada do Laboratório do CSNAM por 48 horas, com o objetivo de uniformizar o seu grau de umidade.

2.2 Avaliação dos parâmetros tecnológicos

Inicialmente, antes da instalação dos experimentos, foi determinado o teor de água (TA) das sementes, expressos em porcentagem dos valores médios de duas repetições de 30 sementes aladas, adaptado pelo método de estufa a 105 °C por 24 horas (Brasil, 2009). A biometria das sementes foi determinada a partir de 30 unidades, selecionadas ao acaso, cujas medidas de comprimento, largura e espessura foram mensuradas com o auxílio de paquímetro digital (0,01 mm de precisão). Neste estudo, o comprimento da semente foi considerado a dimensão entre as extremidades das alas, ou seja, a maior porção dimensional da semente. A pesagem individual da massa fresca das sementes foi realizada em balança eletrônica (0,001 g de precisão).

O peso de mil sementes (PMS) foi determinado com oito repetições ($r=8$) de 100 sementes validados pelos cálculos da variância, desvio padrão e do coeficiente de variação (Brasil, 2009), considerando as sementes de *H. serratifolius* como palhentas, com um coeficiente fixado em 6% de variação (Brasil, 2013). Todos os testes físicos foram avaliados com sementes providas de alas.

O teste de germinação, de acordo com as Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2013), ocorreu na câmara de germinação do tipo B.O.D, com temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 12h de luz e 12h de escuro em quatro repetições de 25

sementes, que foram dispostas em rolos de papel germitest previamente esterilizados por 12h em estufa a 40°C. A avaliação foi diária e durou 25 dias, utilizando como critério germinativo a protrusão da raiz primária e formação de plântula normal. Durante o teste, as sementes foram umedecidas com água destilada, quando necessário.

2.3 Análise de dados

Delineamento inteiramente casualizado (DIC) foi desenhado com 20 tratamentos (matrizes), cada um com quatro repetições de 25 sementes. Foram analisadas as porcentagens de germinação (G), de formação de plântula normal (PN); o tempo médio de germinação (TMG) e tempo médio de emergência (TME), usando a equação proposta por Edwards (1934); e o índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE), utilizando a equação de Maguire (1962).

O teste de normalidade foi feito pelo método de Shapiro Wilk, com 1% de nível de significância ($W= 0,868$), para demonstrar a relevância do esforço amostral. Em seguida, foi realizada uma correlação de Pearson entre os parâmetros tecnológicos associados a sementes com as características dendrométricas das árvores matriz, testados em um nível de significância de 5%. A partir dos parâmetros tecnológicos, estes foram submetidos a uma análise de variância com comparação de médias pelo teste de Scott Knott com probabilidade de 5% ($T= 2,045$). As análises foram realizadas no programa estatístico RStudio. A análise dos componentes principais, para determinar os parâmetros mais relevantes para caracterização da espécie, foi realizada usando o programa estatístico Past 4.13.

2.4 Otimização dos caracteres biométricos

O coeficiente de repetibilidade foi estimado de acordo com os caracteres biométricos da semente, com base em componentes principais e matrizes de variâncias e covariâncias fenotípicas. O número mínimo de medições necessárias para prever o valor real dos genótipos foi avaliado com base em um coeficiente de determinação de 95%, conforme descrito em Valente *et al.* (2017). Essas análises foram realizadas utilizando o programa computacional em genética e estatística, GENES versão 6.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Características físicas dos lotes avaliados

Os valores dendrométricos das matrizes observados neste estudo se enquadram na categoria de dossel médio, de acordo com os intervalos constatados por Azevedo *et al.* (2008). As matrizes avaliadas atingiram DAP de 13,0 a 64,0 cm, altura comercial variando entre 6,0 e 20,0 m, e diâmetro de copa de 4,0 a 9,0 m (Tabela 1).

O conhecimento das características dendrométricas das árvores matrizes são importantes para definir os padrões desejáveis em futuras árvores de diferentes espécies, produzindo sementes de qualidade elevada, seja para conservação, melhoramento genético ou iniciativas de restauração. Matrizes com boas características dendrométricas devem ser conservadas para produzirem sementes de qualidade superior e manter a diversidade da população (Felix *et al.*, 2021).

Tabela 1 – Características dendrométricas de 20 árvores matrizes de *H. serratifolius* localizadas em Apuí (AM)

ID	DAP (cm)	Hm (m)	Altura da copa (m)	Diâmetro da copa (m)
1	25,5	8,0	5,0	4,0
2	20,7	8,0	5,0	6,0
3	38,2	18,0	8,0	8,0
4	46,2	12,0	10,0	6,0
5	41,4	15,0	10,0	7,0
6	32,5	13,0	7,0	6,0
7	19,7	6,0	4,0	4,0
8	22,3	7,0	5,0	5,0
9	28,6	9,0	5,0	6,0
10	28,6	10,0	5,0	5,0
11	43,0	15,0	6,0	7,0
12	63,7	20,0	10,0	9,0
13	22,3	8,0	5,0	5,0
14	30,2	10,0	5,0	6,0
15	25,5	10,0	6,0	5,0

Continua ...

Tabela 1 – Conclusão

ID	DAP (cm)	Hm (m)	Altura da copa (m)	Diâmetro da copa (m)
16	12,7	8,0	3,0	4,0
17	47,7	20,0	12,0	8,0
18	46,2	20,0	12,0	7,0
19	36,6	17,0	5,0	6,0
20	33,4	20,0	5,0	7,0
Média	33,2	12,7	6,7	6,1
Máx	63,7	20,0	12,0	9,0
Mín	12,7	6,0	3,0	4,0
DP	12,4	4,9	2,7	1,39
CV (%)	36,8	39,3	40,6	23,1

Fonte: Autores (2020)

Em que: DAP = diâmetro altura do peito; HM = altura comercial; Máx = máximo; Mín= mínimo; DP= desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

Sabe-se que o teor de água (TA) da semente é o fator que controla todas as atividades metabólicas, tornando-se, portanto, o fator mais importante para a manutenção da viabilidade da semente durante o armazenamento; entende-se por armazenamento todas as etapas pós-colheita. De acordo com o estudo realizado por Gonçalves *et al.* (2015), as sementes de *H. serratifolius* são tolerantes à secagem até 5% de grau de umidade, com alta taxa de germinação, no entanto a secagem lenta compromete a qualidade das sementes.

Observa-se que a falta de acompanhamento das sementes dos diferentes lotes, desde a colheita até a instalação dos experimentos, interferiu no TA inicial das sementes deste estudo, justificando a homogeneização dos lotes (Tabela 2). Sementes ortodoxas quando não secadas adequadamente e não mantidas em equilíbrio higroscópico perdem rapidamente a viabilidade por aumentar o nível (estado) de deterioração (Marcos-Filho, 2015).

Tabela 2 – Parâmetros tecnológicos dos lotes de sementes de 20 matrizes de *H. serratifloius* localizadas em Apuí (AM)

ID	TA* (%)	PMS (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Peso (mg)
1	10,12	12,943 h	20,6663 f	6,0513 g	0,3760 f	11,90 e
2	9,79	12,373 h	24,8453 e	7,9230 d	0,3383 f	12,60 e
3	8,27	13,749 h	27,0540 d	7,2643 f	0,4510 f	14,30 e
4	8,05	43,752 e	35,5097 a	7,9350 d	0,8457 d	46,40 c
5	10,84	8,820 j	25,3460 e	8,0167 d	0,2907 g	11,90 e
6	9,33	3,280 l	25,1950 e	7,0870 f	0,1673 g	7,10 e
7	10,35	55,058 c	35,3713 a	9,0227 c	1,3240 a	60,30 b
8	10,18	39,128 f	20,6230 f	7,6560 e	0,4353 f	14,40 e
9	8,79	28,494 g	31,9230 c	7,9243 d	0,8357 d	32,90 d
10	9,62	13,584 h	33,9040 b	8,9710 c	0,9210 c	32,80 d
11	9,87	6,2200 k	25,0767 e	7,5077 e	0,2500 g	7,50 e
12	9,92	8,8950 j	28,7250 d	7,6250 e	0,4443 f	18,00 e
13	10,85	42,244 e	37,5183 a	10,6613 a	0,6857 e	43,20 c
14	9,69	58,043 b	34,2937 b	9,6017 b	0,6857 e	64,70 b
15	9,86	46,954 d	36,4407 a	7,9470 d	0,9350 c	50,10 c
16	9,53	38,944 f	35,7740 a	9,3617 b	0,9500 c	47,90 c
17	10,71	11,448 i	24,7063 e	7,2314 f	0,3637 f	14,30 e
18	10,03	11,070 i	17,6650 g	8,1440 d	0,4283 f	9,90 e
19	7,03	64,224 a	34,7413 b	9,2360 b	1,1430 b	74,40 a
20	8,21	56,129 c	34,5777 b	8,7603 c	1,1160 b	56,60 b
Média	9,55	28,768	29,4978	8,1963	0,6493	31,56
Máx	10,85	64,220	37,5200	10,6600	1,3200	74,40
Mín	7,03	3,280	17,6700	6,0500	0,1700	7,10
DP	1,01	20,5724	6,1874	1,0546	0,3393	22,0159
CV (%)	10,6	71,5	21,0	12,9	52,3	69,8

Fonte: Autores (2020)

Em que: TA= teor de água; PMS= peso de mil sementes; Máx = máximo; Mín= mínimo; DP= desvio padrão; CV = coeficiente de variação. Comprimento, largura e espessura medidos em milímetros. (*) = variável homogeneizada não necessitando de uma comparação de médias. Letras diferentes na coluna indicam que houve diferença estatística entre os tratamentos pelo teste Scott Knott ($p < 0.05$).

Em relação às características físicas das sementes, o peso de mil sementes (PMS) apresentou a maior variação, de 3,3 a 64,2 g, com média de 28,8 g. Em ordem crescente, os lotes das matrizes 19, 14 e 20 apresentaram os maiores valores, e os lotes 6, 11 e 5 os menores valores. O valor do PMS para as espécies associadas ao nome ipê amarelo é escasso, além disso, há uma grande variação na média dessa

variável. Foi observado nos estudos de Leão *et al.* (2015) o valor médio de PMS de 33,7 g e no de Lima Júnior (2016) 7,2 g. Algumas características inerentes à espécie podem ter contribuído para essa grande variação, como a poliembrionia, sementes abortadas (sem embrião) e perda de parte da ala durante o manuseio das sementes. Outros fatores, relacionados à produção de sementes que podem influenciar no valor do PMS em espécies nativas, são o estágio de maturação dos frutos e sementes, posição da semente no fruto e idade do indivíduo, como observado em *Mimosa scrabella* (Menegatti; Montavani; Navroski, 2019).

As características biométricas das sementes apresentaram pouca variação entre os lotes, com intervalo de 17,6 a 37,5 mm para o comprimento, 6,1 a 10,7 mm de largura, 0,17 a 1,32 mm de espessura e 7,10 a 74,40 mg de peso. A matriz 13 produziu as sementes com os maiores valores para comprimento e largura e as matrizes 7 e 19 os maiores valores para espessura e peso, respectivamente. A matriz 18 apresentou o menor valor em relação ao comprimento, a matriz 1 a menor largura, a 6 a menor espessura e peso. A caracterização biométrica das sementes, mesmo sendo de fácil execução, ainda é pouco explorada na avaliação de lotes de sementes de espécies nativas. Guollo *et al.* (2016) comentam que as características biométricas das sementes auxiliam na identificação da variação genética entre os indivíduos. Portanto, a biometria das sementes é uma característica física importante, na avaliação de lotes provenientes de diferentes matrizes em uma mesma população.

As características morfológicas das sementes das espécies do gênero *Handroanthus* influenciam a maneira de mensurar os parâmetros biométricos, especialmente para comprimento e largura. Para *H. serratifolius*, Leão *et al.* (2015) encontraram valores para o comprimento das sementes de 8,5 mm, 24,79 mm de largura e 1,34 mm de espessura.

A porcentagem de germinação (G), acima de 60%, ocorreu nos lotes provenientes das matrizes 1, 2, 3, 4, 8, 10, 14, 17, 19 e 20, representando 50% dos lotes (Tabela 3). No entanto, entre esses lotes, não houve a formação de plântulas normais (PN %).

Nas matrizes 1, 2, 3, 10 e 17, o PMS foi o fator limitante para formação das plântulas, pois apenas as matrizes que apresentaram valores acima de 39 g conseguiram chegar ao estágio de plântula (4, 8, 14, 19 e 20). Mesmo os lotes com baixa porcentagem de germinação, lotes 7, 13 e 15, conseguiram formar plântula, já que seu PMS ultrapassou o valor limitante.

Tabela 3 – Parâmetros tecnológicos dos lotes de sementes de 20 matrizes de *Handroanthus serratifolius* localizadas em Apuí (AM)

ID	G(%)	IVG	TMG (dias)	PN(%)	IVE	TME (dias)
1	86 a	6,20 a	3,8 a	00 b	0,00 d	0,00 d
2	72 a	5,76 a	3,5 a	00 b	0,00 d	0,00 d
3	78 a	6,66 a	3,2 a	00 b	0,00 d	0,00 d
4	63 b	4,64 b	3,6 a	58 a	1,64 b	8,97 a
5	53 c	2,61 d	5,2 b	00 b	0,00 d	0,00 d
6	00 g	0,00 e	0,0 c	00 b	0,00 d	0,00 d
7	27 d	1,02 e	6,7 b	26 a	0,51 c	13,41 b
8	74 a	4,32 b	4,5 a	71 a	1,66 b	10,89 a
9	06 e	0,16 e	7,9 b	02 b	0,03 d	10,00 a
10	80 a	5,92 a	3,8 a	00 b	0,00 d	0,00 d
11	03 e	0,09 e	6,5 b	00 b	0,00 d	0,00 d
12	50 c	3,71 b	3,6 a	00 b	0,00 d	0,00 d
13	14 e	0,28 e	7,8 b	11 a	0,10 d	19,63 c
14	82 a	5,48 a	3,8 a	82 a	2,21 a	9,49 a
15	15 e	0,48 e	8,4 b	11 a	0,12 d	16,83 c
16	00 g	0,00 e	0,0 c	00 b	0,00 d	0,00 d
17	66 b	3,82 c	4,9 a	00 b	0,00 d	0,00 d
18	47 c	3,45 b	3,6 a	00 b	0,00 d	0,00 d
19	85 a	3,26 b	6,8 b	82 a	1,53 b	13,83 b
20	88 a	3,55 b	6,6 b	85 a	1,64 b	10,66 a
Média	49	3,07	4,7	21	0,47	5,68
Máx	88	6,66	8,4	82	2,21	19,63
Mín	00	00	00	00	00	00
DP	32,74	2,34	2,33	33,12	0,77	6,87
CV (%)	66,2	76,3	49,4	154,8	162,6	120,8

Fonte: Autores (2020)

Em que: G= germinação; IVG= índice de velocidade de germinação; TMG = tempo médio de germinação; PN= formação de plântula normal; IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência; Máx = máximo; Mín= mínimo; DP= desvio padrão; CV = Coeficiente de variação. G e PN são demonstrados em porcentagem; TMG e TME são metidos em grama.

A germinação é a única forma direta de avaliar a viabilidade de um lote (Haesbaert *et al.*, 2017). Mas o IVG é a variável que melhor demonstra o vigor de um lote, pois sua variação explica a germinação junto com o tempo relacionado a esse processo germinativo, sendo um teste eficiente para projetar o sucesso de novas plântulas (Vieira; Carvalho, 1994).

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) possui recomendações para a espécie no que diz respeito ao teste de germinação, indicando 8 repetições com 50 sementes, nos quais essas podem ser distribuídas em diferentes substratos, como areia, rolo de papel e sobre vermiculita, em temperatura entre 25 a 30°C, onde tais sementes germinam entre 14 e 28 dias (Brasil, 2013). Para Lima Júnior (2016), os processos em volta da produção de sementes e mudas de *H. serratifolius* são conhecidos e de fácil execução. No entanto, não isentam de um acompanhamento criterioso, uma vez que se trata de uma espécie de fruto deiscente, onde os parâmetros para o reconhecimento do ponto de maturação são fundamentais para melhor momento de colheita, o que irá refletir no ápice da viabilidade e vigor dos indivíduos (Justino *et al.*, 2015).

3.2 Demonstração de padrões de viabilidade

As variáveis que se comportaram fora da normalidade foram: altura da copa, emergência, IVE e TMG, demonstrando que o esforço amostral de 20 indivíduos não foi suficiente para representar a população (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores de W por variável e seus respectivos valores de p pelo Shapiro test

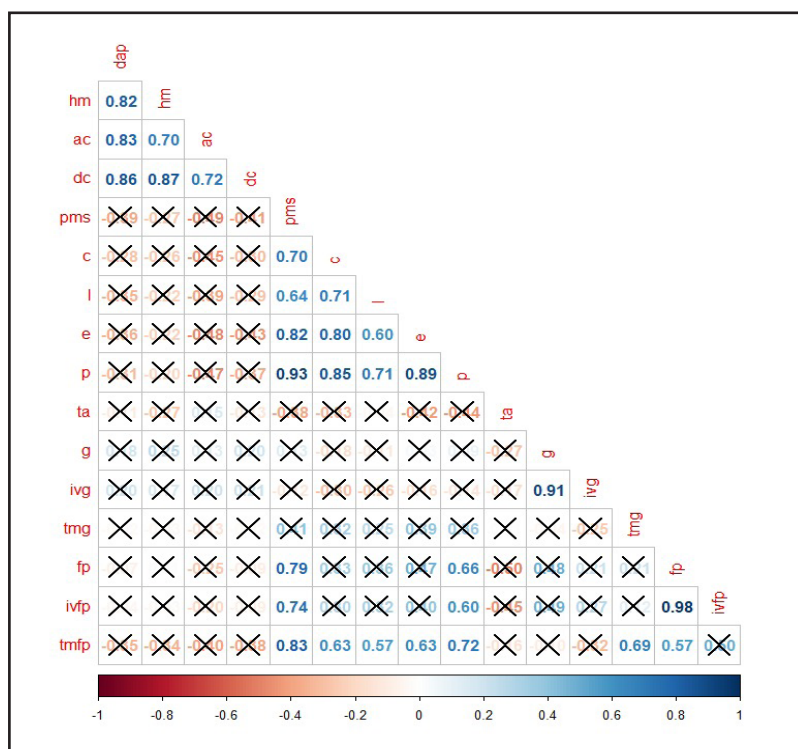
	DAP	Hm	Hc	DC	PMS	C	L	E
W calc	0,9635	0,8801	0,8286	0,9422	0,8728	0,9003	0,9642	0,9305
p valor	0,616	0,018	0,002	0,264	0,013	0,042	0,632	0,158
	P	TA	G	IVG	TMG	PN	IVE	TME
W calc	0,8780	0,8691	0,8691	0,8975	0,9234	0,6637	0,646	0,7760
p valor	0,016	0,064	0,011	0,037	0,116	< .001	< .001	< .001

Fonte: Autores (2023)

Em que: C = comprimento, DAP = Diâmetro a altura do peito, DC = diâmetro de copa, E = espessura, PN = formação de plântula normal, G = porcentagem de germinação, Hc = altura da copa, Hm = altura comercial, IVG = índice de velocidade de germinação, IVE = índice de velocidade de emergência, L = largura, P = peso, PMS = peso de mil sementes, TMG = tempo médio de germinação, TME = tempo médio de emergência.

Entende-se que mesmo a forte correlação entre as características dendrométricas não garante uma dependência entre as variáveis, mas demonstra um crescimento proporcional das características inerentes à árvore (Figura 1). O padrão uniforme de crescimento na formação dos indivíduos e as características da árvore matriz não interferem no sucesso do processo germinativo e nem na formação de plântulas.

Figura 1 – Matriz de correlação testada a um nível de significância de 5%



Fonte: Autores (2023)

Em que: hm = altura comercial, ac = altura de copa, dc = diâmetro de copa, pms= peso de mil sementes, c = comprimento, l = largura, e = espessura, p = peso, ta = teor de água, g = germinação, ivg = índice de velocidade de germinação, tmg = tempo médio de germinação, pn = formação de plântula normal, ive = índice de velocidade de emergência, tme = tempo médio de emergência. (X) = indica valores de *p* abaixo do nível de significância.

O PMS foi a variável que apresentou o maior número de correlações significativas, com destaque para as variáveis que indicam a formação de plântula, além da forte ligação com as variáveis biométricas. Nas características germinativas, a variável não apresentou nenhuma correlação significativa.

A reserva nutricional está relacionada diretamente com o tamanho da semente, como também ao processo de formação das plântulas, onde sementes maiores possuem elevadas taxas de crescimento de plântulas, com melhor aproveitamento na formação das plântulas, pois essas apresentam melhor aproveitamento de suas reservas nutricionais, o que reflete em um rápido crescimento de raízes e folhas (Lucena *et al.*, 2017).

A relação das variáveis biométricas se mostra no desenvolvimento homogêneo e proporcional que ocorre no processo de maturação com a formação dos frutos e sementes. Dias (2001) explica que, a partir do processo de fotossíntese, a semente recebe produtos que são investidos na formação de novas células, tecidos e reserva nutricional, o que promove um aumento na massa e no tamanho da semente, e esse processo só termina quando há um desligamento natural da planta-mãe.

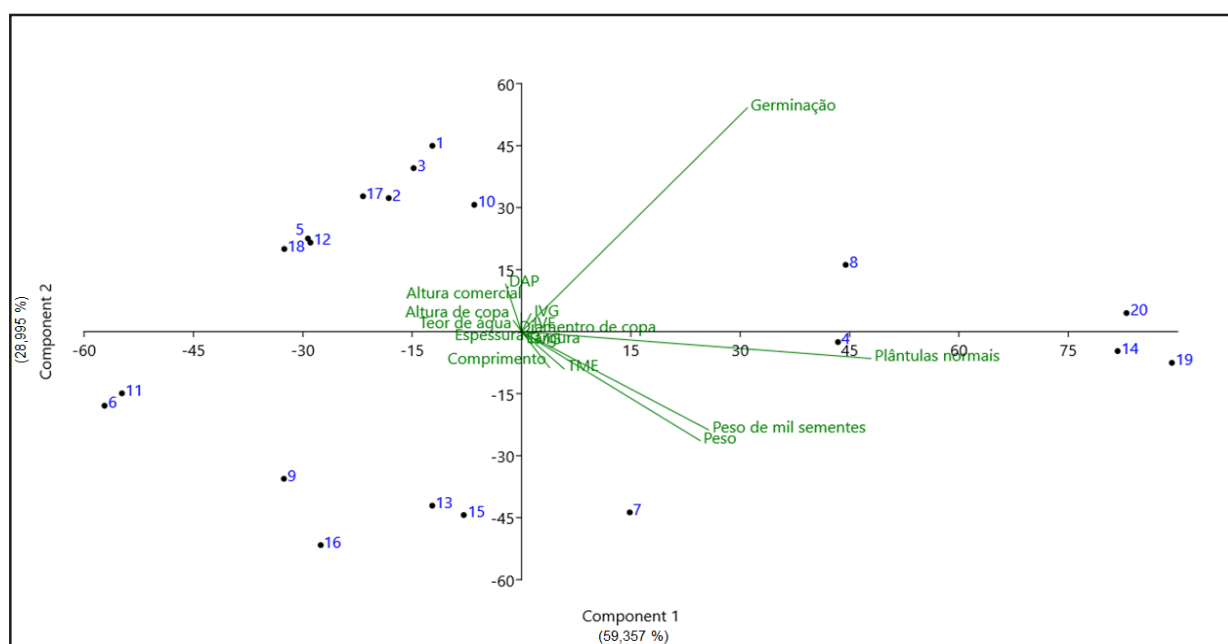
As variáveis independentes relacionadas à germinação não mostraram correlações significativas com o processo germinativo nem com suas variáveis complementares, evidenciando que a germinação é influenciada por eventos fisiológicos afetados por fatores como água, luz, temperatura e substrato, entre outros (Silva *et al.*, 2020). Essa observação reforça a ideia de que a germinação é o indicador mais confiável da viabilidade de um lote de sementes.

O PMS (peso de mil sementes) e o peso da semente demonstraram uma forte correlação com a formação de plântulas e suas variáveis relacionadas, possibilitando a criação de um padrão ou intervalo de confiança que define um perfil para o peso de mil sementes ou para os caracteres biométricos, com um grau de confiabilidade satisfatório para o sucesso ou o estabelecimento de plântulas.

Além disso, foi observada uma variabilidade significativa dentro da população, com matrizes de *Handroanthus serratifolius* exibindo diferentes níveis de vigor e emergência de plântulas normais. Isso reforça a necessidade de selecionar outras variáveis para uso em estudos futuros. Variáveis ligadas à biometria das plântulas e testes morfofisiológicos em progênies monitoradas podem indicar o vigor e a qualidade fisiológica dessa espécie, facilitando a seleção de matrizes superiores.

A Figura 2 mostra a variação dos componentes principais. Analisamos 16 variáveis, distribuídas nos quatro quadrantes. Essa variação, *Loadings*, é medida de zero a 1, em que o valor mais próximo de 1 significa maior representatividade dessa variável para com a população. Os dois primeiros coeficientes (pc1 e pc2) representaram 88,58% de toda variação envolvida entre as variáveis analisadas. Para o primeiro componente (pc1, na horizontal), a variação da formação de plântulas (0,70), germinação (0,45) e o PMS (0,37) foram significativas, demonstrando que em 59,35 % dos casos o comportamento da espécie é explicado por essas variáveis. Em contrapartida, as características das árvores matrizes e o teor de água tiveram correlação negativa com o primeiro componente. No segundo componente (pc2, na vertical), a germinação (0,80), DAP (0,16) e a altura comercial (0,06) foram significativos, em que em 28,99% dos casos essas variáveis explicam o comportamento da espécie, mas mostrou que a formação de plântulas teve correlação negativa nesse componente.

Figura 2 – Análise dos componentes principais das variáveis tecnológicas dos lotes de sementes de 20 matrizes de *H. serratifolius*, localizadas em Apuí (AM)s



Fonte: Autores (2023)

Tratando-se dos componentes principais, é interessante destacar que os eixos com os agrupamentos das variáveis são independentes entre si, não sofrendo nenhuma variação sobre as variáveis (Fraga *et al.*, 2016). Esse comportamento dos componentes serviu para mostrar a relevância do PMS e formação de plântula como características de vigor da espécie, colocando a germinação como segundo plano. Além de identificar a relevância das variáveis, abre-se a possibilidade da seleção dos indivíduos, que se agrupam pela variação geral de suas características, o que demonstra o comportamento da população e não somente por indivíduo (Hongyu; Sandanielo; Oliveira-Jr, 2016) entre as técnicas de multivariadas, a análise de componentes principais (ACP).

3.3 Otimização dos caracteres biométricos

A classificação das sementes por tamanho ou peso é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência das plântulas e para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (Carvalho; Nakagawa, 2000). Destaca-se que as variações biométricas estão relacionadas ao ambiente de origem da árvore mais as variações genéticas existentes, o que causa variações dentro e entre indivíduos (Cunha *et al.*, 2006).

Com intuito de otimizar a produção e reduzir o número amostral para se determinar os padrões biométricos, foi determinado o coeficiente de repetibilidade, que variou entre 0,5892, para largura, até 0,7357, para espessura. Capucho *et al.* (2021) indicam que valores altos da estimativa da repetibilidade do caráter demonstram que é possível prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medições, em que trabalhando com *Ormosia discolor* demonstraram que 18 repetições seriam suficientes para prever os caracteres biométricos com 95% de acerto. Diante disso, para este trabalho 14 sementes se mostraram suficiente para compor uma amostragem para dimensionar os caracteres biométricos, com uma porcentagem de certeza de 98% (Tabela 5).

Tabela 5 – Padrões biométricos e coeficiente de repetibilidade de lotes de sementes de 20 matrizes de *Handroanthus serratifolius* localizadas em Apuí (AM)

Caracteres Biométricos	QMG	Média Geral	CV _e (%)	Repetibilidade via Componentes Principais e matriz de covariâncias		
				r	R ²	Nº de avaliações para R ² = 0,95
Peso Úmido	0,01454**	0,031	46,61	0,6968	0,985705	9
Comprimento	1148,5313**	29,498	13,71	0,7228	0,987378	8
Largura	33,3461**	8,197	10,92	0,5892	0,977286	14
Espessura	3,4545**	0,649,	31,98	0,7357	0,988168	7

Fonte: Autores (2023)

Em que: QMG – quadrado médio dos genótipos

4 CONCLUSÕES

As características que definem um lote vigoroso de sementes de *Handroanthus serratifolius* são a germinação, o peso de mil sementes e a biometria. Além disso, a correlação do peso de mil sementes com a formação de plântulas evidencia a possibilidade da criação de um novo padrão de qualidade na análise de sementes.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa e auxílio financeiro que apoiaram meu trabalho. Ao Centro de Sementes Nativas do Amazonas – UFAM, que cedeu os materiais e equipamentos juntamente com seus colaboradores.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, C.P.; SANQUETA, C.R.; SILVA, J.M.N.; MACHADO, S. do A. Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 53–69, jan. mar. 2008.

BRASIL, M.A.P.A. **Regras para análise de sementes**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. 1 ed. Brasília: MAPA/ACS. 2009.

BRASIL. **Instruções para análise de sementes florestais**. Brasília: 2013.

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

CAPUCHO, H.L.V.; LOPEZ, M.T.G.; LIMA JUNIOR, M. de J.V.; VALENTE, M.S.F.; MENDES, A.M. da S.; MUNIZ, G.I.B. Genetic Parameters in seed characters of *Ormosia discolor* under different ambient conditions. **Floresta**, Curitiba, v. 51, n. 2, p. 492-501, abri. jun. 2021.

CUNHA RODRIGUES, A. C.; OSUNA, J.T.A.; QUEIROZ, S.R.D.O.D.; RIOS, A.P.S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. Cebil (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista científica eletrônica de engenharia floresta**, n. 8, p. 1-15, ago. 2006.

DIAS, D.C.F.S. Maturação fisiológica de sementes: o processo. **Seed news**, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.

EDWARDS, T. I. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. **Plant physiology**, v. 9, n. 1, jan. 1934.

FRAGA, A. B.; SILVA, F. de L.; HONGYU, K.; SANTOS, D. da S.; MURPHY, T.W.; LOPES, F.B. Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred holstein × zebu cows. **Trop anim health prod**, Rio Largo, v. 48, p. 533 - 538, mar. 2016.

FELIX, F. C.; DE MEDEIROS, J.A.D.; FERRARI, C. dos S.; DAS CHAGAS, K.P.T.; CASTRO, M.L. de L.; DE SOUZA, W.M.A.T.; VIEIRA, F. de A.; PACHECO, M.V. Seleção de matrizes de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & RW Jobson para produção de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife. v. 16, n. 2, p. 1-10, jun. 2021.

GONÇALVES, R.W.; SANTOS, H.O.; VON PINHO, E.V.R.; ANDRADE, T.; VON PINHO, I.V.; PEREIRA, R.W. Physiological quality and expression of genes in seed of *Handroanthus serratifolius* subjected to drying. **Journal of seed Science**, Viçosa, v.37, n.2, p.102-110, mar. 2015.

GUOLLO, K.; MENEGATTI, R.D.; DEBASTIANI, A.B.; POSSENTI, J.; NAVROSKI, M.C. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de embebição em sementes de *Mimosa scabrella* Benth. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, v. 9, n. 1, p. 11-22, jan. mar. 2016.

HAESBAERT, F. M.; LOPES, S.J.; MERTZ; L.M.; DAL'COL LUCIO, A.; HUTH, C. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 76, p. 54-61, 2017.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA-JR, G. J. Análise de componentes principais : resumo teórico , aplicação e interpretação. **E&s - engineering and science**, Cuiaba, v. 5, n. 1, p. 83-90, dez. jun. 2016.

IBÁ. Industria Brasileira de Árvores. **Relatório anual 2022**, 2022. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.

JUSTINO, E. V.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M.E.N; FILHO, J.G.S.; NASCIMENTO, W.M. Determinação da maturidade fisiológica de sementes de pimenta dedo de moça *Capsicum baccatum* Var. Pendulum. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 324-331, jul. set. 2015.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LEÃO, N. V. M.; FELIPE, S.H.S.; SHIMIZU, E.S.C.; FILHO, B.G. dos S.; KATO, O.R.; BENCHIMOL, R.L. Biometria e diversidade de temperaturas e substratos para a viabilidade de sementes de ipê amarelo. **Informativo abrates**, v. 25, n. 1, p. 50-54, 2015.

LIMA JÚNIOR, M. de J.V. **Manejo de sementes para cultivo de espécies florestais da Amazônia**. Manaus: Seikyo, 1 ed. 2016. 285 p.

LIMA, R.M.B.; DE SOUZA, C.R.; MATSCHULLAT, J.; DA SILVA, K.E. **Recuperação de áreas degradadas ou alteradas na Amazônia**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2022.

LOHMANN, L.G. **Handroanthus in Flora e Fungo do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB117466>. Acesso em: 03 dez. 2023.

LUCENA, E. O; NOBREGA LÚCIO, A.M.F. da; BAKKE, I.A.; PIMENTA, M.A.C.; RAMOS, T.M. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Marth.) De diferentes matrizes do semiárido paraibano. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 13, n. 4, p. 275 - 280, 2017.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor¹. **Crop science**, v. 2, p. 176 - 177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes e plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: Abrates, 2015. 660p.

MENEGATTI, R.D.; MONTAVANI, A.; NAVROSKI, M. Biometric and physiological quality of bracatinga seeds from different mother trees. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 1, p 1-10, 2019.

ROVERI, A.; PAULA, R.C. de. Variability among mother trees of *Ceiba speciosa* St. Hil for characteristics of the fruits and seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n.2, p. 318-327, 2017.

SILVA, G.A.; PACHECO, M.V.; DA LUZ, M.N.; NONATO, E.R.L.; DELFINO, R. de C.H.; PERREIRA, C.T. Fatores ambientais na germinação de sementes e mecanismos de defesa para garantir sua perpetuação. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, Campina Grande, v. 9, n. 11, p. 1-12, dez. 2020.

TER STEEGE, H.; PITMAN, N.C.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R.P.; GUEVARA, J.E; SILMAN, M.R. Hyperdominance in the amazonian tree flora. **Science**, v. 342, n. 6156, p. 1243092-1-1243092- 9, 2013.

VALENTE, M. S. F., LOPES, M.T.G.; CHAVES, F.C.M.; OLIVEIRA, A.M.; FREITAS, D.R.B.D. Repeatability of biometric and fruit and seed yield traits of sacha inchi. **Acta amazonica**, v. 47, n. 3, p. 195-202, 2017.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep/UNESP-FCAVJ: 1994. 164 p.

Contribuição de Autoria

1 Israel Silva Junior

Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais e Ambientais

<https://orcid.org/0009-0000-8348-9080> • israel1405junior@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Supervisão; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

2 Manuel de Jesus Vieira Lima Junior

Engenheiro Florestal, Doutor em Fisiologia de Sementes

<https://orcid.org/0000-0002-2509-3528> • mjlimajunior@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Conceitualização; Metodologia; Disponibilização de ferramentas; Supervisão; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

3 Angela Maria da Silva Mendes

Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia Tropical

<https://orcid.org/0000-0001-6527-8482> • amendes@ufam.edu.br

Contribuição: Conceitualização; Análise de dados; Metodologia; Validação de dados e experimentos; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

4 Lydiane Lucia de Sousa Bastos

Engenheira Florestal, Doutora em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0001-5113-5667> • lydilucas@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

5 Valdiek da Silva Menezes

Engenheira Florestal, Doutora em Ciências Florestais Tropicais

<https://orcid.org/0000-0002-7362-9331> • valdiek.menezes@gmail.com

Contribuição: Análise de dados; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Validação de dados e experimentos; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

SILVA JUNIOR. I.; LIMA JUNIOR, M. J. V.; MENDES, A. M. S.; BASTOS, L. L. S.; MENEZES, V. S. Parâmetros de qualidade de sementes para escolha de matrizes de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose na Amazônia Ocidental. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 34, n. 4, e84834, p. 1-20, 2024. DOI 10.5902/1980509884834. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509884834>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.