

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FLORESTAIS E AMBIENTAIS - PPGCIFA**



**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM *Plukenetia
volubilis* COM BASE EM CARACTERES DE GERMINAÇÃO
DE SEMENTES**

SAIMOM ANDERSON GARCIA OLIVEIRA

**MANAUS
2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FLORESTAIS E AMBIENTAIS - PPGCIFA**

SAIMOM ANDERSON GARCIA OLIVEIRA

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM *Plukenetia
volubilis* COM BASE EM CARACTERES DE GERMINAÇÃO
DE SEMENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPG-CIFA), da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas para obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Ciências Florestais e Ambientais (CIFA).

Orientadora: Prof^a Dr^a: Maria Teresa Gomes Lopes
Co-orientador: Dr. Francisco Célio Maia Chaves

**MANAUS
2013**

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Oliveira, Saimom Anderson Garcia

O48e Estimativa de parâmetros genéticos em *Plukenetia volubilis* com base em caracteres de germinação de sementes / Saimom Anderson Garcia Oliveira. - Manaus: UFAM, 2013.
36 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) —
Universidade Federal do Amazonas, 2013.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Maria Teresa Gomes Lopes

Co-orientador: Dr. Francisco Célio Maia Chaves

1. Sementes 2. Morfologia vegetal 3. Sacha inchi –
Variabilidade genética I. Lopes, Maria Teresa Gomes (Orient.) II.
Chaves, Francisco Célio Maia (Co-orient.) III. Universidade Federal
do Amazonas IV. Título

CDU 631.53.01(043.3)



Poder Executivo
 Ministério da Educação
 Universidade Federal do Amazonas
 Faculdade de Ciências Agrárias
 Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais e Ambientais - PPGCIFA



PARECER

Defesa nº 130

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após arguir do mestrando **SAIMOM ANDERSON GARCIA OLIVEIRA**, em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado **“ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM *Plukenetia volubilis* COM BASE EM CARACTERES DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES”**, é de parecer favorável à Aprovação do mestrando habilitando ao título de Mestre “*Magister Scientiae*” em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em **CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS (CIFA)**.

Professora Doutora Maria Teresa Gomes Lopes
 Professora da Faculdade de Ciências Agrária da Universidade Federal do Amazonas
 Presidente da banca examinadora

Professor Doutor Pedro de Queiroz Costa Neto
 Professor da Faculdade de Ciências Agrária da Universidade Federal do Amazonas
 Primeiro examinador

Professora Doutora Luciana Souza de Aguiar e Souza
 Professora da Faculdade de Ciências Agrária da Universidade Federal do Amazonas
 Segundo examinador

Manaus, 25 de fevereiro de 2014

Prof. Dr. Julio César Rodríguez Tello
 Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais - PPG-CIFA



Dedicatória

Dedicado a toda minha família em especial meus pais e meus irmãos pelo incentivo e confiança demonstrada.

Agradecimentos

Agradeço a Deus;

À minha família, em especial minha mãe Elizabeth Garcia Oliveira, ao meu pai Domingos Santana Oliveira e aos meus irmãos Jefferson Oliveira, Herbert Oliveira e Max Oliveira pelo apoio e conselho;

À Universidade Federal do Amazonas em especial ao programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCIFA);

À CAPES que concedeu a bolsa de pesquisa para a realização deste trabalho;

À EMBRAPA por auxiliar na pesquisa e instalação dos experimentos;

À professora Dr^a. Maria Teresa Gomes Lopes pela orientação, confiança, apoio e ensinamentos transmitidos;

Ao Pesquisador Dr. Francisco Célio Maia Chaves pela confiança, apoio, amizade e auxílio nos trabalhos de campo;

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPG-CIFA);

À equipe da Embrapa por auxiliar nas atividades de campo;

Aos meus amigos;

À todos que contribuíram de qualquer forma para este e outros trabalhos serem realizados.

RESUMO

Plukenetia volubilis é espécie que necessita de seleção para permitir a exploração comercial da cultura, principalmente quanto a qualidade das sementes, pois populações com germinação rápida e uniforme das sementes, seguida por pronta emergência das plântulas são características altamente desejáveis. Os objetivos do presente trabalho foram estimar parâmetros genéticos com base em caracteres de desempenho germinativo, inferir sobre a variabilidade genética de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) e descrever o tipo de germinação da espécie. Foram realizados dois experimentos na Embrapa Amazônia Ocidental, em casa de vegetação, em duas épocas: inverno amazônico; temperaturas médias mínimas de 20 °C e máximas de 31 °C, 91% UR, 49 ml de evaporação mensal e 91 horas mensais de insolação e verão amazônico temperaturas médias mínimas de 23 °C e máximas de 34 °C, 83% UR, 67 ml de evaporação mensal e 179 horas mensais de insolação. Foram avaliadas em cada ensaio 25 progênies de *P. volubilis*, no delineamento inteiramente casualizado, em 4 repetições e 5 sementes por parcela. Foram avaliadas as características: Emergência de plântulas em substrato (E), primeira contagem de emergência (PC), índice de velocidade de emergência (IVE), diâmetro do coleto (DC), comprimento do hipocótilo (H) e comprimento da parte aérea de plântulas (CP). Foram realizadas análise de variância individual e conjunta, teste de Scott Knot e estimados parâmetros genéticos. A emergência das plântulas ocorreu entre 19 a 41 dias e 25 a 42 dias, respectivamente, nas épocas de inverno e verão amazônico. Nas análises de variância individual e conjunta dos experimentos para PG, IVE e PCP, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos. Na análise conjunta verificou-se efeito significativo de época de semeadura e da interação genótipo x época de semeadura para E, PC e IVE. Os valores de herdabilidade no sentido amplo oscilaram de 7,551 (CP) a 91,587 (IVE). A característica IVE nas análises individuais apresentou valores altos de herdabilidade e condições favoráveis à seleção. A germinação de *P. volubilis* pode ser classificada como do tipo epígea fanerocotiledonar e as plantas matrizes utilizadas no trabalho apresentam variabilidade genética significativa para os caracteres E, IVE, CP, DC e H indicando a possibilidade de seleção de progênies com características superiores de qualidade de sementes e mudas.

Palavras-chave: Germinação, Variabilidade Genética, Sachá inchi.

ABSTRACT

Plukenetia volubilis is the specie that needs selection to enable commercial exploration of culture, especially about seed quality, because populations with rapid and uniform germination of seeds, followed by ready emergence seedling are highly desirable characteristics. The objectives of this study were to estimate genetic parameters based on germination performance characters, infer on the genetic variability of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) and describe the type of germination of the specie. Two experiments were conducted at Embrapa Amazônia Ocidental in a greenhouse during two periods: Amazon winter, average temperatures minimum and maximum of 68 °F and 87.8 °F, 91% RH, 49 ml of monthly evaporation and 91 monthly hours of insolation and the Amazon summer average temperatures minimum of 73.4 ° F and maximum of 93 °F , 83% RH, 67 ml of monthly evaporation and 179 hours monthly insolation. 25 progenies of *P. volubilis* were evaluated in each test, in a completely randomized design in 4 replicates of 5 seeds per plot. The characteristics were evaluated: Emergence seedling substrate (E), Emergence first count (FC), Emergence speed index (ESI), Diameter of the stem (DS), hypocotyl length (H) and aerial length part of seedlings (LS). Individual and joint variance analysis were performed, Scott Knot test and estimate genetic parameters. Seedling leveling occurred between 19 to 41 days and 25-42 days, respectively, in Amazon winter and summer seasons. In the analyses of individual and joint variance experiments to E, ESI and FC, there was a significant effect ($P < 0.05$) treatments. In the joint analysis there was a significant effect of sowing date and genotype x sowing date for E, FC and ESI. The values of broad-sense heritability ranged from 7.551 (LS) to 91.587 (ESI). The ESI characteristics of the individual analysis showed high values of heritability and favorable conditions for selection. The germination of *P. volubilis* can be classified as the epigeal phanerocotylar and the matrix plants in this study have significant genetic variability for the characters E, ESI, LS, DS and H indicating the possibility for selection of progeny with superior quality seeds and seedlings characteristics.

KEYWORDS: Germination, Genetic variability, Sacha inchi.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flor de <i>Plukenetia volubilis</i>	17
Figura 2. Fruto de <i>Plukenetia volubilis</i> de 4 lóculos.....	18
Figura 3. Fruto de <i>Plukenetia volubilis</i> de 5 lóculos.....	18
Figura 4. Fruto maduro de <i>Plukenetia volubilis</i>	19
Figura 5. Sementes de <i>Plukenetia volubilis</i>	19
Figura 6. Casa de vegetação e distribuição das bandejas.....	26
Figura 7. Curvatura do eixo do hipocótilo no início da emergência de <i>Plukenetia volubilis</i>	31
Figura 8. Cotilédone elevado acima do substrato aos dois dias após a emergência do hipocótilo com o tegumento escuro em <i>Plukenetia volubilis</i>	32
Figura 9. Cotilédone elevando-se acima do substrato aos dois dias após a emergência do hipocótilo sem o tegumento escuro em <i>Plukenetia volubilis</i>	32
Figura 10. Desenvolvimento dos protófilos de <i>Plukenetia volubilis</i>	33
Figura 11. Abertura das folhas cotiledonares livres de endosperma e início do desenvolvimento do primeiro par de folhas em <i>Plukenetia volubilis</i>	34
Figura 12. Folhas cotiledonares com remanescente de endosperma e início de desenvolvimento do primeiro par de folhas em <i>Plukenetia volubilis</i>	34
Figura 13. Plântula de <i>Plukenetia volubilis</i> formada com o hipocótilo reto e com primeiro par de folhas definitivas em desenvolvimento.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Esquema de análise de variância individual.....	28
Tabela 2. Esquema da análise de variância conjunta para os g tratamentos nos a ambientes (experimentos).....	29
Tabela 3. Quadrados médios da análise do experimento com semeio em 10/12/2011 e parâmetros genéticos para os caracteres de Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) de sementes de subamostras de <i>Plukenetia volubilis</i> . Manaus, Amazonas, 2012.....	36
Tabela 4. Quadrados médios da análise do experimento com semeio em 25/07/2012 e parâmetros genéticos para os caracteres de Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) de sementes de subamostras de <i>Plukenetia volubilis</i> . Manaus, Amazonas, 2012.....	36
Tabela 5. Quadrados médios da análise conjunta dos experimentos e parâmetros genéticos para os caracteres de Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) de sementes de subamostras de <i>Plukenetia volubilis</i> . Manaus, Amazonas, 2012.....	37
Tabela 6. Quadrados médios e parâmetros genéticos da análise do Peso Fresco de Cem Sementes (P100) e dos caracteres do experimento com semeio em 25/07/2012: Diâmetro do coleto (DC), Altura do Hipocótilo (AH) e Altura da Plântula (AP) de subamostras de <i>Plukenetia volubilis</i> . Manaus, Amazonas, 2012.....	37
Tabela 7. Resultado do agrupamento realizado pelo teste Scott Knott nas médias do experimento com semeio em 10/12/2011 para as características: Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) avaliadas em <i>Plukenetia volubilis</i> . Manaus, Amazonas. 2012.....	39
Tabela 8. Resultado do agrupamento realizado pelo teste Scott Knott nas médias do experimento com semeio em 25/07/2012 para as características: Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) avaliadas em <i>Plukenetia volubilis</i> . Manaus, Amazonas. 2012.....	40
Tabela 9. Resultado do agrupamento realizado pelo teste Scott Knott nas médias do Peso Fresco de Cem sementes (P100) e nas médias dos caracteres do experimento com semeio em 25/07/2012: Diâmetro do coleto (DC), Altura do Hipocótilo (AH), Altura da Plântula (AP) avaliadas em <i>Plukenetia volubilis</i> . Manaus, Amazonas. 2012.....	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- (AH) – Altura do hipocótilo
- (AP) - Altura da Plântula
- a - número de ambientes (experimentos)
- cm – Unidade de medida linear (centímetro)
- CV_g - Coeficiente variação genética
- CV_g/CV_e - Relação coeficiente de variação genética/ coeficiente de variação ambiental
- CV_g/CV_e - índice “b”
- DAS – Dias após a semeadura
- DC- Diâmetro do coleto
- DIC - Delineamento inteiramente casualizado
- E(QM) – Esperança de quadrado médio
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária
- FV – Fonte de variação
- _g - Número de progênies
- g – Unidade de medida de peso (grama)
- GL – Grau de liberdade
- h² - Coeficiente de herdabilidade
- IVE - Índice de velocidade de emergência
- Kg/m³ - Unidade de medida de volume (quilo grama/metro cúbico)
- mm - Unidade de medida linear (milímetro)
- °C - Unidade de medida de temperatura (Graus Celcius)
- P100 – Peso de cem sementes
- PCP – Primeira contagem em porcentagem
- PG - Porcentagem de germinação
- QM – Quadrado médio
- QMP – Quadrado médio da progênie
- QMR – Quadrado médio do resíduo
- r - Número de repetições;
- T x A – Interação genótipo ambiente
- VA – Variância ambiental
- VF – Variância fenotípica
- VG – Variância genética

Y_0 - Média da população base

Y_s - Média das famílias selecionadas

σ^2_e - Variância do erro experimental entre parcelas

σ^2_g - Variância genética entre progênies

μ - Média geral

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Caracterização da espécie.....	17
3.2 Parâmetros genéticos em estudos de variação genética.....	19
3.3 Teste de progênie.....	21
3.4 Germinação.....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 Instalação dos Experimentos.....	25
4.2 Análises estatísticas e genéticas.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Tipo de Germinação.....	31
5.2 Análises estatísticas e genéticas.....	35
6 CONCLUSÕES.....	43

1 INTRODUÇÃO

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) é uma planta originária da Amazônia peruana, sendo conhecida na região da Amazônia brasileira também como amêndoa-lopo. De acordo com estudos arqueológicos, há vestígios de que as civilizações pré-inca e inca utilizavam as sementes de sachá inchi em suas dietas (CIED, 2007). O gênero *Plukenetia* inclui 17 espécies de distribuição pantropical, sendo 12 na América, três na África, uma em Madagascar e uma na Ásia (GILLESPIE, 1993).

Sacha inchi é uma espécie semi perene, trepadeira lenhosa, produz frutos contendo cápsulas com 3 a 5 cm de diâmetro. O peso das sementes varia de 0,8 a 1,4 g e contém aproximadamente 54% de óleo e 27% de proteínas ricas em aminoácidos: cisteína, tirosina, treonina e triptofano. Sua composição é de 33 a 35% de casca e 65 a 67% de amêndoa (KRIVANKOVA *et al.*, 2007).

O seu óleo contém altos níveis de ácidos graxos insaturados (linolênico – ômega 3 e linoleico – ômega 6) que são ácidos graxos essenciais, pois não são sintetizados pelo organismo humano, sendo necessária a ingestão. Hamaker *et al.* (1992) encontraram: 45,2% de ácido α -linolênico, 36,8% de ácido linoléico que são ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs), 9,6% de oléico e 7,7% de saturados. A presença desses ácidos graxos no organismo é importante para a prevenção de doenças cardiovasculares, neuromusculares e proporciona também um efeito hipocolesterolêmico ao ser usado como suplemento alimentício. As propriedades mencionadas de sachá inchi demonstram que esta é um excelente suplemento alimentar para enriquecer a alimentação das crianças, de pacientes em recuperação e também para a prevenção de doenças (KRIVANKOVA *et al.*, 2007).

O azeite de mesa de sachá inchi foi premiado várias vezes como de melhor qualidade e por isso deve ser estimulado o seu consumo. Além disso, suas folhas são consideradas como excelente forrageira a ser usada na alimentação animal (KRIVANKOVA *et al.*, 2007). Embora a composição e as propriedades de sachá inchi sejam relativamente bem conhecidas e o seu cultivo já tenha expandido para a região do Alto Solimões (AM) e Manaus (AM), são escassas as informações sobre a espécie na literatura.

Não é frequente ter um componente da biodiversidade que possa ter uma utilização direta num processo produtivo com grande eficiência. O fato de um recurso genético não entrar direto no processo produtivo não é uma deficiência da biodiversidade e sim uma exigência de mercado competitivo, pois, a qualidade e baixo custo são fatores rígidos que são considerados (CLEMENT, 2001). O melhoramento se torna uma prática de grande

importância, pois, por meio dele pode-se transformar um elemento da biodiversidade em um recurso genético com valor econômico. Sacha inchi é um dos importantes componentes da biodiversidade amazônica e merece especial atenção para que pelo melhoramento venha disponibilizar genótipos superiores para a agricultura.

Para se efetuar o melhoramento é preciso conhecer a variabilidade genética de uma população base, dos caracteres em estudo, a qual pode ser estudada estimando parâmetros genéticos nos testes de progênies em delineamentos experimentais. A estimativa dos elementos da variação genética, fenotípica e ambiental a partir do teste de progênies nos permite fazer inferências sobre a população, delinear o avanço do programa de melhoramento e ainda definir sobre a viabilidade da continuidade do programa. A estimativa de parâmetros como a herdabilidade auxilia também o melhorista em decisões quanto a usar uma maior ou menor intensidade de seleção para os caracteres em determinada fase do programa de melhoramento ou mesmo quais as características podem ser seccionadas nas fases iniciais e avançadas do programa.

Alguns trabalhos demonstram que há uma variabilidade considerável para germinação e vigor de sementes de diferentes espécies vegetais. Em populações de *Stylosanthes guianensis* foi observada a existência de ampla variabilidade para dormência das sementes (PATERNIANI; MARTINS, 1979). Em *Astrocaryum aculeatum* foi encontrada variação na porcentagem de germinação comparando diferentes procedências (RAMOS *et al.*, 2011). Na avaliação de progênies de *Passiflora edulis* foi observada ampla variabilidade para as variáveis: germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica (FREITAS, 2009). No estudo de germinação em *Jatropha ribifolia* foi encontrada variabilidade genética significativa para a seleção de plantas superiores (AMARAL *et al.* 2012).

Os estudos de estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres de germinação em espécies em processo de domesticação como sachá inchi permitem inferir sobre a sua variabilidade genética e facilitam a domesticação, o melhoramento e a conservação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estimar parâmetros genéticos em *Plukenetia volubilis* com base em caracteres de germinação de sementes.

2.2 Objetivos Específicos

Descrever o tipo de germinação de sementes de *Plukenetia volubilis*.

Estudar a variabilidade genética de *Plukenetia volubilis* com base em caracteres de germinação de sementes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Caracterização da espécie

A espécie popularmente conhecida como sacha inchi pertence à Ordem Euphorbiales, família Euphorbiaceae, gênero *Plukenetia* e apresenta nome científico *Plukenetia volubilis* L.

A família Euphorbiaceae se destaca pelas suas espécies que apresentam valores econômicos, como é o caso da seringueira, mamona e mandioca (JOLY, 1976).

A espécie *P. volubilis* é nativa da floresta Amazônica e seu centro de origem está em 4 países, são eles: Peru, Colômbia, Venezuela e Brasil (CÉSPEDES, 2006). No Brasil esta espécie é conhecida também como amêndoa lopo. Esta planta é classificada como um arbusto, perene, hermafrodita e apresenta distribuição nas regiões tropicais com altitude variando de 200 a 1500 metros (GUILLÉN, 2003).

Sacha inchi pode atingir altura média de 2 metros e para seu desenvolvimento necessita de apoio para ter uma evolução adequada. É uma planta trepadeira, semilenhosa de altura indeterminada, suas folhas tem coloração verde escuro e formato oval-elípticas variam de 9 a 16 cm de comprimento e 6 a 10 cm de largura. A sua inflorescência é composta com flores pequenas em rácimo (Figura 1).



Figura 1. Flor de *Plukenetia volubilis*.

Fonte. <http://proyectosachainchi.galeon.com>

Seu fruto é uma cápsula medindo 3 a 5 cm de diâmetro contendo 4 locus, e 1 semente dentro de cada locu. Existem alguns frutos que variam o número de locus de 4 a 7 (Figura 2 e 3) (CÉSPEDES, 2006). Os frutos quando na fase imatura apresentam tamanho de 3 a 5 cm de

diâmetro na coloração verde, entretanto quando os frutos estão maduros mudam a sua coloração passando a apresentar cor marrom escura (Figura 4) (CIED, 2007).



Figura 2 – Fruto de *Plukenetia volubilis* de 4 lóculos.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.



Figura 3 – Fruto de *Plukenetia volubilis* de 5 lóculos.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.

O início da floração de sachá inchi ocorre entre 86 e 139 dias após a sementeira e a frutificação ocorre entre 119 e 182 dias após o transplante (MANCO, 2003). A maturidade dos frutos é alcançada quando a planta atinge período de 7 a 8 meses, isso validado para condições de cultivo. Depois da primeira colheita, a planta não interrompe a produção e a próxima colheita pode ser efetuada dentro de 20 a 25 dias por até 10 anos (CÉSPEDES, 2006).

As sementes tem formato lenticular (Figura 5) e permanecem dentro dos lóculos das cápsulas, apresentando largura de 1,5 a 2 cm e 0,7 a 0,8 de espessura. O peso de cada semente pode variar de 0,8 a 1,4g com percentual de 33 a 35% de casca e 65 a 67% da amêndoa (CAI, 2011; FOLLEGATTI ROMERO, 2007).



Figura 4 – Fruto maduro de *Plukenetia volubilis*.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.



Figura 5 – Sementes de *Plukenetia volubilis*.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.

A espécie apresenta bom desenvolvimento em diferentes temperaturas, no intervalo de 10 a 36°C, quando há níveis superior ao máximo (36°C) pode ocasionar queda de flores, assim como frutos recém-formados. Com relação a luminosidade a espécie necessita de longos períodos para completar o seu ciclo de crescimento quando submetida a baixas intensidades de luz, no caso de sombra excessiva a floração tende a diminuir, conseqüentemente a produção irá diminuir (CÉSPEDE, 2006).

Sacha inchi requer constante disponibilidade de água, para tanto, a irrigação é necessária nos períodos secos. Períodos prolongados de seca ou baixa temperatura causam crescimento lento e difícil. Já o excesso de água pode causar danos à planta e ocasionar a proliferação de doenças. A planta apresenta adaptabilidade em diferentes tipos de solos, desenvolve-se bem em solos ácidos (CÉSPEDES, 2006).

3.2 Parâmetros genéticos em estudos de variação genética

A estimativa de parâmetros genéticos é de grande relevância para auxiliar o avanço dos programas de melhoramento genético. Cruz (2005) relatou que valor baseado nas médias e nas variâncias possibilita obter estimativas de parâmetros genéticos para análise da potencialidade de populações para fins de melhoramento, como ainda, estabelecer estratégias eficazes de seleção.

Estimar parâmetros genéticos é fundamental por possibilitar a identificação na natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos, e também, permite avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para alcançar ganhos genéticos e a conservação de uma base genética (CRUZ; CARNEIRO, 2009).

A **variância genética aditiva** é a causa principal da semelhança entre os parentes (FALCONER, 1989) e mede o que vai ser expresso na próxima geração independentemente das combinações alélicas. A partir dela pode-se obter herdabilidade em sentido restrito que indica o que pode ser rapidamente selecionado (FERREIRA, 2006). **Herdabilidade no sentido restrito** é a proporção da variabilidade observada em razão dos efeitos aditivos dos genes, ou seja, a proporção da variância genética aditiva na variância fenotípica (BORÉM; MIRANDA, 2009). No entanto para estimar variância genética aditiva e herdabilidade em sentido restrito, depende-se de populações e modelos adequados para que se tenha boa acurácia.

Outros parâmetros genéticos, tais como, variância genética total, coeficiente de variação genético, coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, coeficiente b e correlações genéticas são importantes e auxiliam no conhecimento da variabilidade da população base.

A **variância genética total** é a variação dos valores genéticos dos indivíduos em uma população e a partir de seu cálculo é possível obter também o **coeficiente de variação genético**. Este último, por sua vez, é indicado como componente considerado importante para o estudo da estrutura genética de uma população (KAGEYAMA, 1980), por expressar a quantidade de variação genética entre progênes e, também pode direcionar para a estimativa de ganhos genéticos (FALCONER, 1989). A **herdabilidade no sentido amplo** é a proporção genética da variabilidade total, ou seja, a proporção da variância genética total na variância fenotípica (BORÉM; MIRANDA, 2009). A herdabilidade pode ser definida também como a proporção relativa das influências genéticas e ambientais na manifestação fenotípica dos caracteres, indicando, assim, o grau de dificuldade ou facilidade para programas de melhoramento (RESENDE, 2002). A estimativa da herdabilidade mostra a confiabilidade que o valor fenotípico representa o valor genotípico, determinando a proporção do ganho obtido com a seleção (FALCONER, 1989).

Borém e Miranda (2009) relacionam os fatores que podem afetar a herdabilidade: a característica, o método de estimação, a diversidade da população, o nível de endogamia da população, o tamanho da amostra, o número e o tipo de ambientes considerados, a unidade experimental considerada e a precisão tanto na condução do experimento quanto na coleta de dados.

O **coeficiente b** é um dos indicadores de sucesso em um programa de melhoramento, e expressa a razão entre coeficiente de variação genético e coeficiente de variação ambiental (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Correlação é uma medida da intensidade de associação entre duas variáveis, ou uma medida de grau de variação conjunta de duas variáveis, podendo ser positiva ou negativa, quando ocorre aumento nas duas variáveis ou acréscimo de uma e decréscimo de outra, respectivamente (STEEL; TORRIE, 1980).

O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância nos trabalhos de melhoramento vegetal, principalmente se um dos caracteres apresenta baixa herdabilidade, e ou problemas para identificação e avaliação. Desta forma, a seleção correlacionada com um caráter de alta herdabilidade e de fácil mensuração pode ser mais conveniente e conduzir progressos mais rápidos no melhoramento (CRUZ; REGAZZI, 1994).

O melhoramento de uma população para qualquer característica é o resultado do **ganho de seleção**, que depende do diferencial de seleção, que é a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Desta forma, em um procedimento de

seleção, quanto maior for a pressão de seleção, maior será o diferencial e, como consequência disso, o progresso genético (PATERNIANI; MIRANDA FILHO, 1987).

As populações de melhoramento, ou populações selecionadas, formam o conjunto de plantas selecionadas, isso inclui, progênies e clones, que o melhorista manipula para promover o melhoramento genético (RESENDE; BARBOSA, 2005).

Os ganhos genéticos podem ser obtidos por determinada estratégia de melhoramento, constituindo uma das mais importantes contribuições da genética quantitativa para o melhoramento de plantas (MARTINS, 1999).

A variação genética dentro de populações, por meio de estudos da análise de caracteres quantitativos em testes de progênies, é de suma importância, pois permite determinar a variação genética adaptativa que pode responder às variações ambientais ou podem ser exploradas em programas de melhoramento. Em se tratando de conservação genética, um elevado coeficiente de herdabilidade para um caráter adaptativo, indica que este tem alto controle genético e que a população tem variabilidade genética suficiente para manter-se sob a seleção natural emitida pelo ambiente (HAMRICK, 2004), e também, se tratando de melhoramento genético, pode ser explorada pela seleção artificial em programas de melhoramento genético. Desta forma, a estimativa de parâmetros genéticos como coeficientes de variação genética e herdabilidade é importante para conhecer o potencial evolutivo de uma população, tanto para conservação como melhoramento genético das espécies vegetais.

3.3 Teste de progênies

A princípio, o teste de progênies é considerado instrumento importante para o trabalho do melhorista. Tem sido utilizado na estimativa de parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, quando busca avaliar a grandeza e a natureza da variância genética disponível, com objetivo de quantificar e maximizar os ganhos genéticos, utilizando-se procedimentos de seleção adequada (COSTA *et al.*, 2006).

Os testes de progênies em condições de campo são realizados para conhecer a variação genética existente dentro e entre as progênies a partir de estudos da genética quantitativa, onde são estimados os parâmetros genéticos para determinados caracteres. O teste de progênies é importante, pois é através dele que há possibilidade de estabelecer estratégias de conservação e produção de sementes melhoradas (BALERONI, 2003).

A realização de testes de progênies está relacionada para se estimar valores genéticos de matrizes e a classificação de matrizes a partir de resultados obtidos em suas progênies (ROUTSALAINEN; LINDGREEN, 1998).

A utilização do teste de progênies ocorre quando se deseja testar a superioridade que visualmente determinado indivíduo apresenta. Através deste teste, há possibilidade de saber se certo indivíduo, aparentemente superior, é devido à sua constituição genética ou se é devido à condição ambiental que o favorece (ASSIS, 1996).

A variabilidade genética natural das populações, em nível de espécies, procedências e progênies, é a principal fonte de variação genética explorada pelos melhoristas em programas de melhoramento genético. Desta forma, é necessária a instalação de ensaios com populações bases constituída de progênies com grande variabilidade genética, para garantir uma seleção adequada e ganhos genéticos para as futuras gerações e o avanço do melhoramento (LOPEZ, 1994).

A variância aditiva se destaca porque expressa o grau de similaridade entre os indivíduos aparentados, portanto, é um parâmetro que delimita a covariância entre esses indivíduos. Assim, torna-se uma ferramenta muito importante em estudos ou pesquisas envolvendo testes de progênies, pelo qual se baseiam na covariância existente entre o material em estudo avaliado e o material genético repassado para novos ciclos de melhoramento ou para comercialização (CRUZ; CANEIRO, 2009).

3.4 Germinação

A germinação é um processo biológico, desenvolvido por sequência bioquímica, morfológica e fisiológica que resulta na retomada do crescimento do embrião da semente, seguidamente, com emergência da radícula (BEWLEY; BLACK, 1994).

Para pesquisas de germinação, Borghetti e Ferreira (2004) afirmaram que o processo de germinação não é apenas o desenvolvimento das partes área e radicular, mas também a velocidade que a muda se desenvolve desde a semente, fator este que contribui consideravelmente na emergência da plântula. Portanto, não são somente as porcentagens finais de germinação que interessam, mas também a velocidade de germinação é fundamental para que ocorra a identificação inicial dos melhores genótipos.

O processo germinativo pode ser influenciado por fatores externos ou internos, sendo que estes podem ocorrer de forma individual ou conjuntamente (NASSIF *et al.*, 1998). Os principais fatores ambientais que afetam a germinação de sementes são oxigênio, temperatura,

luz e água, sendo a água o fator que tem mais influência sobre a germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A absorção da água pelas sementes colabora com o enfraquecimento do tegumento, intensifica a atividade respiratória e induz a síntese de enzimas e hormônios. Desta forma, modifica a estrutura e propriedades da parede celular do embrião, aumentando o volume da semente, entrando nos tecidos adjacentes, rompendo o tegumento, em seguida, a emissão da radícula (BEWLEY; BLACK, 1994).

A temperatura influencia a germinação de forma generalizada, conseqüentemente, irá afetar a velocidade de germinação, velocidade de absorção de água e reações bioquímicas que determinam o processo germinativo (BASKIN; BASKIN, 1998). Este fator está relacionado com a ecologia de cada espécie, sendo assim, a germinação de sementes irá ocorrer dentro de uma temperatura ou faixa de temperatura ideal. Vale ressaltar que toda espécie tem seu intervalo ótimo de temperatura para germinar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A luz também exerce função importante no processo de germinação. De acordo com Nassif *et al.* (1998), um fator que influencia a germinação de sementes é luz, pois as sementes de algumas espécies germinam sob extrema exposição a luz, outras, porém sob breve exposição, mas ainda existem aquelas que são indiferentes à luminosidade. Para Carvalho e Nakagawa (2000), a luz é apenas um fator de quebra de dormência, para o processo germinativo a luz não exerce efeito. Em sementes sensíveis à luz, a germinação acontece pela quebra de dormência realizada pela luz, mas após a quebra por este fator, a germinação irá acontecer tanto na presença como na ausência de luz.

Os estudos sobre a morfologia dos estádios de desenvolvimento de plântulas abordam a classificação da germinação, em relação à posição dos cotilédones quanto ao nível do solo. A germinação é denominada de epígea, quando os cotilédones se elevam acima do nível do solo, e hipógea, quando permanecem enterrados até o final do processo de formação da plântula (CARVALHO; NAKAWA, 2012). As plântulas podem ser classificadas em fanerocotiledonar ou criptocotiledonar e se referem à liberação ou não dos cotilédones do tegumento da semente. Nas plântulas fanerocotiledonares os cotilédones saem por completo do tegumento, e nas criptocotiledonares estes permanecem envolvidos pelo tegumento (DUCKE, 1965).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Instalação dos Experimentos

Local dos Experimentos

Os experimentos foram desenvolvidos no setor de plantas medicinais e horticultura da Embrapa Amazônia Ocidental localizada no município de Manaus, no Estado do Amazonas, nas coordenadas geográficas 3°8' S e 59°52'W.

Material Vegetal

As progênies originaram de 25 subamostras do banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental. As sementes foram cedidas para a realização deste trabalho.

Germinação

Foram realizados dois experimentos, o primeiro com semeio em 10/12/2011 e o segundo em 25/07/2012, em casa de vegetação com 70% de sombreamento (Figura 6) e irrigação duas vezes ao dia. Não realizou-se controle de temperatura e umidade do ar dentro da casa de vegetação de ambos experimentos. As sementes foram posicionadas com hilo para baixo a uma profundidade de 1 cm, em bandejas de isopor com 72 células, contendo substrato comercial Vivato, cuja composição é: casca de pinus bioestabilizada, vermiculita, carvão vegetal moído, água, espuma fenólica. O pH do substrato foi de $5,6 \pm 0,5$, umidade = 48%, densidade = 260 kg/m³, fertilizante = 1,50% e corretivo = 0,20%. Os dados meteorológicos do período de realização do experimento encontram-se no Quadro 1.



Figura 6. Casa de vegetação e distribuição das bandejas.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012

Quadro 1. Dados meteorológicos dos meses de realização do primeiro experimento (meses de dezembro de 2011 e janeiro de 2012) e do segundo experimento (julho e agosto de 2012). Manaus, AM. 2012.

2011/Meses	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	Dias de chuva	Evaporação (mL)	Insolação (hora)	Vento (m/s)
	Média da Máxima	Média da Mínima	Média						
Dezembro	31,3	20,4	25,9	89,0	198,0	15	57,9	122,3	0,5
2012/meses									
Janeiro	30,5	20,2	25,3	92,7	466,1	23	39,3	59,9	0,48
Julho	32,9	22,8	27,8	83,9	130,0	15	62,2	173,9	0,45
Agosto	34,2	22,6	28,4	81,5	138,3	13	71,6	183,2	0,45

FONTE: Estação meteorológica da Embrapa Amazônia Ocidental. Estação Km 29, AM-010.

Os dois experimentos foram instalados no delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo 25 subamostras de *P. Volubilis* do banco de germoplasma da Embrapa CPAA, em quatro repetições de cinco sementes por parcela. *P. Volubilis* é uma espécie amazônica com dificuldade de obtenção de grande número de sementes em um mesmo período e este foi um fator limitante para aumentar o número de plantas por parcela. Devido a isto foram realizados dois experimentos em épocas diferentes para que a idade da semente não interferisse na germinação.

Características avaliadas

Para avaliar o efeito dos tratamentos na qualidade da semente e no desempenho das plântulas, foram utilizados os seguintes testes:

Porcentagem de Germinação (PG) - A contagem das plântulas foi realizada, em intervalos de dois dias do 13º ao 31º dia após a semeadura e apresentada em porcentagem. Considerou-se plântula emersa, aquela com parte do hipocótilo visível fora do substrato.

Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) - a primeira contagem de emergência foi realizada aos 15 dias após a semeadura, quando se verificou uniformidade de emergência (hipocótilo acima do substrato) em todos os tratamentos e foi apresentada em porcentagem. As plântulas normais são caracterizadas por apresentar todas as estruturas essenciais completas, sadias e proporcionais ou danificações que não comprometam seu desenvolvimento; essas plântulas têm potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de Emergência (IVE) - efetuando contagem de emergência das plântulas diariamente após o início da semeadura, e à porcentagem final de emergência, tendo sido realizadas contagens até 31 dias após a semeadura. Para o cálculo de IVE, utilizou-se a equação $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$, em que E1, E2...En representam o número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda,..., última contagem, e N1, N2, ...Nn representam o número de dias da semeadura à primeira, segunda..., última contagem (NAKAGAWA, 1994).

Diâmetro do Coleto (DC) - foi avaliada a medida do diâmetro (mm) com auxílio de um paquímetro, semanalmente, dos 22 aos 38 dias após a semeadura.

Altura do Hipocótilo (AH) - foi avaliada altura (cm) do hipocótilo das plântulas com auxílio de uma régua, semanalmente, dos 22 aos 38 dias após a semeadura.

Altura da Plântula (CP) - foi avaliado o comprimento (cm) da parte aérea das plântulas com auxílio de uma régua, semanalmente, dos 29 aos 38 dias após a semeadura.

Peso de 100 sementes - o peso de cem sementes frescas (g) também foi realizado, utilizando-se quatro repetições de 100 sementes.

4.2. Análises estatísticas e genéticas

Análises de variância

As análises de variância foram realizadas com auxílio do aplicativo computacional em genética e estatística, Programa Genes, versão 2009, 7.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (CRUZ, 2006).

Dados de percentagem para fins de análise estatística foram transformados para $\arcsen \sqrt{x/100}$, segundo a expressão proposta por Snedecor (1945).

Análise de variância individual

As análises estatísticas para os caracteres estudados foram realizadas no delineamento inteiramente casualizado, conforme o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}$$

em que

Y_{ij} = valor observado do i -ésimo tratamento, na j -ésima repetição;

μ = média geral do ensaio;

G_i = efeito do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2, \dots, g$), com $g=25$; sendo $G_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$;

ε_{ij} = erro aleatório associado à observação Y_{ij} , sendo $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

O esquema de análise de variância individual encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Esquema de análise de variância individual.

Fonte de variação	GL	QM	E(QM)	F
Tratamentos	$(g-1)$	QMP	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$	QMT/QMR
Resíduo	$g(r-1)$	QMR	σ_e^2	

Onde:

σ_e^2 = variância do erro experimental entre parcelas;

σ_g^2 = variância genética entre progênies;

r = número de repetições;

g = número de progênies.

Análise de variância conjunta

A análise conjunta para os dois experimentos foi realizada conforme o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = valor observado do i-ésimo tratamento, no j-ésimo ambiente e na k-ésima repetição;

μ = média geral dos ensaios;

G_i = efeito do i-ésimo tratamento ($i = 1, 2, \dots, g$); sendo $G_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$;

A_j = efeito do j-ésimo ambiente ($j = 1, 2, \dots, a$); sendo $A_j \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$;

GA_{ij} = efeito da interação do i-ésimo tratamento com o j-ésimo ambiente; sendo $GA_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$; e

ε_{ijk} = erro aleatório associado a observação Y_{ijk} ; sendo $\varepsilon_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

No referido modelo todos os efeitos foram considerados aleatórios.

O esquema da análise de variância conjunta encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Esquema da análise de variância conjunta para os g tratamentos nos a ambientes (época de semeadura).

Fonte de Variação	GL	QM	E(QM)	F
Ambiente (A)	(a - 1)	QMA	$\sigma_e^2 + g\sigma_{r/a}^2 + gr\sigma_a^2$	QMA/QMB
Tratamentos (T)	(g - 1)	QMP	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ga}^2$	QMP/QMTxA
T x A	(g - 1)(a - 1)	QMPxA	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ga}^2$	QMPxA/QMR
Resíduo	a(r - 1)(g - 1)	QMR	σ_e^2	

Onde:

σ_e^2 = variância do erro experimental entre parcelas;

σ_a^2 = variância genética entre ambientes (época de semeadura);

σ_g^2 = variância genética entre progênies;

σ_{ga}^2 = variância genética da interação progênies x (época de semeadura);

r = número de repetições;

g = número de progênies;

a = número de ambientes (experimentos);

Estimativas de parâmetros genéticos

A partir das análises de variância foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: variâncias genéticas e fenotípicas, 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 e Regazzi (1994).

Comparação entre médias

As médias foram comparadas por meio do teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Tipo de Germinação

Os estádios sequenciais da emergência do hipocótilo em substrato e desenvolvimento da parte aérea da plântula estão ilustrados nas Figuras sete a 13. O início da emergência é caracterizado pela emissão da curvatura do hipocótilo, o qual tem coloração verde (Figura 7) e variou de sete a 30 dias após a sementeira ($\bar{x} = 18,5$ dias). Com um tempo de dois dias após emergência do hipocótilo, a maioria dos cotilédones recobertos por um tegumento escuro é elevado acima da superfície do substrato, devido a curvatura do eixo hipocótilo estar se desfazendo pela exposição à luz solar (Figura 8). Também foi observado que algumas plântulas ao emitir os cotilédones para fora do substrato não mantiveram os tegumentos escuros, os quais permaneceram no substrato e os cotilédones foram emitidos envoltos por tecido endospermático, de coloração branca (Figura 9). Aproximadamente de quatro a seis dias após a emergência do hipocótilo, o tegumento escuro que recobre o cotilédone se desprende e as folhas cotiledonares (protófilos) avançam o seu desenvolvimento (Figura 10).

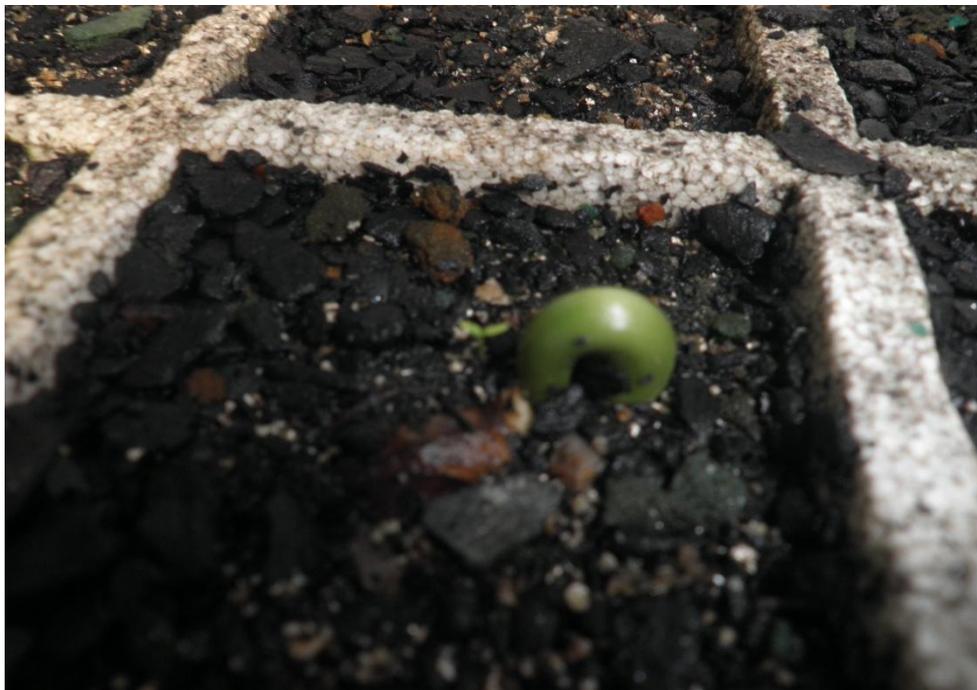


Figura 7. Curvatura do hipocótilo no início da emergência da plântula de *Plukenetia volubilis*.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.



Figura 8. Cotilédone elevado acima do substrato aos dois dias após a emergência do hipocótilo com o tegumento escuro em *Plukenetia volubilis*.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.



Figura 9. Cotilédone elevando-se acima do substrato aos dois dias após a emergência do hipocótilo sem o tegumento escuro em *Plukenetia volubilis*.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.



Figura 10. Desenvolvimento dos protófilos de *Plukenetia volubilis*.
Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.

As folhas cotiledonares se abriram, ficaram livres dos cotilédones e totalmente formadas entre 9 a 10 dias após a emergência do hipocótilo e, neste período notou-se também o início do desenvolvimento do primeiro par de folhas normais (Figura 11). Em alguns casos, o tecido endospermático (coloração branca) permaneceu nas folhas cotiledonares e, as mesmas não se abriram, no entanto também notou-se o início do desenvolvimento do primeiro par de folhas normais nesta fase (Figura 12). A plântula com as folhas cotiledonares abertas, primeiro par de folhas desenvolvido e hipocótilo reto foi observada de 11 a 12 dias após a emergência do hipocótilo (Figura 13).

O tipo de germinação de *P. volubilis* é epígea, pois os cotilédones se elevam acima do nível do solo (ANDRADE; DAMIÃO FILHO, 1989; OLIVEIRA, 1993; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012) e fanerocotiledonar porque os cotilédones ficam totalmente livres do tegumento (DUCKE, 1965).

O desenvolvimento total da plântula no experimento com semeio em 10/12/2011 variou de 19 a 41 dias e no experimento com semeio em 25/07/2012 a variação foi de 25 a 42 dias após a sementeira. Para espécies da mesma família como *Jatropha ribifolia* foi encontrada duração da germinação e desenvolvimento da plântula jovem variando de 10 a 35 dias (LYRA *et al.*, 2012) e para *J. curcas* de 15 a 30 dias (NUNES *et al.*, 2009).



Figura 11. Abertura das folhas cotiledonares livres de endosperma e início do desenvolvimento do primeiro par de folhas em *Plukenetia volubilis*.

Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.



Figura 12. Folhas cotiledonares com remanescente de endosperma e início de desenvolvimento do primeiro par de folhas em *Plukenetia volubilis*.

Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.



Figura 13. Plântula de *Plukenetia volubilis* com o hipocótilo reto e o primeiro par de folhas definitivas em desenvolvimento.

Fonte: S. A. G. Oliveira, 2012.

5.2 Análises estatísticas e genéticas

Foi realizada análise de variância conjunta para os caracteres em estudo Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP), uma vez que a razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo nas análises individuais para cada caráter estudado foi menor que sete, o que, segundo Pimentel-Gomes (1991), permite a realização da análise conjunta.

Nas análises de variância individual e conjunta dos experimentos para PG, IVE e PCP, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos, indicando que as progênies possuem variabilidade genética para os caracteres em estudo (Tabelas 3, 4 e 5). Na análise conjunta verificou-se efeito significativo de época de semeadura decorrente de alterações nas médias das progênies do primeiro e do segundo experimento. Também foi verificado efeito significativo para a interação genótipo x época de semeadura, indicando resposta diferencial das progênies em função da época. Essa interação pode ser devida a diferenças nas condições climáticas das épocas de avaliação que caracterizam ambientes diferentes no Estado do Amazonas, dezembro de 2011 e janeiro de 2012 (experimento com semeio em 10/12/2011) período com temperaturas menores e maior umidade relativa do ar, chamado “inverno” no

Estado do Amazonas e a outra época que foi agosto e setembro de 2012 (segundo experimento, com semente em 25/07/2012), caracterizada como “verão” período com temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar. Caracteres de germinação de sementes podem mudar de acordo com a época de semeadura (PEREIRA; PEREIRA; FRAGA, 2000) fator que deve ser considerado no planejamento de produção de sementes.

Tabela 3. Quadrados médios (QM) da análise do experimento com semente em 10/12/2011 e parâmetros genéticos para os caracteres de Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) de sementes de subamostras de *Plukenetia volubilis*. Manaus, Amazonas, 2012

FV	GL	QM		
		PG	IVE	PCP
Tratamento	24	0,058*	0,050*	0,223*
Resíduo	75	0,031	0,004	0,127
Média T		1,483	0,577	1,109
σ^2_g		0,006	0,0116	0,033
CV _g (%)		5,177	18,619	13,803
CV _e %		12,269	11,286	32,293
h ² (%)		41,591	91,587	42,223
CV _g /CV _e		0,422	1,650	0,427

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Média T: média dos dados transformados; σ^2_g : variância genética; CV_g (%): coeficiente de variação genética; CV_e (%): coeficiente de variação ambiental; h²: coeficiente de herdabilidade sentido amplo; CV_g/CV_e: índice “b”.

Tabela 4. Quadrados médios (QM) da análise do experimento com semente em 25/07/2012 e parâmetros genéticos para os caracteres de Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) de sementes de subamostras de *Plukenetia volubilis*. Manaus, Amazonas, 2012

FV	GL	QM		
		PG	IVE	PCP
Tratamento	24	0,110*	0,018*	0,227*
Resíduo	75	0,028	0,001	0,127
Média T		1,5107	0,343	1,197
σ^2_g		0,004	0,004	0,0246
CV _g (%)		4,095	18,727	13,094
CV _e %		11,289	12,731	29,932
h ² (%)		34,482	89,642	43,356
CV _g /CV _e		0,362	1,471	0,437

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Média T: média dos dados transformados; σ^2_g : variância genética; CV_g (%): coeficiente de variação genética; CV_e (%): coeficiente de variação ambiental; h²: coeficiente de herdabilidade sentido amplo; CV_g/CV_e: índice “b”.

Tabela 5. Quadrados médios (QM) da análise conjunta dos experimentos e parâmetros genéticos para os caracteres de Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) de sementes de subamostras de *Plukenetia volubilis*. Manaus, Amazonas, 2012

FV	GL	QM		
		PG	IVE	PCP
Tratamento	24	0,053*	0,037*	0,259*
Ambiente	1	0,038 ^{ns}	2,730*	0,387 ^{ns}
Trat x Amb	24	0,052*	0,031*	0,192*
Resíduo	150	0,031	0,003	0,128
Média T		1,496	0,460	1,153
σ^2_g		0,001	0,001	0,009
CV _g (%)		1,721	5,716	8,093
CV _e (%)		11,781	12,051	31,068
h ² (%)		9,980	14,884	26,880
CV _g /CV _e		0,146	0,474	0,260

* Significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Média T: média dos dados transformados; σ^2_g : variância genética; CV_g (%): coeficiente de variação genética; CV_e (%): coeficiente de variação ambiental; h²: coeficiente de herdabilidade sentido amplo; CV_g/CV_e: índice “b”; Trat: tratamento; Amb: ambiente (época de semeadura).

Foi avaliado ainda Peso Fresco de Cem Sementes (P100) e para o segundo experimento com semeio em 25/07/2012, adicionalmente aos caracteres já discutidos anteriormente foram avaliados os caracteres: Diâmetro do coleto (DC), Altura do Hipocótilo (AH) e Altura da Plântula (AP). Foi observada diferença significativa para os caracteres P100, DC e AH (Tabela 6).

Tabela 6. Quadrados médios (QM) e parâmetros genéticos da análise do Peso Fresco de Cem Sementes (P100) e dos caracteres do Experimento com semeio em 25/07/2012: Diâmetro do coleto (DC), Altura do Hipocótilo (AH) e Altura da Plântula (AP) de subamostras de *Plukenetia volubilis*. Manaus, Amazonas, 2012

FV	GL	QM			
		DC	AH	AP	P100
Tratamento	24	0,243*	6,349*	172,563 ^{ns}	473,212*
Resíduo	75	0,123	2,780	159,534	21,793
Média T		4,178	12,534	40,379	105,693
σ^2_g		0,0230	0,892	3,258	112,855
CV _g (%)		4,141	7,537	4,470	10,051
CV _e %		8,393	13,302	31,280	4,417
h ² (%)		49,341	56,219	7,551	95,395
CV _g /CV _e		0,494	0,567	0,143	2,276

* Significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Média T: média dos dados transformados; σ^2_g : variância genética; CV_g (%): coeficiente de variação genética; CV_e (%): coeficiente de variação ambiental; h²: coeficiente de herdabilidade sentido amplo; CV_g/CV_e: índice “b”.

Os maiores coeficientes de variação foram obtidos para os caracteres e AP. Para os demais caracteres, os valores obtidos foram baixos (Tabelas 3, 4, 5 e 6). Considerando-se a experimentação, estes valores indicam boa precisão experimental, que se traduz em confiabilidade nos resultados apresentados.

O CVg variou de 4,095 a 18,727 para os caracteres avaliados na análises de cada experimento (Tabelas 3, 4, 5 e 6). As estimativas do CVg são de suma importância para a estrutura genética de populações, por expressar a quantidade de variação existente entre os genótipos (FERRÃO *et al.*, 2008). Demonstrando, então, que a presença de variabilidade genética das progênies pode ser confirmada e quantificada pelo mesmo.

A maior importância da herdabilidade em estudos genéticos de caráter métrico, é o papel preditivo por expressar a confiança do valor fenotípico como guia genético ou o grau de correspondência entre os valores fenotípico e genético (FALCONER, 1989). Os valores de herdabilidade no sentido amplo oscilaram de 7,551 (AP) a 95,395 (P100) (Tabelas 3, 4, 5 e 6). A característica Altura de Planta com baixa herdabilidade não deve ser usada para seleção, uma vez que mais de 90% da variação encontrada para esta característica não é de natureza genética e quase não levaria a ganho genético no próximo ciclo. Caracteres como IVE e P100 nas análises individuais apresentaram altas herdabilidades e condições favoráveis à seleção. Os caracteres PG e PCP apresentaram herdabilidades medianas e desta forma a seleção considerando estes caracteres não pode ser rigorosa.

Uma vez que houve interação genótipo x ambiente foi realizado o teste de Scott Knot para as médias dos tratamentos em cada experimento e a seleção foi realizada considerando as análises individuais. Para porcentagem de germinação das 25 progênies avaliadas no experimento com semeio em 10/12/2011, apenas cinco foram inferiores estatisticamente, a progênie 5 com 90%, a 16, 6 e 4 com 85% e a progênie 7 com 80%. As progênies superiores, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 18, 15, 14, 11, 10, 3, 2 e 1 apresentaram 100% de germinação e as progênies 19, 17, 13, 12, 9 e 8 apresentaram 95% (Tabela 7). No experimento com semeio em 25/07/2012, as progênies superiores foram: 25, 24, 23, 22, 21, 19, 18, 17, 13, 11, 10, 8, 6, 4, 3, 2 e 1 com 100% de germinação e as progênies 16, 15, 12, 7 e 5 com 95% de germinação. As progênies inferiores foram a 9 (90%), 14 (85%) e a 20 (75%) (Tabela 8). Recomendou-se os genótipos superiores para cada época de avaliação. A característica apresentou herdabilidade mediana, desta forma não é recomendada alta intensidade de seleção, desta forma poucos genótipos podem ser eliminados na avaliação.

Tabela 7. Resultado do agrupamento realizado pelo teste Scott Knott nas médias do experimento com semeio em 10/12/2011 para as características: Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) avaliadas em *Plukenetia volubilis*. Manaus, Amazonas. 2012.

PG		IVE		PCP	
Tratamento	Média	Tratamento	Média	Tratamento	Média
25	100,0 a	1	0,750 a	24	100,0 a
24	100,0 a	19	0,730 a	19	90,0 b
23	100,0 a	2	0,668 b	3	90,0 b
22	100,0 a	18	0,663 b	25	85,0 b
21	100,0 a	3	0,658 b	11	85,0 b
20	100,0 a	11	0,650 b	6	85,0 b
18	100,0 a	23	0,645 b	18	80,0 b
15	100,0 a	9	0,643 b	14	80,0 b
14	100,0 a	24	0,635 b	1	80,0 b
11	100,0 a	10	0,635 b	20	75,0 c
10	100,0 a	25	0,633 b	13	75,0 c
3	100,0 a	14	0,613 c	10	75,0 c
2	100,0 a	13	0,608 c	8	75,0 c
1	100,0 a	20	0,595 c	2	75,0 c
19	95,0 a	17	0,588 c	17	70,0 c
17	95,0 a	22	0,585 c	16	70,0 c
13	95,0 a	8	0,575 c	23	65,0 c
12	95,0 a	21	0,565 c	9	65,0 c
9	95,0 a	15	0,553 c	7	65,0 c
8	95,0 a	16	0,513 d	4	60,0 d
5	90,0 b	6	0,475 d	22	55,0 e
16	85,0 b	4	0,405 e	21	55,0 e
6	85,0 b	7	0,390 e	5	40,0 e
4	85,0 b	12	0,340 e	15	35,0 e
7	80,0 b	5	0,324 e	12	35,0 e

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott.

Para Índice de Velocidade de Emergência das 25 progênies avaliadas no experimento com semeio em 10/12/2011, quatro foram inferiores estatisticamente, as progênies 4 (0,405), 7 (0,390), 12 (0,340) e 5 (0,324). Duas progênies se destacaram para IVE a 1 (0,750) e a 19 (0,730) (Tabela 7). No experimento com semeio em 25/07/2012, as progênies superiores foram: a 20 com 0,365, a 21 com 0,358, as progênies 15 e 2 com 0,353, as progênies 13, 12, 7, 4 e 1 com 0,348, as progênies 23 e 10 com 0,343, as progênies 24 e 3 com 0,338, a 17 com 0,330, a 19 com 0,328 e a 8 com 0,325. As progênies com menor desempenho foram a 22 (0,263) e a 9 (0,262) (Tabela 8). Sementes que germinam mais rapidamente em condições favoráveis produzem mudas vigorosas (GINWAL; GERA, 2000), então recomendou-se genótipos superiores pelo desempenho também em IVE. Se o objetivo for a produção de mudas e não houver interesse em fazer seleção em outros ciclos, sendo a característica IVE de

alta herdabilidade, para o ambiente com semeio em 10/12/2011, recomendou-se apenas as matrizes que deram origem às duas progênes superiores, 1 e 19 e para o ambiente com semeio em 25/07/2012 recomendou-se todas as 16 progênes superiores.

Tabela 8. Resultado do agrupamento realizado pelo teste Scott Knott nas médias do experimento com semeio em 25/07/2012 para as características: Porcentagem de Germinação (PG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Primeira Contagem em Porcentagem (PCP) avaliadas em *Plukenetia volubilis*. Manaus, Amazonas. 2012.

PG		IVE		PCP	
Tratamento	Média	Tratamento	Média	Tratamento	Média
25	100,0 a	20	0,365 a	20	100,0 a
24	100,0 a	21	0,358 a	12	100,0 a
23	100,0 a	15	0,353 a	17	95,0 a
22	100,0 a	2	0,353 a	13	95,0 a
21	100,0 a	13	0,348 a	2	95,0 a
19	100,0 a	12	0,348 a	23	90,0 a
18	100,0 a	7	0,348 a	21	90,0 a
17	100,0 a	4	0,348 a	15	90,0 a
13	100,0 a	1	0,348 a	16	85,0 a
11	100,0 a	23	0,343 a	10	85,0 a
10	100,0 a	10	0,343 a	7	85,0 a
8	100,0 a	24	0,338 a	3	85,0 a
6	100,0 a	3	0,338 a	1	85,0 a
4	100,0 a	17	0,330 a	4	80,0 a
3	100,0 a	19	0,328 a	24	75,0 a
2	100,0 a	8	0,325 a	14	75,0 a
1	100,0 a	5	0,322 b	8	75,0 a
16	95,0 a	25	0,318 b	19	70,0 b
15	95,0 a	6	0,318 b	9	70,0 b
12	95,0 a	18	0,313 b	6	70,0 b
7	95,0 a	14	0,313 b	18	65,0 b
5	95,0 a	16	0,300 b	25	60,0 b
9	90,0 b	11	0,288 b	11	55,0 b
14	85,0 b	22	0,263 c	22	50,0 b
20	75,0 b	9	0,262 c	5	40,0 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott.

Outra forma de medir a germinação rápida é a Primeira Contagem em Porcentagem (PCP). Das 25 progênes avaliadas no experimento com semeio em 10/12/2011, cinco foram inferiores estatisticamente, as progênes 22 e 21 com 55%, a 5 com 40% e as progênes 15 e 12 com 35% de PCP, e a progênie 24 se destacou para PCP com 100% (Tabela 7). No experimento com semeio em 25/07/2012, as progênes superiores foram: 12 e 20 com 100%, as progênes 2, 13 e 17 com 95%, as progênes 15, 21 e 23 com 90%, as progênes 1, 3, 7, 10 e 16 com 85%, a 4 com 80% e as progênes 8, 14 e 24 com 75%. A progênie com menor

desempenho foi a 5 com 40% para PCP (Tabela 8). Devido PCP ser uma característica de herdabilidade mediana, não recomendou somente as progênies inferiores citadas de cada experimento, uma vez que não se recomendou uma intensidade de seleção alta para a característica, ou seja recomendou-se a seleção de muitos indivíduos.

Para Altura da Plântula (AP) na avaliação realizada para o segundo experimento não houve diferença entre as médias dos tratamentos das progênies (Tabela 9). Para Diâmetro do Coleto (DC) e Altura do Hipocótilo (AH) por serem características de herdabilidade mediana não se recomendou uma seleção alta (poucos indivíduos selecionados), excluindo-se apenas as progênies inferiores: 9 (3,798) e 5 (3,698) para DC e 9 (11,750), 18 (11,285), 5 (11,250), 16 (11,033), 11 (10,205) e 22 (8,925) para AH.

Tabela 9. Resultado do agrupamento realizado pelo teste Scott Knott nas médias do Peso Fresco de Cem sementes (P100) e nas médias dos caracteres do experimento com semeio em 25/07/2012: Diâmetro do colete (DC), Altura do Hipocótilo (AH), Altura da Plântula (AP) avaliadas em *Plukenetia volubilis*. Manaus, Amazonas. 2012.

DC		AH		AP		P100	
Tratamento	Média	Tratamento	Média	Tratamento	Média	Tratamento	Média
19	4,717 a	14	14,443 a	7	51,025 a	7	118,203 a
10	4,469 a	24	14,275 a	19	50,475 a	2	116,688 a
12	4,459 a	13	13,660 a	20	50,350 a	19	116,510 a
22	4,437 a	15	13,618 a	1	48,800 a	5	116,375 a
24	4,410 a	23	13,610 a	10	48,175 a	14	115,070 a
7	4,385 a	19	13,583 a	16	46,350 a	12	114,860 a
14	4,370 a	12	13,565 a	14	46,288 a	6	114,600 a
2	4,370 a	20	13,090 a	8	44,513 a	10	114,528 a
21	4,273 a	3	13,050 a	11	42,720 a	13	112,355 b
4	4,269 a	7	12,883 a	4	41,675 a	1	111,828 b
18	4,266 a	25	12,875 a	25	40,625 a	11	111,533 b
15	4,217 a	10	12,800 a	23	40,000 a	8	110,698 b
25	4,181 a	21	12,735 a	15	39,420 a	24	110,448 b
8	4,137 b	17	12,668 a	22	39,363 a	23	109,845 b
13	4,137 b	4	12,583 a	2	39,350 a	25	105,625 b
3	4,097 b	6	12,500 a	21	38,950 a	22	104,950 b
20	4,093 b	2	12,490 a	24	38,150 a	9	102,165 c
6	4,058 b	1	12,275 a	17	37,295 a	3	101,733 c
23	3,971 b	8	12,190 a	6	34,125 a	17	97,305 d
1	3,949 b	9	11,750 b	18	33,670 a	21	95,900 d
17	3,943 b	18	11,285 b	12	33,075 a	20	92,983 d
11	3,913 b	5	11,250 b	13	33,025 a	4	92,573 d
16	3,844 b	16	11,033 b	9	31,375 a	18	89,610 e
9	3,798 c	11	10,205 b	5	30,625 a	16	83,650 f
5	3,698 c	22	8,925 b	3	30,050 a	15	82,300 f

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott.

5 CONCLUSÕES

O tipo de germinação observado em *Plukenetia volubilis* tem características epígea fanerocotiledonar com emergência curvada.

As matrizes de *P. volubilis* estudadas apresentaram variabilidade genética significativa para os caracteres de germinação de sementes (PG, IVE e PCP), indicando a possibilidade de seleção de plantas superiores.

Selecionar para os caracteres relacionados à germinação de sementes (PG, IVE, PCP, DC e AH) pode levar a ganhos genéticos no próximo ciclo, assim recomenda-se uma maior intensidade de seleção (menor proporção de indivíduos selecionados) para IVE por apresentar maior herdabilidade e intensidade de seleção mediana para as outras características (PG, PCP, DC e AH) por apresentarem herdabilidade mediana.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V.M.M.; DAMIÃO FILHO, C.F. Morfologia vegetal. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 59p.
- ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 189, p. 32-51, 1996.
- BALERONI, C.R.S. Comportamento de populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. procedentes de áreas com perturbação antrópica. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, Junho 2003.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. London: Academic Press, 1998. 625 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. Melhoramento de Plantas. 4ª edição. Viçosa: UFV, 2009.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.
- CAI, Z. Q. Shade delayed flowering and decreased photosynthesis, growth and yield of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) plants. *Industrial Crops and Products*. 34: 1235-1237, 2011.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Funep: Jaboticabal, 2000. 588p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 5.ed. 590p.

CÉSPEDES, I. E. I. M. Situación y avances Del cultivo de sachá inchi em El Peru. Cultivo de sachá inchi in Dirección de Investigación Agraria. INIA Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Estación Experimental Agraria “El Povenir” – Tarapoto. 2006.

CIED. Centro de Investigación Educación y Desarrollo. Cultivo Del Sachá inchi. Manual de Capacitación. Junin, Peru, 2007.

CLEMENT, C.R. Melhoramento de espécies nativas {Improvement of native species}. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Ingles, M.C. (Eds.). Recursos genéticos & melhoramento - plantas. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - Fundação MT, Rondonópolis, MT. pp. 423-441. 2001.

COSTA, R.B. RESENDE, M.D.V. de; Gonçalves, P. de S.; Rego, F.L.H. ; Contini, A.Z.; Roa, R.A.R. Genetic evaluation of *Hevea Brasiliensis*. *Floresta & Ambiente*, n 12, p. 08 – 14, 2006.

CRUZ, C. D. Princípios de genética quantitativa. Viçosa: UFV, 2005.

CRUZ, C.D. Programa GENES: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 2006.

CRUZ, C. D; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Vol. 2. Viçosa, UFV, 2009.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. Viçosa : UFV, 1994. 390p.

DUCKE, J.A. Keys for the identification of seedlings of some preeminent wood species in eight forest types in Puerto Rico. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Columbus, v.52, n.3, p.314-350, 1965.

FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. 3rd ed. New York: Longman Scientific and Technical, 1989. 438 p.

FERRÃO, R.G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.61-69, 2008.

FERREIRA, P. V. Melhoria de plantas. v.3: Estimação dos parâmetros genéticos. Maceió: EDUFAL, 2006.

FOLLEGATTI ROMERO, L. A. extração de óleo de Sacha inchi (i L.) com dióxido de carbono supercrítico. Dissertação de Mestrado, UNICAMP. 95p., 2007.

FREITAS, M.V.S. Qualidade fisiológica das sementes e parâmetros genéticos de progênies de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Norte Fluminense, Rio de Janeiro. 52p. 2009.

GILLESPIE, L. J. A synopsis of Neotropical Plukenetia (Euphorbiaceae) including two new species. _ Syst. Bot. 18: 575_592. 1993.

GILLESPIE, L. J. Pollen morphology and phylogenie of the tribe plukentiae (Euphorbiaceae). Annals of the Missouri botanical garden. 81:317-348, 1994.

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.286-97, 2000.

GUILLEN, M.D. et al. Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil by FTIR Spectroscopy and 1H NMR. Comparison with Linseed Oil. Journal of the American Oil Chemist Society, v.80, p.755-762, 2003.

HAMAKER, B.; VALLES, C.; GILMAN, R. Amino Acid and Fatty Acid Profiles of the Inca Peanut (*Plukenetia volubilis*) Cereal Chemic. v.6, p. 461-465, 1992.

HAMRICK, J. L. Response of forest trees to global environmental changes. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 197, p. 323-335, 2004.

JOLY, A. B. Botânica – Introdução à taxonomia vegetal. Ed nacional, São Paulo. 3ª edição, 1976.

KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden, Piracicaba, 1980. 125f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1980.

KRIVANKOVA, B.; POLESNY, Z.; LOJKA, B.; LOJKOVA, J.; BANOUT, J.; PREININGER, D. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae): A Promising Oilseed Crop from Peruvian Amazon. **Resumo**: Tropentag. Utilisation of diversity in land use systems: Sustainable and organic approaches to meet human needs. p.9-11, 2007.

LOPEZ, J.A. Nociones sobre mejoramiento genético forestal. Estratégias y selección de árboles superiores. **Informe Técnico Número 6**. INTA: EEA Balla Vista – Centro Regional Corrientes. 1994. 17p.

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

MANCO E. 2003. Situación y avances del cultivo de sachá inchi en el Perú. PRONIRGEB - INIEA. E. E. “El Provenir”, Juan Guerra – Tarapoto. 50 pp.

MARTINS, A. Seleção de plantas de propagação vegetativa - o caso tipo da videira. UTAD. In: Melhoramento Agrícola. p. 29. 1999.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim – do campo (*Pterogyne nitens*) influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. Revista Brasileira de Sementes. 1998.

NUNES, C. F.; SANTOS, D. N. dos; PASQUAL, M.; VALENTE, T. C. T. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, n.2, p.207-10, 2009.

OLIVEIRA, E.C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.175- 214.

PAIVA, J.R. et al. Índice multi-efeitos (BLUP) e estimativas de parâmetros genéticos aplicados ao melhoramento da acerola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.6, p.799–807, 2002.

PATERNIANI, E. & MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G. P. (coord.), *Melhoramento e Produção de Milho no Brasil*. 2ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987, p.217 – 265.

PATERNIANI, M.L.S.; MARTINS, O.S. Variabilidade genética da dormência de sementes em populações de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) SW. (Leguminosae-Papilionoideae). In: ESALQ, Instituto de Genética. Relatório científico, v. 13. Piracicaba. p.226-236,1979.

PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V.; FRAGA, A.C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 8, p.1653-1662, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F. Análise de grupos de experimentos. In : (Ed.). Curso de estatística experimental. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 1991. p. 168-197.

RAMOS, S.L.F.; MACEDO, J.L.V. de ; MARTINS, C.C.; LOPES, R. ; LOPES, M.T.G. . Tratamentos pré-germinativos e procedência de sementes do tucumã-do-amazonas para a produção de mudas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, p. 962-969, 2011.

RESENDE, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RESENDE, M.D.V.; BARBOSA, M.H.P. Melhoramento genético de plantas de propagação assexuada. Colombo: Embrapa Floresta, 2005. 975p.

ROUTSALAINEN, S., LINDGREEN, D. Predicting genetic gain of backward and forward selection in forest tree breeding. *Silvae Genetica*, v.47, n.1, p.42- 50, 1998.

SNEDECOR, G. W. *Métodos estatísticos*. Lisboa: Ministério da Economia, 469 pp. STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p, 1945.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 469p.