

Article

Caracterização Morfométrica de Frutos, Sementes, Plântulas e Emergência de Guaranazeiro (*Paullinia Cupana* Var. *Sorbilis* (Mart.) Ducke), em Diferentes Tipos de Substratos

Josué Pinheiro Machado¹, Emerson Dechechi Chambó², Maria Iraildes de Almeida Silva Matias³, Narjara Walessa Nogueira de Freitas⁴, Rômulo Magno Oliveira de Freitas⁵

¹ Doutorando em Ciências Agrárias. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. ORCID: 0000-0002-4618-666X. Email: josueagro95@gmail.com

² Doutor em Zootecnia. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. ORCID: 0000-0003-3507-3106. Email: chamboed@ufrb.edu.br

³ Doutora em Geologia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Valença. ORCID: 0000-0003-0287-4919. Email: maria.matias@ifbaiano.edu.br

⁴ Doutora em Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. ORCID: 0000-0002-6242-463X. Email: narjara.nogueira@ufersa.edu.br

⁵ Doutor em Fitotecnia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. ORCID: 0000-0002-2422-0118. Email: romulo.freitas@ifrn.edu.br

RESUMO

O Baixo Sul da Bahia é o maior produtor de guaraná do Brasil, com destaque para produção orgânica. A propagação sexuada pode ser uma alternativa para maior diversidade genética da espécie aumentando assim a resistência da cultura em campo. O objetivo da pesquisa foi realizar a caracterização morfométrica de frutos, sementes e plântulas da *Paullinia cupana*- var. *Sorbilis*, e sucessivamente avaliar qual o melhor substrato para emergência e desenvolvimento inicial de plântulas dessa espécie. Foram realizadas medidas de comprimento, largura, espessura, e peso dos frutos e sementes de *Paullinia cupana*- var. *Sorbilis*. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado e os tratamentos foram constituídos por quatro substratos: comercial, serragem, vermiculita e solo vegetal. Foram avaliados velocidade de emergência (VE), índice de emergência (IVE) e emergência acumulada (%). As características morfológicas das sementes e frutos foram fotografadas e analisadas utilizando o software *Image Processing and Analysis in Java* (ImageJ®). Foram descritas o desenvolvimento das plântulas, raízes principais, secundárias, hipocôtilo, metâfilos, e as características morfológicas externa das sementes e frutos. Os frutos de *P. cupana* apresentaram altas variações biométricas. As sementes apresentaram baixa variações biométricas. O substrato comercial e vermiculita possibilitaram os melhores índices de velocidade de emergência e emergência de plântulas de *P. cupana*. A morfometria de sementes, frutos e plântulas podem auxiliar em estudos de germinação, taxonomia e produção de mudas bem estruturadas morfologicamente.

Palavras-chave: Guaranaicultura; morfologia vegetal; sementes recalcitrantes.

ABSTRACT

The Lower South of Bahia is the largest producer of guarana in Brazil, with a focus on organic production. Sexual propagation can be an alternative for greater genetic diversity of the species, thus increasing the crop's resistance in the field. The objective of this research was to perform the morphometric characterization of fruits, seeds, and seedlings of *Paullinia cupana* var. *Sorbilis*, and subsequently evaluate the best substrate for emergence and initial seedling development of this species. Measurements of length, width, thickness, and weight of fruits and seeds of *Paullinia cupana* var. *Sorbilis* were taken. The experiment was conducted in a completely randomized design, and the treatments consisted of four substrates: commercial substrate, sawdust, vermiculite, and



Submissão: 22/09/2025



Aceite: 02/12/2025



Publicação: 19/12/2025



topsoil. Emergence speed (ES), emergence index (EI), and cumulative emergence (%) were evaluated. The morphological characteristics of the seeds and fruits were photographed and analyzed using the Image Processing and Analysis in Java (ImageJ®) software. The development of seedlings, main roots, secondary roots, hypocotyl, metaphylls, and the external morphological characteristics of seeds and fruits were described. *P. cupana* fruits showed high biometric variations. Seeds showed low biometric variations. The commercial substrate and vermiculite provided the best emergence speed and seedling emergence rates for *P. cupana*. The morphometry of seeds, fruits, and seedlings can aid in studies of germination, taxonomy, and the production of morphologically well-structured seedlings.

Keywords: Guaranaiculture; plant morphology; recalcitrant seeds.

Introdução

Nativo da Amazônia, o guaranazeiro vem ganhando destaque na exportação mundial e na produtividade agropecuária do país. A Região do Baixo Sul da Bahia contribui com a produção de aproximadamente 1.831 toneladas, gerando uma renda estimada de 24 mil reais, o que torna a produção da espécie uma importante fonte de renda na região (IBGE 2021).

As indústrias de refrigerantes e sucos são os maiores consumidores do produto, seguidas pelas indústrias de fármacos e cosméticos, que utilizam o guaraná como fonte de cafeína (Silva et al., 2020), teobromina e teofilina (Nina et al. 2021).

Em resposta a baixa diversidade genética da espécie, ocasionada pelos métodos de reprodução assexuada, a suscetibilidade a ataque de diversos patógenos, hospedeiros como tripés do guaranazeiro ou lacerdinha, que afetam severamente a produtividade da cultura, vem trazendo diversos danos econômicos para os produtores locais. Essa problemática ocorre devido a herbivoria de frutos, ramos e flores jovens, bem como pela disseminação dos esporos do fungo *fusarium decemcellulare* Brick, e pela antracnose (Gasparotto et al., 2020), o que dificulta o manejo orgânico da cultura.

A reprodução sexuada pode ser uma alternativa para a obtenção de mudas de qualidade de guaranazeiros, que poderão ser mais resistentes ao ataque patogênico, além de ser o método propagativo mais simples e econômico para os produtores.

Na reprodução por sementes ocorre recombinações dos genes quando as plantas matrizes são heterozigotas, os descendentes podem apresentar variabilidade genética diferente das plantas progenitoras (Fachinello et al. 2005; Canhoto 2016), o que pode resultar em mudas mais resistentes a fatores bióticos encontrados no campo.

Aliado aos problemas de armazenamentos, tem-se também como característica o longo período de emergência, que pode se estender de 70 até 150 dias após a semeadura. Nesse sentido, um substrato de qualidade exerce papel fundamental na produção de mudas, pois pode influenciar de forma marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas (Antunes et al. 2014), além de contribuir para a redução do tempo de exposição e dos custos na fase de viveiro.

A biometria e as características das sementes são de grande importância para o estudo de uma espécie, constituindo um parâmetro fundamental para compreender a dispersão e o estabelecimento de plântulas (Pereira et al. 2018). Além disso, os mesmos autores salientam que os estudos envolvendo a análise morfológica de frutos e sementes podem auxiliar no entendimento dos processos de germinação, vigor, armazenamento, viabilidade e nos métodos de propagação das espécies.

A guaranaicultura apresenta um grande potencial econômico e social para o Baixo sul da Bahia, contudo, existe poucos estudos sobre a emergência e o desenvolvimento inicial de mudas com diferentes tipos de substratos orgânicos. Portanto, torna-se de suma importância a realização de pesquisas relacionadas ao crescimento inicial do guaranazeiro, bem como às características morfométricas de frutos, sementes e plântulas, visando possíveis contribuições na reprodução e manejo da espécie que é recalcitrante.

O presente estudo teve como objetivo analisar a caracterização morfométrica de frutos, sementes e plântulas da *Paullinia cupana*- var. *Sorbilis* e, posteriormente, avaliar o melhor substrato para a emergência e o crescimento inicial de plântulas de guaranazeiro nas condições climáticas da região do Baixo sul da Bahia.

Material e Métodos

Local de estudo

A pesquisa foi conduzida no viveiro de produção de mudas e no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Instituto Federal Baiano, Campus Valença, BA, ($13^{\circ} 22' 26''$ Sul, $39^{\circ} 4' 3''$ Oeste). Segundo a classificação de Köppen-Geiger (1928), o clima é classificado como Af, com temperatura média anual de 25°C , umidade relativa do ar média anual de 80% e pluviosidade média anual é de 2.900 mm.

As sementes de guaraná (*Paullinia cupana*- var. *sorbilis*) utilizadas neste experimento foram coletados aleatoriamente de frutos de 30 matrizes com aproximadamente 20 anos de cultivo, localizados na zona rural do município de Valença-BA. Posteriormente, foram selecionados os frutos saudáveis e sem deformações. As sementes permaneceram nos frutos durante o processo de avaliação biométrica, uma vez que são consideradas recalcitrantes e não podem ser armazenadas externamente à planta mãe.

Morfometria de frutos e sementes de *Paullinia cupana*

Após a coleta, 200 frutos foram separados para as análises biométricas. Foram realizadas medidas de comprimento dos frutos (mm), largura dos frutos (mm), espessura dos frutos (mm) e peso dos frutos (g), número de sementes por fruto. O comprimento dos frutos foi medido desde o ápice até a base do estipe, a largura foi medida na parte mais larga dos frutos e espessura foi inferida na parte mais espessa do fruto.

Para a biometria das sementes foram caracterizadas 200 sementes, e mensurados as seguintes características: medidas de comprimento das sementes (mm), largura das sementes (mm), espessura das sementes (mm), e peso das sementes (g). Para comprimento foram mensurados o ápice das sementes até a base; a espessura e largura foi considerada a parte mais larga e espessa das sementes.

As medidas de comprimento, largura e espessura das sementes e frutos, foram realizadas com auxílio de paquímetro digital, para o peso foi utilizado uma balança analítica.

Teste de emergência de *Paullinia cupana*

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas (50% da luz solar), no Instituto Federal Baiano, Campus Valença, na cidade de Valença-BA.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, compostas por 50 sementes. Os tratamentos foram constituídos por quatro substratos: comercial (Plantmax), serragem, vermiculita e solo vegetal. As sementes foram semeadas em bandejas de células, com volume de 50 ml, contendo os substratos estudados.

As regas foram realizadas diariamente pela manhã e, quando necessário, à tarde, quando o substrato se encontrava seco. toda a irrigação do experimento foi feita manualmente.

As características avaliadas foram: a) velocidade de emergência (VE, dias), determinado por meio da fórmula: $VE = [(N_1 G_1) + (N_2 G_2) + \dots + (N_n G_n)] / (G_1 + G_2 + \dots + G_n)$, em que: VE = velocidade de emergência (dias); G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da semeadura a cada contagem (Maguire, 1962). As contagens foram realizadas, uma vez por semana, até 170 DAS

(dias após semeadura), quando foi observada estabilidade do estande. b) emergência acumulada (E%): dada pela relação entre o número de plântulas emergidas aos 170 DAS e o número total de sementes.

Morfologia externa de sementes, frutos e plântulas de *Paullinia cupana*

Sementes, frutos e plântulas de *P. cupana* foram fotografados e posteriormente avaliados quanto às diferentes estruturas morfológicas. a) Sementes e frutos: epicarpo do fruto, envoltório protetor (tegumentos ou casca-testa e ariloide), posição do hilo e da micrópila, forma, coloração e textura; b) Plântulas: desenvolvimento inicial do epicótilo, tegumento e radícula; c) Mudas: raízes principais, raízes secundárias, hipocôtilo, metáfilos e tegumento). Foram consideradas plântulas aquelas em que a primeira folha ou primeiro par de folhas estavam totalmente expandidos (Gurgel et al., 2006). Para captura eficiente das imagens externas das plântulas, frutos e sementes foi utilizado o software *Image Processing and Analysis in Java* (ImageJ®) (National Institutes of Health, 2004).

Análise dos dados

Os dados das variáveis quantitativas foram submetidos à análise descritiva, com os cálculos da média aritmética, valores mínimo e máximo, amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação, todos obtidos por meio do Software Microsoft Excel 2013. Para o teste de emergência, realizou-se a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico Sistema para Análise de Variância - SISVAR (Ferreira, 2019).

Resultados e discussão

Biometria de frutos e sementes

A análise descritiva das variáveis comprimento, largura, espessura, peso dos frutos e número de sementes por fruto é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Valores mínimos, médios, máximos, amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis comprimento, largura, espessura, peso dos frutos, número de sementes por fruto e comprimento, largura, espessura e peso de sementes de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*, coletadas no município de Valença-BA.

	Mínimo	Médio	Máximo	Amplitude	Desvio padrão	Coeficiente de variação
Frutos						
Comprimento (mm)	11,0	16,82	24,40	13,40	3,14	18,68
Largura (mm)	10,9	17,77	33,00	22,10	3,63	20,43
Espessura (mm)	12,2	19,62	32,80	20,60	3,80	19,38
Peso (g)	0,90	4,582	14,30	13,40	2,06	45,07
Sementes/fruto	1,00	1,921	3,000	2,000	0,77	40,08
Sementes						
Comprimento (mm)	2,70	11,15	13,90	11,20	1,38	12,35
Largura (mm)	2,50	11,73	19,10	16,60	1,84	15,66
Espessura (mm)	6,40	10,61	15,20	8,800	1,62	15,31
Peso (g)	0,38	0,929	1,702	1,322	0,25	26,49

Fonte: Autores (2023)



Os resultados demonstraram que os frutos de *P. cupana* apresentaram ampla variação. O comprimento variou de 11,00 mm a 24,40 mm, com média de $16,82 \pm 3,14$ mm e coeficiente de variação de 18,68%. A largura dos frutos variou de 10,9 a 33,0 mm, com média de $17,77 \pm 3,63$ mm, e a espessura apresentou média de $19,62 \pm 3,80$ mm, variando de 12,2 mm a 32,80 mm (Tabela 1).

O peso dos frutos variou de 0,90g a 14,30g, com média de $4,58 \pm 2,06$ g, enquanto o número de sementes por fruto apresentou variação de 1 a 3 com média de $1,92 \pm 0,77$ (Tabela 1).

As variáveis peso dos frutos e número de sementes por fruto apresentaram maiores variações, com respectivos coeficientes de 45,07% e 40,08%), respectivamente, indicando alta dispersão dos dados. Essas variações podem estar relacionadas à ocorrência de mais de um período de inflorescência da espécie e à colheita dos frutos em diferentes estádios de maturação (Atroch & Filho, 2018). Os valores de biometria dos frutos neste estudo são semelhantes aos encontrados por Mendonça et al. (1992), que caracterizaram frutos com comprimentos de 18 a 25 mm. No entanto, a largura dos frutos observadas por esses autores (16 a 22 mm) foi inferior à verificada na presente pesquisa, que variou de 10,9 a 33 mm.

Essas variações podem estar relacionadas a uma suposta divergência genética entre as matrizes coletadas. Segundo Gonçalves et al. (2019), respostas biométricas, como comprimento, textura, largura, peso do fruto e peso de sementes por frutos, podem indicar variabilidade genética ou plasticidade fenotípica, fornecendo informações importantes para os programas de melhoramento genético.

A alta variação no peso dos frutos pode ser de grande importância para a identificação de matrizes com elevado desempenho produtivo e para a seleção de indivíduos superiores. Essa variabilidade genética foi identificada por Sousa et al. (2009), que detectaram diferenças genéticas em 64 clones de guaranazeiro localizados na Embrapa Amazônia Ocidental, com base na caracterização morfo-botânica de frutos e sementes.

Em relação ao número de sementes por fruto, verificou-se o máximo de três e mínimo de uma semente por fruto (Tabela 1). A produção de frutos com mais de uma semente é uma característica importante para reprodução das espécies, uma vez que as sementes de guaraná apresentam dificuldades intrínsecas para germinar, pois a espécie se enquadra no grupo ditas recalcitrantes. Sementes classificadas como recalcitrantes não suportam desidratação acentuada e nem baixa temperatura, perdendo suma viabilidade com extrema rapidez (Peixoto, 2017).

Dentre todas as características avaliadas, o peso dos frutos e o número de sementes por frutos são de maior importância para os produtores do Baixo Sul da Bahia. Essas variáveis podem representar um bom retorno financeiro, uma vez que o valor comercial da espécie está na polpa dos frutos e no grão, principais insumos para as indústrias farmacêuticas e de refrigerantes.

As sementes com arilo de guaranazeiro apresentaram comprimento médio de $11,73 \pm 1,8$ mm, mínimo de 2,70 mm e máximo de 13,90 mm, amplitude de 11,20 mm (Tabela 1). A largura média das sementes foi de $11,73 \pm 1,84$ mm, variando de 2,50 mm a 19,10 mm, amplitude de 16,60 mm (Tabela 1). A espessura das sementes apresentou média de $10,61 \pm 1,62$ mm, com mínimo de 6,40 mm e máximo de 15,20 mm, amplitude de 8,80 mm (Tabela 1). E o peso médio das sementes foi de $0,929 \pm 0,25$ g, variando de 0,38 g a 1,702 g, com amplitude de 1,322 g (Tabela 1).

O tamanho das sementes pode influenciar tanto na emergência quanto o melhor desenvolvimento vegetativo das mudas de *P. cupana*. Sementes de maiores dimensões, normalmente apresentam embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas (Carvalho & Nakagawa, 2000; Silva, 2019a).

Outra variável importante que contribui com a emergência e a formação de plântulas de qualidade é o peso das sementes, que apresentou a maior variação (26,49%) entre as variáveis biométricas avaliadas. O peso da

semente está correlacionado à quantidade de reservas, proteínas e atividades bioquímicas. O aumento de proteína mitocondrial em plântulas oriundas de sementes pesadas é um indicativo de uma alta taxa de respiração e de uma elevada produção de energia (ATP), conferindo às sementes pesadas, maior potencial de desenvolvimento (Krzyszowski & França-Neto, 2001).

A seleção de sementes pelo peso volumétrico durante a propagação sexuada do guaranazeiro, pode ser considerada uma estratégia positiva para a produção de mudas de qualidade, possibilitando, futuramente, melhores índices de emergência e germinação da espécie.

Entretanto, é necessário destacar que a caracterização biometria de frutos e sementes de *P. cupana*, representa importância fisiológica e mercadológica para os produtores do Baixo Sul da Bahia.

Emergência

Observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). O substrato comercial e a vermiculita apresentaram os maiores percentuais de emergência de *P. cupana*, com 70 e 73%, respectivamente. Esses substratos provavelmente ofereceram condições físicas, biológicas e química adequadas para emergência do guaranazeiro, proporcionando boa retenção de água e temperatura adequada.

Tabela 2: Valores médios de emergência e velocidade de emergência de plântulas de *Paullinia cupana* var. *sorbilis* submetidas a diferentes substratos.

Substratos	Emergência	VE (dias ⁻¹)
Comercial	70a	102,26c
Serragem	47c	121,73ab
Vermiculita	73a	117,51bc
Areia	60b	125,83a

Fonte: Autores (2023)

Substratos comerciais, possuem características físicas e químicas favoráveis para o desenvolvimento inicial das plântulas, além de possuir boa retenção de água, ajuda na ativação metabólica das sementes favorecendo posteriormente na germinação e emergência das plântulas (Silva et al., 2019b). Bao et al. (2014) avaliaram a produção de mudas de *Matayba guianensis* em diferentes substratos e recipientes, e observaram que a porcentagem e a velocidade de emergência foram superiores quando se utilizou substrato comercial (Plantmax) em recipientes de isopor.

Resultados semelhantes foram encontrados na emergência de outras espécies da família Sapindaceae. Coelho et al. (2010), ao testar diferentes substratos na emergência do tingui (*Magonia pubescens* St. Hil.), observaram que a porcentagem e a velocidade de emergência foram favorecidas pelo uso do substrato vermiculita, enquanto o substrato areia interferiu negativamente nesses parâmetros.

Esses resultados confirmam que os substratos vermiculita e comercial possuem importância significativa na germinação e na emergência de espécies da família Sapindaceas.

Entre as características importantes do substrato vermiculita destacam-se a facilidade de manutenção da umidade e o elevado índice de expansão térmica. As moléculas de água aquecidas rapidamente em altas temperaturas podem causar aumento no volume dos minerais, assim, a vermiculita expandida torna-se quimicamente ativa, biologicamente inerte e apresenta baixa densidade (Ugarte et al., 2008). Considerando que

as sementes de guaranazeiro são recalcitrantes, é necessário substratos que mantenham a umidade estável e forneçam elevados teores de água às sementes ao longo do seu desenvolvimento fisiológico.

A velocidade de emergência apresentou comportamento semelhante aos resultados de emergência, sendo os substratos vermiculita e comercial que proporcionaram menor tempo para emergência (Tabela 2). O substrato comercial promoveu velocidade de emergência das sementes de *P. cupana* com 102,26 dias⁻¹, seguido pelo substrato vermiculita, com 117,51 dias⁻¹.

A serragem e a areia foram os substratos que obtiveram os menores porcentuais de emergência e os maiores tempos de velocidade de emergência na produção de mudas de *P. cupana* (Tabela 2). O substrato areia possui baixa retenção de umidade devido ao rápido escoamento da água, o que faz com que a superfície do substrato resseque, prejudicando a emergência das sementes (Ribeiro et al., 2022).

A serragem pode apresentar problemas devido à retenção excessiva de umidade, e o acúmulo de água no substrato pode causar anóxia nas sementes de guaranazeiro. Recomenda-se, neste caso, a mistura com substratos de menor capacidade de retenção de água, visando melhorar a drenagem e reduzir o acúmulo de água (Boodt & Verdonck, 1972).

Segundo Paixão et al. (2019), um substrato agrícola deve reter água sem diminuir a disponibilidade de oxigênio para as raízes. Os autores ressaltam que, durante a produção de mudas, o substrato é um dos componentes que mais interferem no crescimento, por meio de fatores como estrutura e textura.

Na Figura 2, verifica-se a emergência acumulada de plântulas de *P. cupana*. As primeiras plântulas emergiram aos 85 dias após semeadura nos substratos areia e vermiculita, e aos 92 dias nos substratos areia e serragem.

Nos substratos vermiculita e comercial, aos 140 dias após a semeadura, mais 50% das plântulas já haviam emergido, diferentemente dos substratos areia e serragem, nos quais menos de 40% das plântulas haviam emergido nesse período. Observou-se ainda que o substrato composto areia apresentou emergência inicial rápida, porém essa velocidade diminuiu ao longo do tempo.

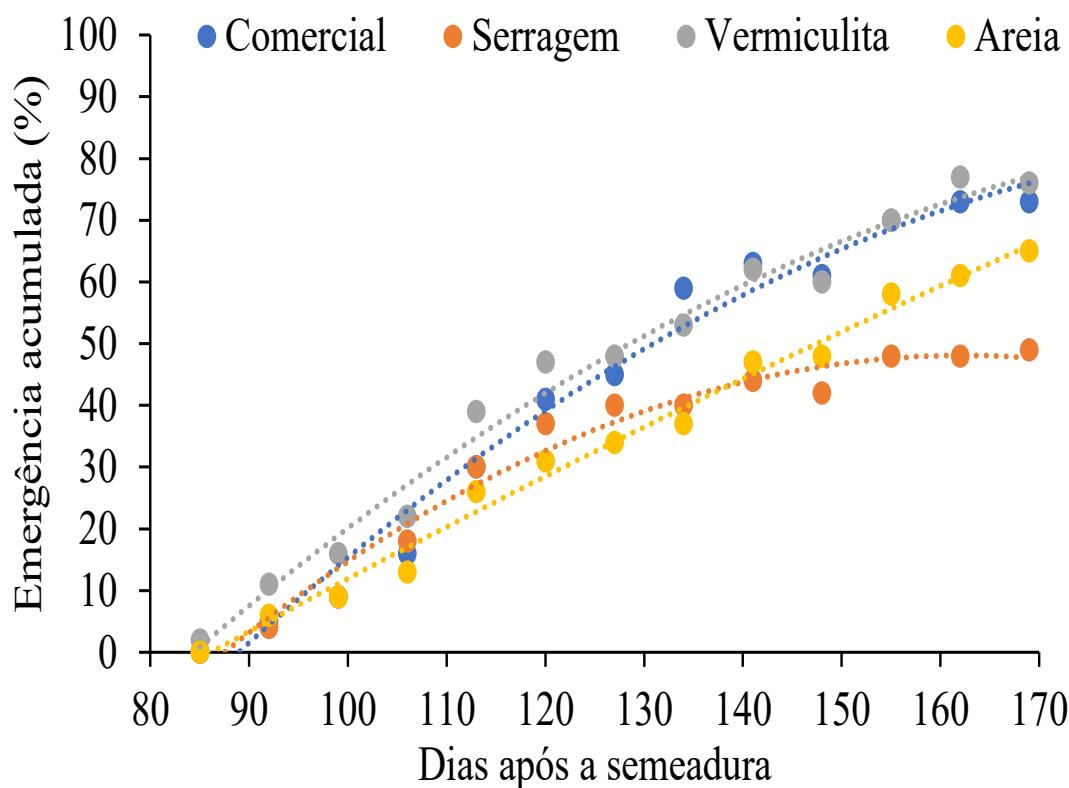


Figura 1: Emergência acumulada de plântulas de *Paullinia cupana* var. *sorbillis*, submetidas a diferentes substratos. Fonte: Autor, 2023

A velocidade de estabelecimento das plântulas permite a antecipação na absorção da luz para fotossíntese, estimulando os processos fisiológico-químico das plantas e promovendo, posteriormente, melhor desenvolvimento radicular e vegetativo, o que pode favorecer o sucesso das mudas no campo (Taiz & Zeiger, 2013). No presente estudo, os substratos areia e serragem atrasaram a emergência acumulada de *P. cupana*, prejudicando o estabelecimento das plântulas.

Morfologia de sementes e frutos

O fruto de *P. cupana* apresenta formato globoso, sendo seco e descente, abrindo-se quando maduro para a liberação das sementes. O epicarpo externo possui coloração alaranjada a vermelho-viva e apresenta uma ponta no ápice, remanescente do estilo. O mesocarpo é suculento e de coloração alaranjada (Figura 3).



Figura 3: Morfometria de frutos de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*, Epicarpo e Estilo. Fonte: (autor, 2023)

As sementes de guaranazeiro apresentam coloração preta ou negra, com testa brilhante e lisa. O ariloide, de coloração branca, recobre as sementes, sendo a estrutura do arilo carnoso e macio (Figura 4). As características morfológicas das sementes e frutos observados neste estudo são consistentes com as descritas por Mendonça et al. (1992), que avaliaram a morfologia das sementes e frutos de guaranazeiro.

O hilo externo das sementes de guaranazeiro apresenta coloração marrom e consiste em uma pequena cicatriz que conecta a semente ao fruto, estando localizado na posição central. A micrópila é uma pequena cicatriz marrom que corresponde ao óvulo (Figura 4) e constitui a abertura pela qual ocorre o processo de absorção de água.

A dispersão das sementes de guaranazeiro é geralmente antropocórica. Caracterização semelhantes foram observadas por Karl-Arens (1956), que avaliaram a morfologia externa e interna das sementes, destacando testa fina e dura e embriões sem endospermas, cujos dois cotiledôneos apresentam substâncias de reservas.



Figura 04: Morfometria de sementes de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*, A- Semente com ariloide, B-Semente sem ariloide. A= Semente e arilo, B=Hilo e Micrópila. Fonte: (autor, 2023)

O conhecimento dos aspectos morfológicos dos frutos e sementes é de grande relevância para a identificação e conservação das espécies (Silva et al., 2014). No caso da espécie em estudo, a morfologia apresenta importância significativa para estudos de melhoramento genético e para a constituição de bancos de germoplasma locais.

A Caracterização morfológica dos frutos e sementes tem impactos positivos na definição do ponto ideal de colheita dos frutos do guaranazeiro. Os produtores do Baixo sul da Bahia podem, com base na coloração, textura e forma dos frutos e sementes, determinar o momento exato para a colheita. Diferentemente de outras culturas, a espécie não apresenta colheita homogênea dos frutos (Santos et al., 2022), constituindo um dos principais problemas encontrados na produção do guaranazeiro.

Morfologia de plântulas e mudas

A germinação de *Paullinia cupana* é hipógea, com as plântulas sendo criptocotiledonar, cujos cotiledôneos permanecem presos aos tegumentos. A raiz primária é pivotante, característica comum nas dicotiledôneas, e a espécie desenvolve embriões com dois ou mais cotilédones. A raiz principal sustenta as raízes laterais e secundárias, que são denominadas como radículas ramificadas, apresentando coloração amarelo-creme (Figura 5).

O epicótilo conecta a parte área à parte radicular e, na família Sapindáceae, é geralmente piloso. O hipocótilo encontra-se bem desenvolvido, ereto, de coloração verde, e é o órgão responsável pela ligação entre a plântula e a radícula, apresentando potencial para repicagem. A plântula, pouco visível com e com folhas verdes, é o órgão que origina a parte área das plântulas.

A plântula apresenta dois pares de éofilos ou métáfilos desenvolvidos, compostos por folhas unifoliadas, geralmente ligadas ao pecíolo. Caracterização anteriores classificam os éofilos da *P. cupana* como simples, alternados e opostos, com formato ovado, bordas serradas na metade superior e bordas lisas na metade inferior, base obtusa, ápice agudo e pecíolo parcialmente alado (Mendonça et al., 1992), características semelhantes às encontradas na presente pesquisa.

Barreto & Ferreira (2011) destacam que a morfologia externa de plântulas e mudas permite uma identificação imediata e indubitável, proporcionando contribuições importantes para estudos com a espécie investigada, tanto em laboratórios (micropopulação ou in vitro), viveiros de produção de mudas, quanto em experimentos de campo.

A morfometria das plântulas de guaranazeiro pode fornecer informações aos produtores sobre quando as estruturas externas estão adequadas e as mudas estão em condições morfológicas e fisiológicas ideais para posterior classificação como mudas de qualidade. Nessas circunstâncias, os viveiristas conseguem levar para o campo mudas mais vigorosas e uniformes.

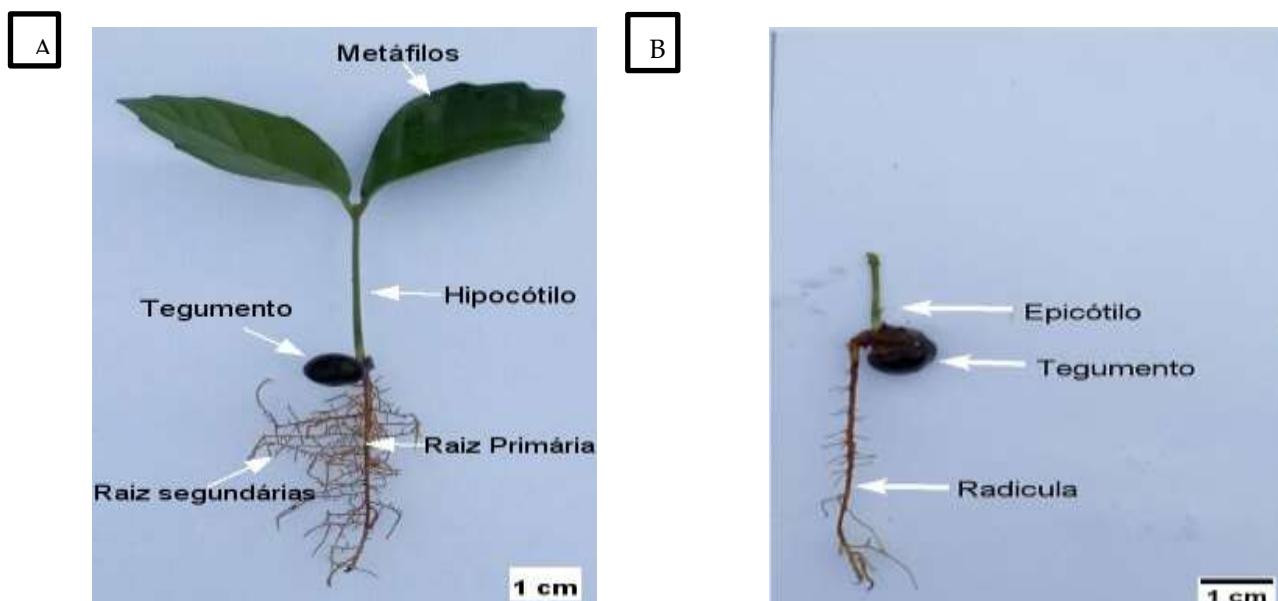


Figura 05: Morfometria de plântula de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*. A= Metáfilos, Hipocótilo, Tegumento, Raiz Primaria, Raiz Secundaria, B= Epicótilo, Tegumento e Radicula. Fonte: (autor, 2023)

Conclusão

As altas variações no peso dos frutos e na quantidade de semente por frutos podem indicar uma possível diversidade genética entre as matrizes coletadas, entretanto, para confirmar essa variabilidade, são necessários estudos de estrutura genética da população de *Paullinia cupana* no Baixo Sul da Bahia.

A caracterização das sementes de guaranazeiro é de suma importância para classificação da qualidade fisiológica das sementes e se destaca como alternativa para a seleção do arilo antes da torrefação.

O substrato comercial e a vermiculita possibilitaram os melhores índices de velocidade de emergência e emergência de plântulas de *Paullinia cupana*.

Aspectos morfométricos das sementes e plântulas da espécie constituem informações relevantes que podem auxiliar em estudos de germinação, taxonomia e produção de mudas.

Referências

- Antunes, C. G. C. et al. 2014. Desenvolvimento de mudas de catingueira em diferentes substratos e níveis de luminosidade. CERNE, v. 20, n. 1, p. 55–60, mar. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602014000100007>. Acesso em: 13/02/2023.

Arens, Karl. 1956. Sobre a Anatomia da Semente do Guaraná. Disponível: <https://repositorio.inpa.gov.br/items/0e12067e-3d24-459f-bb9c>. Acesso em: 25/05/2023.

Atroch, A. L; Filho, F. N. J. 2018. Guarana—*Paullinia cupana* Kunth var. sorbilis (Mart.) Ducke. Em: Exotic Fruits. [s.l.] Elsevier p. 225–236. DOI: . Acesso em: 23/05/2023.

Bao, F.; Lima, L. B. D.; Luz, P. B. D. 2014. Caracterização morfológica do ramo, sementes e plântulas de matayba guianensis Aubl. e produção de mudas em diferentes recipientes e substratos. Revista Árvore, v. 38, n. 1, p. 63–71. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100006>. Acesso em: 23/01/2023.

Barreto, S. S. B.; Ferreira, R. A. 2011. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de leguminosae mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (vellozo) brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (vellozo) morong. Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 2, p. 223–232. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000200004>. Acesso em: 23/01/2023.

Boodt, M.; Verdonck. 1972. O The physical properties of the substrates in horticulture. Acta Horticulturae, n. 26, p. 37–44. DOI: 10.17660/ActaHortic.1972.26.5. Acesso em: 30/01/2023.

Canhoto, J. 2016.CEF/ Universidade de Coimbra. A clonagem de plantas. Revista de Ciência Elementar, v. 4, n. 1, 30. DOI: <http://doi.org/10.24927/rce2016.002>. Acesso em: 23/06/2023.

Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. 2000. (Eds.). Sementes: ciências, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 588 p. Acesso em: 23/06/2023.

Fachinello, J. C. (2005). Propagação de plantas frutíferas (pp. 69-109). A. Hoffmann, & J. C. Nachtigal (Eds.). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Disponível:<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=540814&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22FACHINELLO,%20J%20C.%22&qFacets=autoria:%22FACHINELLO,%20J%20C.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1> Acesso em: 23/06/2023.

Ferreira, D. F. SISVAR. 2019. A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista Brasileira de Biometria, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529–535. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>. Acesso em: 23/06/2023.

Gasparotto, L.; Bentes, J. L. DA S.; Arruda, M. R. DE. 2020. Doenças do guaranazeiro. Disponível:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1128449>. Acesso em: 20/09/2023.

Gonçalves, L. G. V. et al. 2019. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. Revista de Ciências Agrárias, p. 31- 40 Páginas. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16280>. Acesso em: 23/07/2023.

Gurgel, E. S. C., Santos, J. U. M. D., Carvalho, A. C. M., & Bastos, M. D. N. D. C. (2006). Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don. subsp. spectabilis (Mart. ex A. DC) Gentry (Bignoniaceae): aspectos morfológicos do fruto, semente, germinação e plântula. Bol. Mus. Emílio Goeldi. Ciências Naturais. DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v1i2.746>. Acesso: 10 /01 / 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de dados agregados. IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/guarana/ba>. Acesso em: 10 /01/ 2023.

Koppen,W.,Geiger,R.,1928.Klimate Der Erde.Verlag Justus Perthes, Gotha. Mapa de parede 150cmx200cm. Acesso: 10 /01 / 2023.

Krzyzanowski, Francisco C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. Acesso: 10 /01/ 2023.

Lima, B. M., Garlet, J., Cipriani, V. B., Zanardi, O. C., & Arantes, V. T. 2001. Adequação de substrato para teste de germinação de pseudima. Acesso em: 10 /01/ 2023.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science 2:176-177. Doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

Mendonça, M. S; Noda, H; Correa, F.P.M. 1992. Aspectos morfológicos da semente e da germinação do guaraná (*Paullinia capana* var. *sorbi/s* (mart.) ducke).Disponível:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173983/1/Aspectos-pg-71-82.pdf>. Acesso em: 10 /01 / 2023.

Nascimento Filho, F. J. D. et al. 2009.Repetibilidade da produção de sementes em clones de guaraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 6, p. 605–612,

jun. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600009>. Acesso em: 10 /01 / 2023.

National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. ImageJ, 2004. Disponível: <https://imagej.nih.gov/ij/>. Acesso em: 05/05 / 2023.

Nina, N. V. D. S. et al. 2021. Phytochemistry divergence among guarana genotypes as a function of agro-industrial characters. Crop Science, v. 61, n. 1, p. 443–455, jan. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20331>. Acesso em: 05/05 / 2023.

Paixão, M. V. S et al. 2019. Substratos na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas da palmeira açaí. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 2, n. 3, p. 967-974. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/1902>. Acesso em: 6 set. 2022.

Peixoto, P. H. P. 2017. Propagação das plantas: Princípios e práticas. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível: <https://www2.ufjf.br/fisiologiavegetal/wpcontent/uploads/sites/558/2018/07/Propaga%C3%A7%C3%A3o-Vegetativa-e-Sexuada-de-Plantas.pdf>. Acesso em: 09/05 / 2023.

Pereira, M. D. O. et al. 2018. Qualidade de sementes e mudas de Cedrela fissilis Vell. em função da biometria de frutos e sementes em diferentes procedências. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 16, n. 4, p. 376–385. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711642017376>. Acesso em: 05/05 / 2023.

Ribeiro, J. E. D. S. et al. 2022. Emergence and Initial Development of *Erythroxylum pauferrense* Seedlings under Different Substrates. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 65, p. e22210678. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2022210678>. Acesso em: 15/05/ 2023.

Santos, G. A. N. D. et al. 2022. Dinâmica de metabólitos e produção de frutos durante a safra de guaraná. Research, Society and Development, v. 11, n. 3, p. e10911326371. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26371>. Acesso em: 05/05/ 2023.

Silva, G. R. 2019a. Produção, Tecnologia e Armazenamento de sementes. Londrina: Educacional SA, Disponível: https://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201901/INTERATIVAS_2_0/PRODUCAO_TECNOLOGIA_E_ARMAZENAMENTO_DE_SEMENTES/U1/LIVRO_UNICO.pdf. Acesso em: 05/05/ 2023.

Silva, P. L. et al. 2019b Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. COLLOQUIUM AGRARIAE, v. 15, n. 3, p. 104–115, 1 jun. DOI: <http://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n3.a303>. Acesso em: 07/05/ 2023.

Silva, K. M.; Pinto, M. S. C.; Souza, N. A. 2014. Morfometria de frutos e diásporos de *Acacia farnesiana* L. Willd. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 2, p. 14. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7381680>. Acesso em: 05/05/ 2023.

Silva, M. A. M. et al. 2020 Divergência genética entre acessos de guaranazeiro por meio de descritores morfológicos. Revista Ouricuri, v. 10, n. 1. DOI: <https://doi.org/10.29327/ouricuri.10.1-7>. Acesso em: 05/05/ 2023.

Sousa, N. R., Nascimento Filho, F. J., Atroch, A. L., & Barbosa, S. D. L. (2009). Caracterização morfo-botânica de clones de guaranazeiro. In: Congresso brasileiro de melhoramento de plantas, Guarapari. O melhoramento e os novos cenários da agricultura: anais. Vitória: Incaper. Disponível: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/684636>. Acesso em: 05/05/ 2023.

Taiz, L.; Zeiger, E. 2013. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S. A. Acesso em: 15/05/ 2023.

Ugarte, J. F. O, Sampaio J. A. and Silvia C.A. F. "Vermiculita." CETEM/MCTI, 2008. Disponível: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1142>. Acesso em: 28/05/ 2023.