

ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA SEMENTE E DA GERMINAÇÃO DO GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke).

Maria Sílvia de Mendonça⁽¹⁾

Hiroshi Noda⁽²⁾

Maria Pinheiro Fernandes Corrêa⁽³⁾

RESUMO: Considerando a importância do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) não só para a Amazônia, mas para o Brasil, o único país do mundo a produzir o guaraná, fez-se um estudo da morfologia de sua semente que é largamente consumida depois de seca, aparecendo no comércio como pó (semente torrada e moída), em bastões (forma também artesanal já utilizada pelos indígenas) ou ainda usada na fabricação de xaropes, licores ou refrigerantes, bem como alguns aspectos de sua germinação. As estruturas da semente foram visualizadas e classificadas em: arilódio, a estrutura mais externa, que envolve praticamente 2/3 da semente, tegumento, de cor escura e formado por várias camadas de células e embrião, formado pelos dois cotilédones e o eixo embrionário.

ABSTRACT: Considering the importance of guaraná (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis*) not only for the Amazon but also for Brazil, which is the only country in the world to produce the guaraná. A study was done of the internal structure of its seed, which is largely consumed after being dried and that appears in the commerce as power (toasted and grated seeds), sticks (artesian form that has been already utilised by the Indians) and still used in the production of syrup, liquors or soft drinks. The seed structures were visualised and classified on: Aril, the more external structure that practically involves 2/3 of the seed, the tegument, that is dark in colour and is formed by several layers of cells and the embryo that is formed by two cotyledons and the embryonic axis.

Palavras chaves: semente, guaraná, anatomia de semente.

Key Words: seed, guaraná, seed anatomy.

INTRODUÇÃO

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma espécie nativa da Amazônia Brasileira (Corrêa *et al*, 1984). Seu cultivo foi iniciado em época pré-colombiana, por diversas tribos indígenas, onde já se cultivava o hábito do seu uso como bebida. Atualmente, esse produto vem assumindo grande importância nacional e internacional, pelas qualidades medicinais e energizantes (embora não comprovadas

(1) Faculdade de Ciências Agrárias - UFAM

(2) INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

(3) EMBRAPA - Centro Nacional do Cajú/Fortaleza

experimentalmente) que lhe atribuem, aumentando assim o seu consumo, através de refrigerantes, xaropes e pó diluído. As sementes secas é que fornecem o princípio ativo, sendo a matéria-prima na preparação dos licores, xaropes e guaraná.

Embora o interesse do uso do guaraná tenha aumentado consideravelmente nos últimos anos, a produção não tem atendido à demanda, por problemas diversos. Apesar de muitos trabalhos de pesquisa, segundo Nazaré & Figueiredo (1982), ainda são poucas ou insuficientes as informações a respeito de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*.

Informações de ordem morfológica, sejam de aspectos reprodutivos ou vegetativos, serão com certeza, contribuições necessárias para aprofundar o conhecimento da espécie, dando com isso respaldo às pesquisas aplicadas.

MATERIAL E MÉTODO

As sementes foram coletadas de frutos completamente maduros (abertos) de plantas dos clones de guaraná, cultivados no campo experimental do CPAA: CMA 215, CMA 217, CMA 225, CMA 274 e CMA 275.

Foram coletadas 300 sementes por clone e uma amostra de cada, fixadas em FAA ou álcool glicerinado. O restante foi lavado, estratificado em caixas de madeira com as seguintes dimensões: 80 cm de comprimento, 40 cm de largura e 18-20 cm de altura, com 20 furos no fundo e 16 nas laterais. O substrato foi de serragem curtida, esterilizada por processo físico (fervida em água durante 2 horas). Foi colocada uma camada de 3 cm de serragem úmida no fundo da caixa, nivelando-se bem. Depois espalhou-se as sementes em cima, de maneira que, todas as sementes ficassem em contato direto com a serragem. Cobriu-se com outros 2 cm de serragem úmida. Essa operação foi repetida até completar a capacidade da caixa. Após a estratificação, as caixas foram colocadas em galpão bem ventilado, arrumadas uma ao lado da outra, mantendo-se a umidade adequada, através de irrigação.

Do material estratificado, foram amostradas sementes e fixadas em FAA ou álcool glicerinado.

Foram feitos cortes longitudinais, transversais e paradérmicos, com material fresco e fixado, usando-se micrótomo de congelação e rotativo e corados com safranina e astrablau pela técnica convencional.

Todas as medidas foram feitas com ocular micrometrada e os desenhos feitos com câmara clara, adaptada ao microscópio ou no microscópio de projeção. As fotomicrografias foram tiradas no microscópio axiomat MDC.

Foram feitos testes para lignina, amido, lipídios (Sass, 1951) e tanóides (Dop & Guatié, 1928).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fruto do guaraná é uma cápsula septicida, com pericarpo suculento de cor alaranjada a vermelha, com 1,2 a 1,4 mm de espessura. Após a deiscência, o fruto se assemelha ao olho humano, onde na semente, o arilódio seria a córnea e o tegumento a pupila. Os frutos são sulcados, ovóides e com uma ponta aguda no ápice, constituída pelos restos do estilo. Medem de 18 a 25 mm de altura e 16 a 22 mm de largura. Os frutos triloculares, encerram de uma a três sementes ovóides, predominantemente uma (Arens, 1956).

Cavalcante (1976) descreve o fruto como sendo uma cápsula estipitada, com 2,0 a 2,5 cm de diâmetro, uma a três sementes e raramente quatro, de cor negra-brilhante e recoberta pelo arilo.

Corrêa (1989) considera o fruto do guaraná uma cápsula estipitada com forma variável. O mesmo autor, considera os frutos como: cápsula elipsóide com uma semente; cápsula obovóide com duas, três ou mais sementes; cápsula globosa com uma, duas, três ou mais sementes (Fig. 1).

A semente do guaraná, provém de um óvulo campilótropo e mede com o arilódio cerca de 16 mm de altura. É de forma ovóide, apresentando variações conforme o número de sementes no fruto, de cor escura, que vai do marrom a quase negra, brilhante, menos na zona basal, local de concrecência do arilódio com o tegumento e que se apresenta opaca.

É uma semente exalbuminosa, tendo as suas reservas restritas aos cotilédones. Está dividida em: arilódio, tegumento e embrião (Fig. 2).

O arilódio recobre a semente, envolvendo-a parcialmente. Na parte basal, apresenta maior espessura, afinando à medida que sobe e terminando numa fina membrana. Trata-se de uma estrutura carnosa, de cor branca e consistência macia, constituída por células parenquimáticas, de paredes finas, com grande conteúdo vacuolar e freqüentemente grãos de amido. As células apresentam forma alongada e são facilmente dissociáveis. O arilódio é formado por dois tipos de células: as menores, mais ou menos alongadas, que revestem-no formando uma epiderme com cerca de 11,45 μ m de comprimento e 3,23 μ m de largura, e células parenquimáticas que formam o arilódio propriamente dito, com cerca de 16,73 μ m de comprimento e 4,75 μ m de largura.

Os tipos de acessórios carnosos que envolvem algumas sementes são motivos de diferentes opiniões. Desde o século passado, os termos arilo, arilódio, arilóide, sarcotesta, são objetos de discussão. Gaertner *apud* Kapil & Bouman (1980) foi o primeiro a definir o arilo como um acessório do integumento. Kapil & Bouman (1980) rejeitaram o uso dos termos arilóide, arilódio, falso arilo, arilo hilar, etc., e propuseram o termo arilo funicular ou arilo localizado, como categoria separada. Boesewinkel & Bouman (1984) estudando apêndices em angiospermas, referiram-se à massa comestível que envolve a testa das sementes como sarcotesta.

Para Corner *et al.* (1949) a sarcotesta e o arilo são diferentes estruturas, sendo o arilo mais primitivo. Van der Pijl (1982) considera haver uma transição entre sarcotesta e o arilo. Para ele, a sarcotesta é a forma mais primitiva, da qual diferentes formas ariloidais podem se derivar. Ele prefere chamar a parte carnosa das sementes de arilóide e o verdadeiro arilo, produto final, e não o ponto inicial como sugeriu Corner (*ibid*). O arilóide estaria dividido em quatro classes de localização:

1. Pequena estrutura crescendo na rafe - estrofilo.
2. Pequena estrutura crescendo perto da micrópila - carúncula.
3. Estrutura ao redor do exostômio, envolvendo a micrópila - arilódio, algumas vezes chamado "falso arilo" ou "arilo exostomial".
4. Arilo verdadeiro, perto do topo do funículo ao redor e próximo da própria semente, indicado por alguns como "arilo funicular".

Arens (1956) descreveu a parte carnosa da semente do guaraná como arilo. Van der Pijl (1957) concluiu ser uma sarcotesta parcial, um arilódio, justificando duplamente esta conclusão:

1. A micrópila é visível no meio do arilódio, o que não seria possível se houvesse arilo.
2. O assim chamado arilo, não consiste de um tecido distinto, fundido com a testa, mas é considerado como uma mera mudança na textura da testa.

Milanez (1958) estudando sementes imaturas de guaraná, sem ter conhecimento dos trabalhos de Van der Pijl, encontrou na zona de concrescência, células pequenas dotadas de grandes núcleos que considerou como um meristema bifacial, originando arilódio para fora e esclerênquima (tegumento) para dentro. Essa origem comum levou o autor a concluir que o exostômio é o local de origem, chamando-o de arilódio.

Pelas características estruturais, pela localização e origem da estrutura que envolve a semente do guaraná e em adesão aos conceitos de Van der Pijl (*ibid*), considera-se o termo arilódio mais adequado para a estrutura que recobre dois terços da semente, embora o termo arilo seja mais usual.

O tegumento é a estrutura mais externa da semente. Apresenta-se escuro, brilhante, duro e quebradiço. Na região de aderência do arilódio, abaixo do mesmo, ocorre uma região opaca, um tanto saliente, mais facilmente destacável, onde o mesmo se adere.

O tegumento apresenta-se dividido nas seguintes regiões (Fig. 3):

A. Região epidérmica

Camada cuticular que recobre toda a epiderme, formada por uma única camada de esclereídeos colunares, células altas de paredes bastante grossas e lignificadas, e chamada de "paliçada" por Milanez (1958). A cavidade celular é reduzida em alguns pontos, limitando-se muitas vezes a uma fenda. Estes esclereídeos são possivelmente uma eficiente barreira para a passagem da água até o interior da semente. As mudanças que possam vir a acontecer nesta estrutura durante a fase de germinação não são conhecidas.

B. Região sub-epidérmica

a) Externa - localizada logo abaixo da epiderme, com vários estratos (três a cinco) de células de paredes engrossadas e com muitas pontuações. Arens (1956) a chamou de esclerosada. Não há lignina nas paredes, mas compostos pécticos.

b) Média - com células de paredes já menos espessadas que as anteriores e com maior número de estratos. É um tecido mais frouxo, com espaços intercelulares e onde surge o tecido vascular.

c) Interna - as células são distendidas e comprimidas, sem espaços intercelulares, com número de estratos variável, aparecendo mais comumente como uma membrana.

C. Região de condescência

É o local de inserção do arilódio, formada por células pétreas de paredes bastante engrossadas, lignificadas e com numerosas pontuações. As células variam na forma e no tamanho, apresentando vários estratos. Mais externamente, à moda de uma epiderme elas apresentam-se com paredes mais finas e núcleo bastante visível e volumoso, formando possivelmente uma meristema bifacial originando o tegumento para o interior e o arilódio para o exterior.

A semente do guaraná tem um só embrião que é formado por um eixo embrionário e dois cotilédones. É, segundo a classificação de Barroso (1978), axial quanto à posição por encher completamente a cavidade seminal, contínuo quanto à forma por haver continuidade entre o eixo e os cotilédones e notorrizo ou incumbente por ter o eixo curto sobre o dorso dos cotilédones.

Os dois cotilédones são opostos, planos-convexos, espessos e apresentam cor branca. São quase totalmente independentes, presos mais intensamente na área do eixo embrionário, com o qual sofrem continuidade e acham-se fortemente aderidos nas suas faces planas. Eles constituem a maior parte da semente. As substâncias de reserva estão aí contidas e são representadas principalmente pelo amido, com grãos de formas variáveis, isolados ou agrupados.

Os cotilédones são revestidos por uma epiderme de células mais ou menos alongadas e menores que as células do mesofilo cotiledonar, responsável pelas reservas. Elas apresentam núcleo volumoso e têm freqüentemente grãos de amido, lípidios e tanóides. As células que constituem o mesofilo cotiledonar, são volumosas e de formas e dimensões variadas, formando um parênquima amilífero.

O eixo embrionário é de simetria bilateral, paralelo à linha intercotiledonar, inserido entre as faces planas dos cotilédones, sendo contínuo com os mesmos, e de difícil visualização por seu tamanho muito pequeno (Fig. 4).

Na semente, antes da estratificação, o epicótilo consta de apenas um meristema terminal e esboço de primórdios foliares. É bem delimitado, livre e apresenta uma base alargada (Fig. 5). O hipocótilo rudimentar é constituído de um meristema apical (bolsa radicular), cuja diferenciação originará a radícula. Não há diferenciação de radícula antes do 60º dia de estratificação.

A germinação pode ser considerada segundo Berlyn (1972), como uma série seqüencial de eventos morfogênicos, que resultam na transformação de um embrião em uma plântula. A primeira evidência externa de germinação, é a emergência física do embrião. É um processo bastante complexo, sendo um dos passos mais importantes da germinação. Dá-se o rompimento do envoltório da semente, causado não só pelo processo de embebição, como também pelo efeito do crescimento.



FIGURA 1 - Frutos de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*. A. cápsula elipsóide com uma semente (a); cápsula obovóide com duas (b) e três (c) sementes. B. cápsula globosa com uma (a), duas (b) e três (c) sementes.

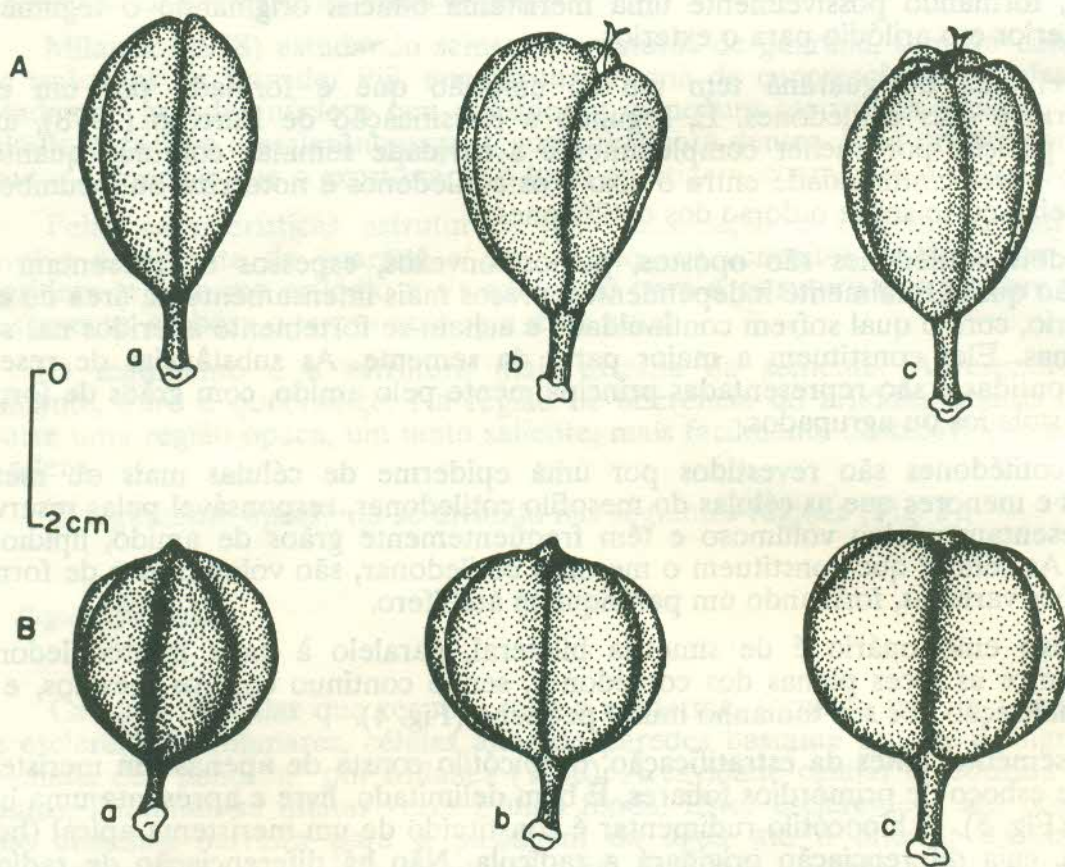


FIGURA 2 - Desenho esquemático do corte longitudinal da semente de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*

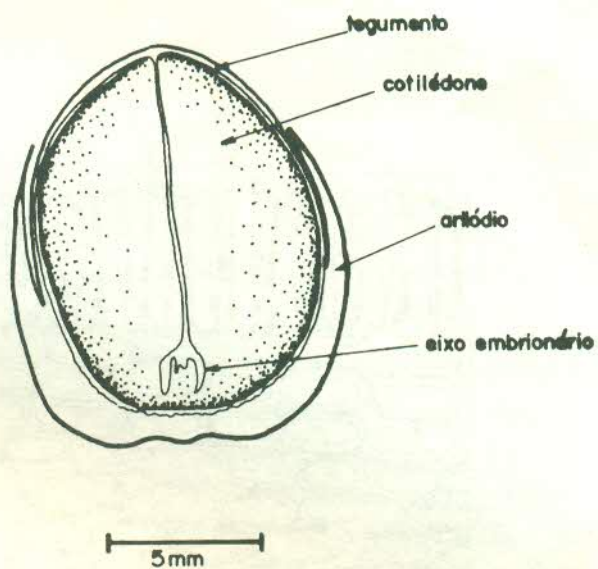


FIGURA 3 - Desenho esquemático do corte transversal do tegumento da semente de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*.

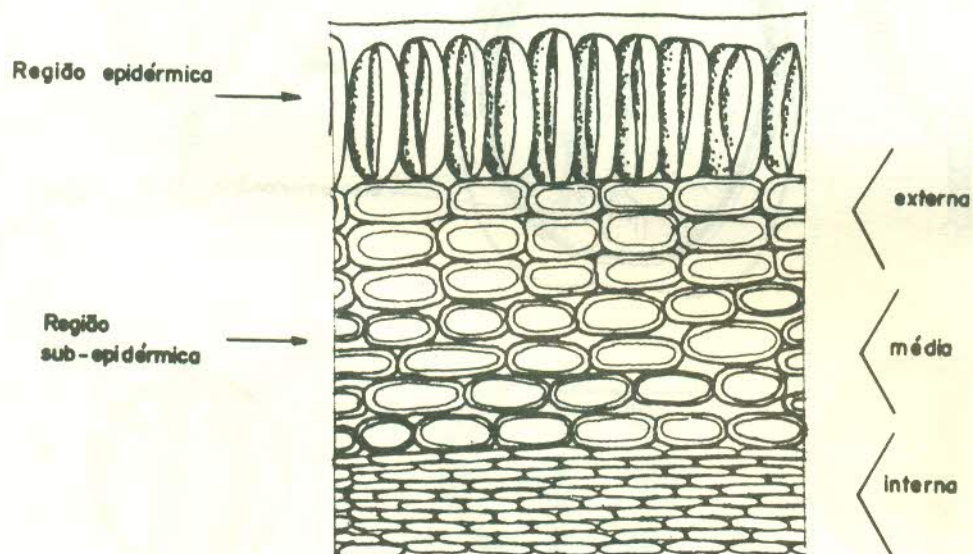


FIGURA 4 - Eixo embrionário da semente de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*, e. emb., eixo embrionário; c. cotilédone.

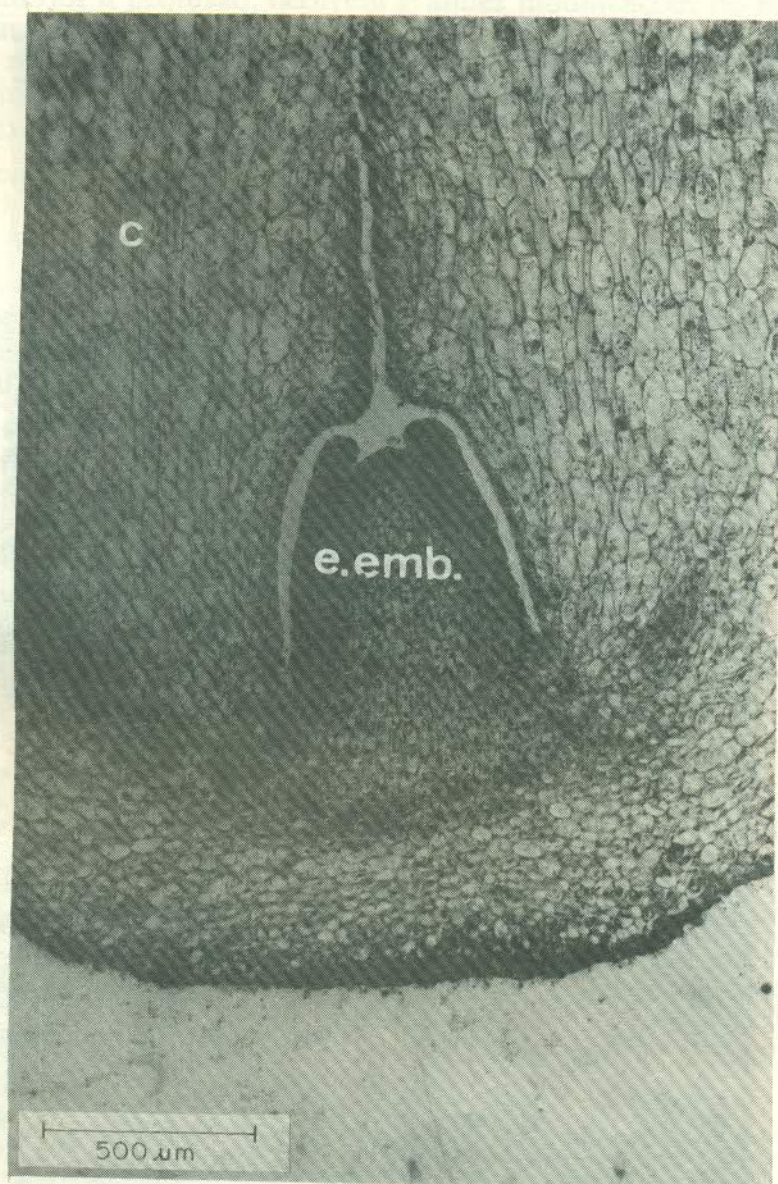
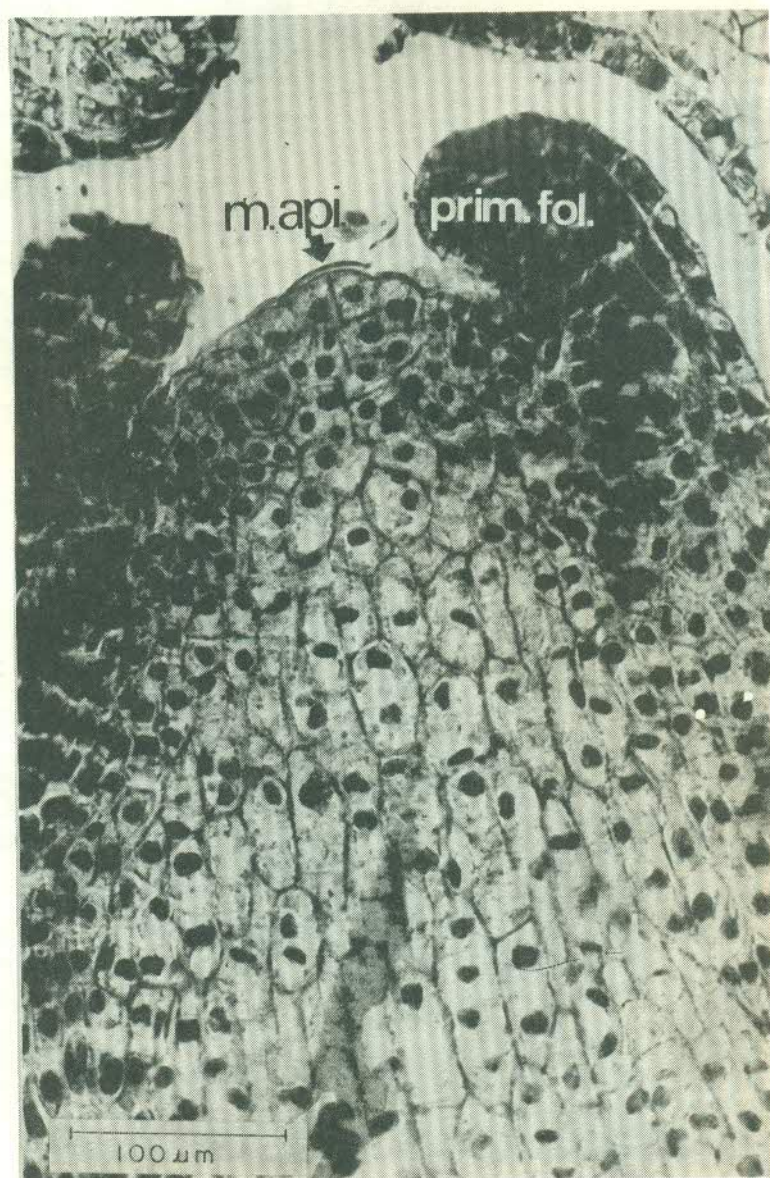


FIGURA 5 - Eixo embrionário da semente de *Paullinia cupana* var. *sorbilis* M. api., meristema apical; prim. fal., primórdio foliar.



O órgão de protusão é a radícula, que é empurrada para fora pela expansão das bases dos dois cotilédones, cujas células sofrem uma alongação, formando uma espécie de "pico" ou "montanha" que vai crescendo até a diferenciação da radícula, levando à ruptura do envoltório nas proximidades da micrópila. Rompida a região de concrecência, surge a radícula que permanece ladeada pelo mesmo tecido, apresentando-se em corte transversal com protuberâncias laterais.

O tempo requerido para a germinação é variável. O aparecimento da radícula se dá esporadicamente a partir do 60º dia de estratificação, sendo mais freqüente entre o 90º ao 100º dia. Escobar *et al* (1986) constatou a ocorrência da emergência a partir do 70º ou mais dias. A germinação é portanto irregular.

Na fase anterior à protusão, ocorrem grandes modificações no eixo embrionário e nas células circunvizinhas. Estas se alongam no sentido do eixo longitudinal da semente, principalmente nas proximidades da plúmula. O meristema apical da raiz, até então bastante condensado na base do hipocótilo, começa a diferenciar-se e é empurrado para fora, dando início ao processo de protusão.

Com o alongamento das células, que ladeiam o epicótilo, aumenta o espaço que permite a liberdade do mesmo. Possivelmente, essa cavidade é formada pela absorção das células do epicótilo.

Logo após a protusão da radícula, inicia-se o mecanismo de elevação da plúmula para a superfície do solo, incluindo mudanças nos primórdios foliares e meristema do caule. O epicótilo continua crescendo no sentido contrário ao da raiz até sofrer uma curvatura de 180º, e sair pela cavidade formada para o exterior.

A medida que acontece a diferenciação das folhas, o ápice se torna esverdeado ficando o resto do caulículo branco e dotado de pequenos pelos transparentes. Após a formação, o caulículo apresenta-se tomentoso, ereto, levemente esverdeado no ápice, com os eófilos simples, alternados e opostos, de forma ovada, com a metade superior de bordos serreados e a metade inferior de bordos lisos, base obtusa, ápice agudo e pecíolo parcialmente alado.

As primeiras folhas emitidas são sempre simples. Escobar *et al* (1986) trabalhando com mais de 1.500 mudas de guaraná em duas localidades diferentes, considerou a taxa média de emissão foliar em torno de duas a três folhas lançadas a cada três meses, e o lançamento das folhas compostas (cinco folíolos) após o lançamento da sexta ou sétima folha simples.

A germinação da semente do guaraná, é portanto, do tipo hipogeal com hipocótilo não desenvolvido e cotilédones ocultos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arens, R. (1956) Sobre a anatomia da semente de guaraná. *Publicações do INPA: Série Botânica*, n. 2.
- Barroso, M. G. (1978) *Morfologia de sementes*. Rio de Janeiro: IBDF (mimeografada, p. 25-35).
- Berlyn, G. P. (1972) Seed fermentation and morphogenesis. In: Kozlowsk, T. T. *Seed Biology*. New York: Acad. press. , v. 1, p. 223-312.
- Boesewinkel, F. D. , Bouman, F. (1984) The Seed: Struture. In: Johri, B. M. *Embriology of Angiosperms*. Berlin: Springer-Veriag. p. 567-610.
- Corrêa, M. P. F. (1989) *Caracteres quantitativos e qualificativos para descrição morfológica do guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis (Mart.) Ducke)* Manaus. 186p. (Tese de D. S.).
- , Kato, A. K. , Escobar, J. R. (1984) O estado atual de conhecimento sobre a cultura do guaraná. In: *Simpósio do Trópico úmido*, 1. , *Resumos*. BELÉM: EMBRAPA-CPATU. 266 p.
- Cavalcante, P. R. (1976) *Frutas comestíveis da Amazônia*. 3. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. p. 135-40.
- Corner, E. J. H. , M. A. , F. L. S. (1949) The Annonaceous seed and its four integuments. *The New York Phytologist*. , Great Britain, v. 48, n.3, p. 332-64.
- Dop, P. , Guatié, A. (1928) *Manuel de Technique Botanique*. 12. ed. J. Lamare Editions.
- Escobar, J. R. , Corrêa, M. P. F. , Barreto, J. F. , Dantas. J. C. R. (1986) Desenvolvimento e crescimento de mudas de guaraná. *Pesq. Agrop. Bras.* , Brasília, v. 21, n. 4, p. 399-408.
- Kapil, R. N. , Bouman, F. (1980) Seed appendagens in angiosperms. *Bot. Jahrb. Syst.* n.4, p. 555-73.
- Milanez, F. R. (1958) Anatomia do fruto do guaraná. *Arq. Jard. Bot.* , Rio de Janeiro, n.16, p. 57-100.
- Nazaré, R. F. R. de, Figueiredo, F. J. C. (1982) *Contribuição do estudo do guaraná*. Belém: EMBRAPA/CPATU. 40 p.
- Sass, J . E. (1951) *Botanical Microtechnique*. 2. ed. The Iowa State College Press. 228p.
- Van der Pijl. (1975) On the arilloids of Nephelium, Euphorbia, Litchi and Aesculos, and the seeds of Sapindaceae in general. *Acta Bot. Neerl.* , n.6, p.618-641.
- (1982) *Principles of Dispersal in Higher Plants*. New York: Springer-Verlag. p. 138-43.