

00252
1978
FL-PP-00252



BOTÂNICA DA SEMENTE (*)

FRANCISCO JOSÉ CÂMARA FIGUEIRÊDO (**)

I - INTRODUÇÃO

A semente no seu sentido amplo dentro da agricultura, representa muito mais que simples unidade fisiológica responsável pela sobrevivência da espécie por ela representada, é ela acima de tudo importante, por assegurar a continuidade da vida sobre a terra.

A semente sob o ponto de vista botânico, é fonte de curiosidade e pesquisas incessantes. Dada a necessidade que o homem sentiu de conhecer os segredos nela contidos, procurou entender com detalhes, todas as causas que a tornaram valiosa dentro da sociedade humana. A semente foi responsável pela mudança do hábito de homem, que, deixou a vida nômade e se fixou quando descobriu a capacidade geratriz das sementes, e então, foram sendo formadas as primeiras comunidades.

No estudo botânico da semente foi observado detalhadamente as partes que a compõe e as funções por elas representadas no processo da germinação, assim como a constituição física de cada uma delas. A seguir, será mostrado em forma reduzida a conceituação de semente, o seu processo de formação e a descrição de suas partes estruturais.

(*) Aula ministrada no II Curso sobre Tecnologia de Sementes, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Patrocínio MA-DNPV/DISEM/DEMA-PARÁ. 1978

(**) Engº Agrº, M.S. Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU/EMBRAPA

EMBRAPA - CPATU

BELÉM

1978

II - CONCEITUAÇÃO

Dentro da agricultura a conceituação de semente tem um sentido bastante amplo e pode não coincidir sob o ponto de vista botânico, uma vez, que, é comum chamar-se de semente qualquer tipo de agente de propagação da espécie.

A semente botanicamente falando é o óvulo fecundado e desenvolvido, que nas Angiospermas, está contida no interior de um fruto que é resultante do desenvolvimento do ovário. Alguns, definem semente como sendo o óvulo que contém um embrião, em estado de vida latente, envolvido por um tegumento protetor comumente chamado de casca.

O conceito agrícola de semente é muito vasto, podendo ser toda e qualquer parte do vegetal, que, quando colocada sob condições satisfatórias é capaz de dar origem a uma planta com as mesmas características da planta-mãe. A semente agrícola pode coincidir com a própria semente botânica, também chamada de semente verdadeira, como a do feijão, manga, pupunha, etc.; ou ser um órgão-vegetativo do vegetal, como a batata-inglesa, cará, estaca de mandioca, etc; ou ainda um fruto-semente, como acontece com as cariopses, cujos exemplos mais comuns temos o milho, o arroz, o trigo, etc., e como os aquênios como a malva e o girasol; ou um fragmento de fruto contendo em seu interior uma semente, como ocorre nos artículas de muitas espécies da família leguminosa, comum a alguns tipos de acácia; podendo ser também uma infrutescência-semente, como em espécies da família chenopodiácea, tal como a beterraba e a acelga.

III - ESTRUTURA DA SEMENTE

A semente ao atingir o seu estágio completo de maturação é comum encontrar-se em sua estrutura o embrião, o endosperma, o perisperma e o tegumento. Entretanto, algumas sementes po

dem apresentar apenas o embrião e os tegumentos.

1 - Embrião

O embrião é o esporófito (*) jovem e parcialmente desenvolvido, resultante da fusão da oosfera com um dos núcleos reprodutivos do grão de pólen.

Uma vez ocorrida a fertilização, o zigoto (2n) é envolvido por uma parede de células, e a seguir, ocorre uma série de divisões mitóticas das células, resultando na formação de uma massa celular que se desenvolve para dar origem a uma planta rudimentar, o embrião propriamente dito.

A importância do embrião na semente se caracteriza sobremaneira, por ser ele o responsável através do seu desenvolvimento, pela formação de uma nova planta.

Um embrião maduro apresenta as seguintes partes a saber:

- a) radícula: corresponde a raiz rudimentar, que, quando em desenvolvimento dará origem a todo sistema radicular da planta, normalmente é protegida pela caliptra;
- b) hipocótilo: é a região localizada acima da radícula e abaixo da inserção dos cotilédones. Esta parte do embrião, é bem diferenciada na grande maioria das dicotiledôneas e em algumas monocotiledôneas;
- c) cotilédones: representam as primeiras folhas embrionárias, muitas vezes elas são confundidos com as folhas verdadeiras

(*) Denominação de qualquer vegetal durante a fase diplóide da vida, em que suas células apresentam 2n cromossomos.

quando no estágio de plântulas. De acordo com a classe de plantas, pode aparecer em número de dois, como nas dicotiledôneas ou apenas um, como nas monocotiledôneas. A função dos cotilédones é variável, assim sendo, funcionam temporariamente como armazenadores de substâncias nutritivas nas dicotiledôneas, nas monocotiledôneas (gramíneas) o cotilédone funciona como uma espécie de haustório que absorve alimentos do endosperma e oferece também proteção à plântula.

- d) plúmula ou gêmula: é a parte vegetativa do embrião, constituída de uma massa de células meristemáticas que dá origem ao epicótilo e posteriormente ao caule, ramos e folhas. O epicótilo localiza-se, quando diferenciado, acima do ponto de inserção dos cotilédones.

As figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, esquemas do embrião e da plântula das dicotiledôneas.

Para alguns autores, a estrutura do embrião de monocotiledôneas é bem mais complexa que o das dicotiledôneas. A sua estrutura é constituída das seguintes partes: escudete ou escutelo, epicótilo ou plúmula, coleoptilo, radícula, caliptra, coleoriza e epiblasto, conforme mostra a figura 3.

O escudete ou escutelo põe o embrião em contato com o endosperma e corresponde ao cotilédone; o epicótilo ou plúmula representa o meristema apical do broto, responsável pela formação das primeiras folhas; o coleoptilo funciona como uma bainha, responsável pela proteção do epicótilo e dos primórdios foliares por ele originados; a radícula é o meristema apical da raiz que dá origem as raízes embrionárias; a caliptra, também muitas vezes chamada de coifa, funciona como uma bainha que protege a radícula; a coleoriza envolve a radícula e a caliptra, tem função protetora; e o epiblasto que aparece como uma pequena protuberância não funcional, presente em algumas espécies, como no

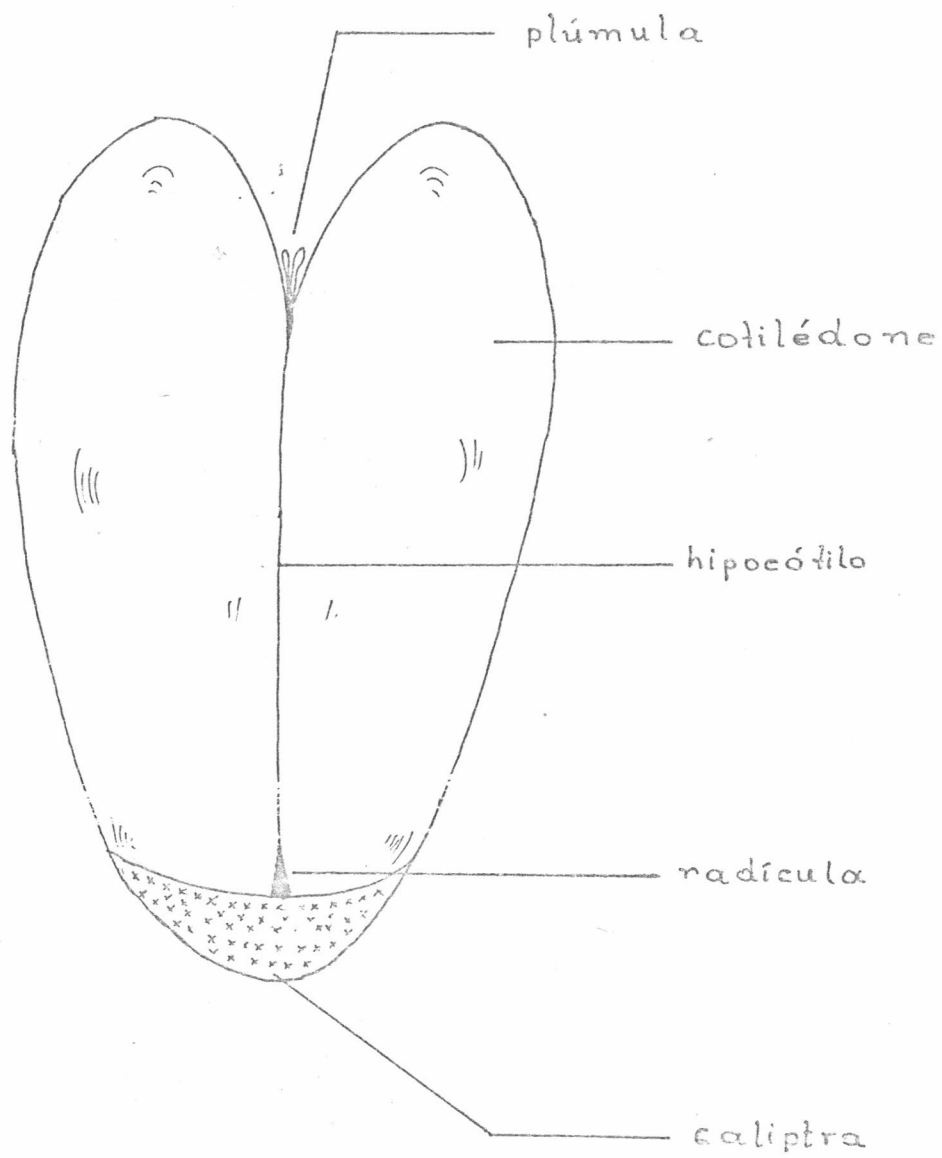


Fig. 1 - Esquema do embrião das dicotiledôneas

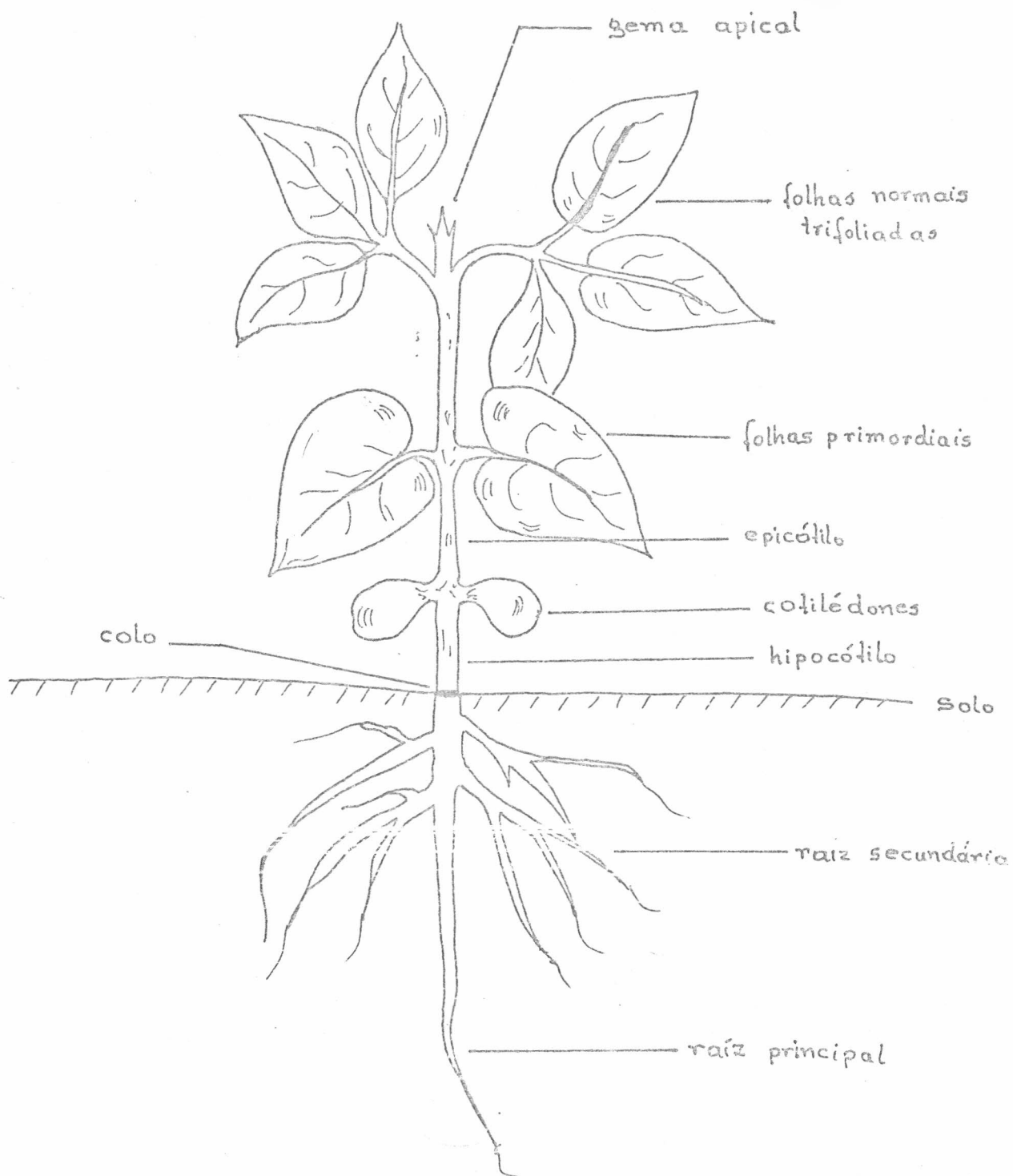


Fig. 2 - Esquema de uma plântula de dicotiledôneas (feijão)

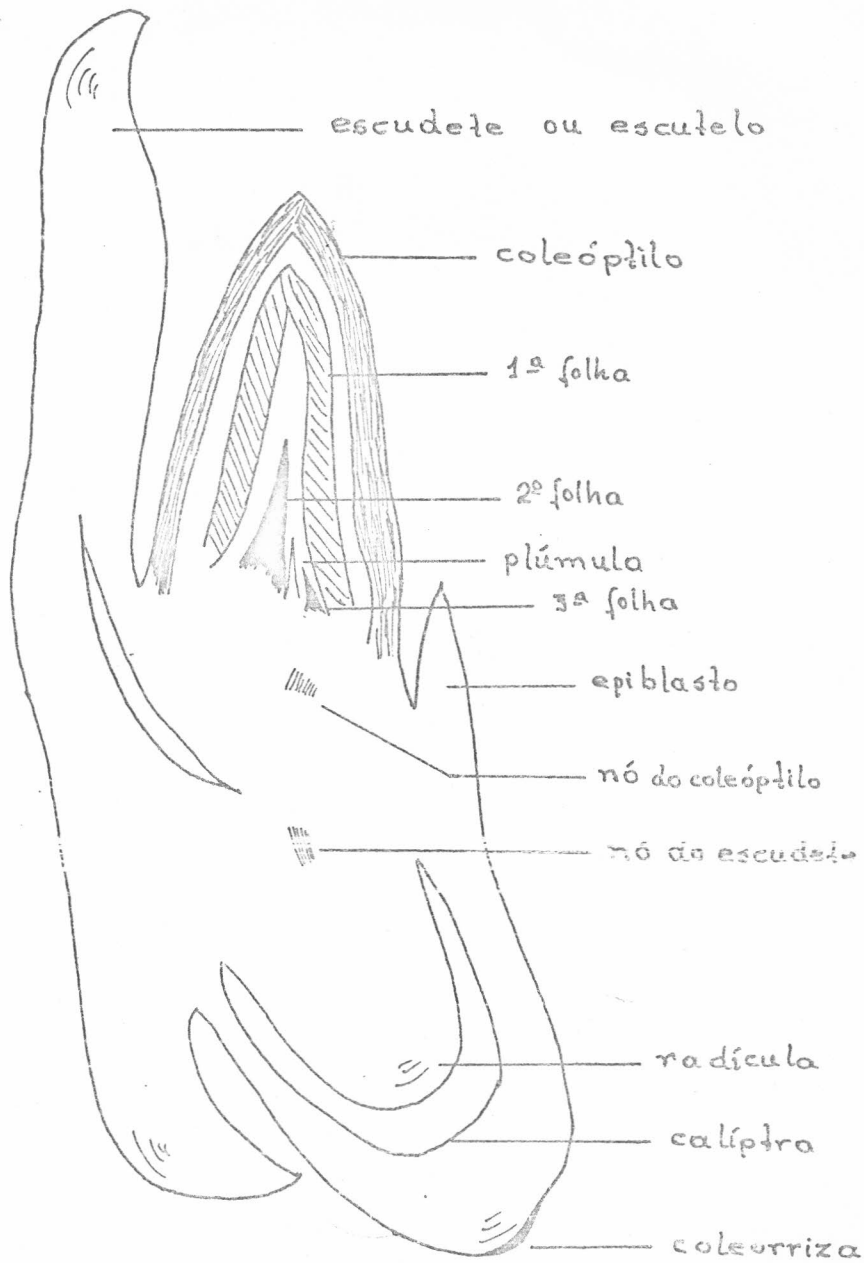


Fig. 3 - Esquema do embrião das monocotiledôneas

trigo por exemplo, e ausente em outras como no milho, segundo alguns botânicos, seria ele, o rudimento do segundo cotilédone.

Quando sementes de monocotiledôneas são colocadas para germinar, ao atingirem o estágio de plântula, mostram-se como na figura 4.

2 - Endosperma

O endosperma, tanto nas monocotiledôneas como nas dicotiledôneas, resulta da tríplice fusão entre os dois núcleos polares, que se fundem para formar o núcleo secundário do saco embrionário, com um dos núcleos espermáticos do tubo polínico.

O endosperma é de natureza triplóide, podendo se apresentar em quantidade variada e até mesmo estar ausente em determinadas sementes.

Após a fusão tríplice, que, dá início ao processo da endospermogênese, há formação de um núcleo ($3n$) comumente chamado de núcleo do endosperma primário. Este núcleo sofre uma série de divisões mitóticas durante a fase nuclear e assim prossegue após o estágio celular, quando, ocorre várias divisões seguidas de citocinese até o saco embrionário ficar tomado pelo endosperma.

O endosperma, quando tem o seu desenvolvimento completado, apresenta uma estrutura bastante variada. Em alguns casos, ele pode se apresentar sem substâncias de reservas, sendo constituído por um tecido bastante vacuolado revestido por membranas delgadas; outras vezes, ele é diferenciado como tecidos de reservas, como no endosperma propriamente dito, neste caso, poderá ser revestido por membranas espessas ou delgadas e é utilizado total ou parcialmente para o desenvolvimento do embrião.



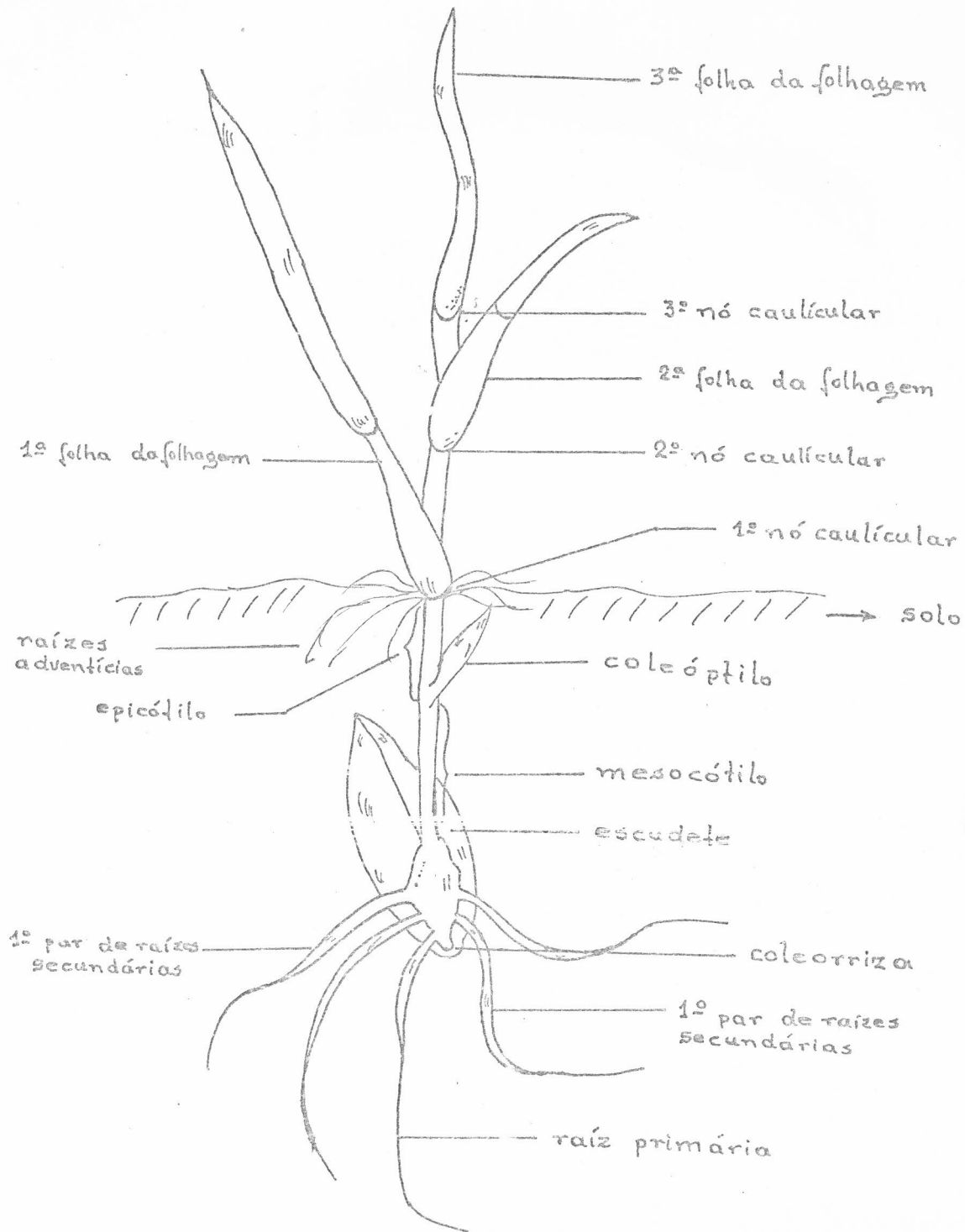


Fig. 4 - Esquema de plântulas de monocotiledôneas

(*) raízes que aparecem em folhas ou em caules.

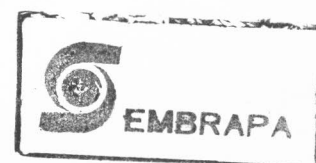
(**) pequeno eixo que constitui a plúmula das monocotiledôneas

As sementes, quanto a presença ou ausência do endospermas, classificam-se em albuminosas e exalbuminosas. São denominadas de albuminosas, as sementes, que, quando maduras, apresentam um endosperma formado por uma massa celular de reserva bem definida, que é consumida durante a germinação e desenvolvimento da plântula, comum às gramíneas. As sementes exalbuminosas, como das leguminosas, são desprovidas do endospermas que foi consumido durante o processo de formação do embrião, neste caso, as reservas nutritivas da semente madura são armazenadas nos cotilédones.

As reservas nutritivas armazenadas pelas sementes, tanto no endosperma como nos cotilédones, são usadas durante a germinação e para o desenvolvimento da plântula, até que esta se torne capaz de sintetizar, através do processo fotossintético, seu próprio alimento.

As sementes, de acordo com a natureza das substâncias de reserva armazenadas, classificam-se:

- a) amiláceas: sementes, como as de milho, trigo e arroz, cuja principal substância de reserva é o amido;
- b) aleuro-amiláceas: quando apresentam amido e proteínas como substâncias de reservas, como é o caso do feijão e da ervilha;
- c) oleaginosas: sementes que apresentam substâncias de reserva ricas em óleos, como a mamona e o amendoim;
- d) aleuro-oleaginosas: quando além de óleos existem, também, reservas proteicas, como na soja;
- e) cōrneas: sementes que apresentam reservas celulósicas, como é o caso do caquí.



3 - Perisperma

O perisperma não é comum a todas as espécies, apenas as sementes chamadas perispermáticas apresentam esta formação por ocasião de sua maturidade.

Segundo alguns, o perisperma é resultante de parte da nucela que não foi totalmente absorvida durante o desenvolvimento do embrião.

O perisperma é comumente encontrado como tecido de reserva nas sementes das Chenopodiáceas, Caryophyllaceas e do gênero *Coffea* (Rubiaceae).

4 - Tegumento

A estrutura de cobertura da semente, o tegumento, tem seu desenvolvimento intimamente relacionado com a estrutura tegumentária do óvulo que a origina.

Logo após a fertilização, os tegumentos ovulares transformam-se em tegumentos protetores da semente. Assim sendo, a primina, tegumento externo do óvulo, forma o tegumento externo da semente, a testa; e a secundina, tegumento interno do óvulo, forma a camada protetora interna da semente chamada de tegma. No caso particular das gramíneas, a primina e a secundina são digeridas pelo endosperma, e este, se coloca em contato com as paredes do ovário, portanto, ficando protegido pelo pericarpo, dando origem aos frutos-semente.

As principais funções tegumentárias são mostradas a seguir:

a) manter unidas as partes internas da semente;

- b) proteger as partes internas contra impactos e abrasões (*);
- c) funciona como barreira à entrada de insetos e micro-organismos no interior da semente;
- d) regular a velocidade de reidratação da semente, evitando ou minimizando possíveis danos devido às pressões desenvolvidas durante a embebição;
- e) regular a intensidade e a velocidade das trocas gasosas (oxigênio e gás carbônico) entre a semente e o ar atmosférico;
- f) regular a germinação, em alguns casos, sendo a causa de dormência.

IV - FORMAÇÃO DA SEMENTE

Na flor, após a diferenciação de suas peças, ocorrem paralelamente os fenômenos da macrosporogênese e microsporogênese, formação dos gametas feminino e masculino respectivamente, ao final dos quais, há a fertilização que resultará na formação da semente, porém, antes passando por um processo evolutivo até a definição de suas estruturas na maturidade.

No interior do óvulo diferencia-se em sua parte central a nucela, que, comumente, é denominada de macrosporângio. A seguir, distingue-se uma das células nucelares que dá formação a quatro macrosporas. Posteriormente, no processo da esporogênese normal, ocorre um crescimento precoce de uma das macrosporas, que passa a ser chamada de macrospora funcional que dará origem ao saco embrionário, e, as três macrosporas restantes, não funcionais, são destruídas.

(*) raspagem, ranhura (escarificação)

A macrospora funcional, até o final da macrosporogênese, sofre uma série de transformações evolutivas traduzidas, simplificadamente, pelas etapas que se seguem:

- a) o núcleo ($2n$) sofre uma cariocinese meiótica e dá origem a dois núcleos haplóides (n);
- b) esses núcleos resultantes encaminham-se, um para cada polo, aos polos da célula;
- c) cada um desses núcleos sofrem divisões mitóticas até que existam quatro núcleos em cada polo;
- d) de cada um dos polos, um dos núcleos se encaminha para a placa equatorial da célula;
- e) os núcleos que persistem nos polos munem-se de citoplasma originando células, em que, aquelas, localizadas no polo micropilar recebem nomes especiais, sendo uma oosfera e duas sinérgides; e denominam-se de antípodas aquelas localizadas no polo oposto;
- d) os núcleos que se encaminharam para a placa equatorial, mantêm-se um próximo do outro e um pouco antes da fecundação, unem-se e passam a formar o núcleo secundário do saco embrionário de natureza diplóide ($2n$).

Enquanto isso, o grão de pólen, também chamado de microspora, após germinar sobre o estigma, emite o tubo polínico que leva em sua extremidade o núcleo reprodutivo. Posteriormente, esse núcleo divide-se em dois núcleos haplóides que formarão as células espermáticas. Quando o tubo polínico penetra na micropila e atinge o saco embrionário ocorre o fenômeno da fertilização, em que, uma das células espermáticas funde-se com a oosfera dando origem ao embrião de natureza diplóide, e a outra, funde-se

com o núcleo secundário do saco embrionário, também chamado de mesocisto, originando dessa fusão, o endosperma ou albumem de natureza triplóide.

Uma vez realizada a fertilização ou fecundação inicia-se o processo de maturação da semente.

V - APOMIXIA

Na natureza observa-se que certas plantas multiplicam-se assexuadamente, isto é, sem que haja a fecundação do óvulo, muito embora pareça haver a formação de semente pelo processo sexual. Este tipo de fenômeno é conhecido como apomixia, e as plantas assim multiplicadas, são ditas apomíticas.

A massa celular que circunda o saco embrionário, nucela, é a responsável pela formação das sementes apomíticas, cujas características, são semelhantes àquelas oriundas do processo de fertilização.

As plantas originadas de sementes apomíticas apresentam uma grande vantagem, não segregam e são semelhantes aos pais. Este tipo de multiplicação equivale à reprodução clonal. Outras vantagens trazidas pelas apomíticas, é que certas sementes não transmitem vírus e seu cultivo, pode rejuvenescer clones velhos e desgastados.

A apomixia compreende três casos particulares a saber: a apomixia recorrente, apomixia não recorrente e apomixia vegetativa.

a) Apomixia Recorrente

O embrião desenvolve-se diretamente da célula "ovo" que possui, neste caso, o mesmo número de cromossomos da

planta-mãe. Isto é possível, devido ao fato de quando do desenvolvimento do saco embrionário, que pode ser a partir da célula-mãe do saco embrionário ou de uma outra célula adjacente, não ocorrer divisão meiôtica.

Alguns cultivares de cebola (*Allium cepa* L.), capim colonião (*Panicum maximum* Jacq) e algumas espécies do gênero *Poa*, como a grama-azul-de-Kentucky (*Poa pratensis* L.), são exemplos típicos de plantas apomíticas (apomixia recorrente).

b) Apomoxia não Recorrente

A apomoxia não recorrente caracteriza-se pelo fato do embrião se desenvolver diretamente da oosfera, partenogênese haplóide, sem que tenha ocorrido a fecundação. Neste caso, o embrião é haplóide, logo houve meiose.

Casos de apomoxia não recorrente são raros e seu interesse é quase que exclusivamente genético.

c) Apomoxia Vegetativa

Em alguns casos, na inflorescência, em lugar das flores, são produzidas gemas vegetativas ou bulbinhos que ao caírem no solo podem se desenvolver e originar uma nova planta. Essas formações são clones verdadeiros e a reprodução através delas, constituem uma forma de propagação vegetativa. A apomoxia vegetativa ocorre em certas espécies de *Poa*, de *Agave* e certas culturas de alho.

VI - POLIEMBRIONIA

A poliembrionia é um fenômeno, de causas ainda desconhecidas, que consiste no desenvolvimento de mais de um embrião no interior da semente.

Algumas teorias procuram explicar a causa da poliembribrionia, assim para muitos, o rompimento do zigoto ou do pró-embrião em várias unidades, poderia ser uma das causas da formação de vários embriões dentro da semente, outros admitem, serem eles originados das sinérgides, das antípodas e até mesmo de células nucelares.

A poliembrião é comum em citros, abacate, manga e outras espécies. Nestas espécies, o número de embriões é variável, citros apresentam de 2 a 5, abacate de 2 a 3 e em manga é possível encontrar até 16. Destes apenas um é resultante de fertilização, os demais originam-se de células na nucela e são chamados de apogâmicos (*), possuindo portanto, número de cromossomos idêntico ao da planta-mãe.

O embrião formado pela fertilização leva sérias desvantagens em relação aos embriões nucelares, muitas vezes, em decorrência de sua localização, pois situa-se no ápice do saco embrionário, em posição pouco favorável quanto a nutrição, devido a isso, chega até ser eliminado. Outras vezes, o embrião gamético (sexual) pode até germinar, mas é dominado pelos embriões nucelares devido ser de constituição genética mais fraca e com isso, ocorre um atraso no processo germinativo, ou mesmo por ter um crescimento inicial mais lento.

A planta formada de semente poliembriônica é chamada de "árvore nucelar" da qual são retiradas borbulhas sadias, muito comum em citros. Após análises de produtividade, resistência, sanidade e estabilidade genética, poderá uma planta tornar-se uma "árvore matriz" da qual obtém-se "clones nucelares" isentos de moléstias viróticas.

(*) Apogamia é o fenômeno de desenvolvimento duma planta esporofítica a partir de uma célula gametófila não fecundada, resultando um esporófito haplóide, em geral com estrutura morfológica igual a do diplóide normal.



VII - BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

- BARROSO, G.M. *Morfologia da semente*. Curso sobre Identificação de Sementes. Pelotas. Promoção da EMBRAPA/MA/AGIPLAN/UFPel. p. 1-5, julho, 1976.
- LIBERAL, O.H.T. *Formação das sementes*. IV Curso de Tecnologia de Sementes. Promoção da DEMA/CEPV - Bahia. 13p. novembro, 1973. (Mimeografado).
- POPINIGIS, F. *Formação, maturação e conceituação funcional de sementes*. Palestra proferida no 3º Ciclo de Atualização em Ciências Agrárias. Diretório Acadêmico do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 42p. 1976.
- SACCO, J. da C. *Botânica da semente*. Curso sobre Análise de Sementes. Pelotas. Convênio UFPel/MA/AGIPLAN. p. 9-20, agosto, 1975.
- *Anatomia vegetal*. Curso de Iniciação a Pesquisa em Análise de Sementes. Pelotas. Convênio UFPel/MA/AGIPLAN. Vol. 2.: 188p., fevereiro, 1974.
- SCHULTZ, A. *Botânica*. Enciclopédia Globo para os Cursos Fundamental e Médio. Editora Globo, Porto Alegre. 240p. 1976.
- TOLEDO, F.F. de. *Produção de sementes*. 6a. Edição. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Agricultura e Horticultura. Piracicaba. 60p., 1973.
- *Manual de sementes - Tecnologia da produção*. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo. 224p., 1977.

EMBRAPA - CPA Trópico Úmido

Proc. DoençasN.ºAdquirido emBelém, 26 / 05 / 78