

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MORFOLOGIA DE SEMENTES

Revisao bibliografica sobre

FL-4746



16548-1

Nilton Pereira da Costa^{1/}

TECNOLOGIA DE SEMENTES

A semente é constituída do embrião, endosperma e tegumento. O embrião ou este mais o endosperma ocupam a maior parte do volume da semente enquanto o tegumento experimenta considerável redução a partir da sua origem.

A micrópila pode permanecer com o poro fechado ou ser obstruída. O funículo, todo ou em parte sofre abscisão deixando uma cicatriz, o hilo, considerado como a parte da semente mais permeável à água. Em óvulos anátropos, parte do funículo permanece reconhecível como uma linha saliente, rafe, em uma face da semente.

TEGUMENTO

O mais interno dos tegumentos do óvulo das leguminosas desaparece durante a ontogenia da semente, enquanto que o mais externo dos tegumentos se diferencia numa série de camadas distintas:

Epiderme - mais externa, unicelular, camada paliçádica, esclerídeos, macroesclerídeos ou células de Malpighi com paredes desigualmente espassadas. Duas camadas em paliçada ocorrem na região do hilo.

Hipoderme - células colunares, osteosclerídeos.

Parênquima lacunoso - células alongadas tangenciais (externamente).

- células menores, muito ramificada (internaamente).

^{1/} Engº Agrº, Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Caixa Postal 1061 - Londrina, PR.



O sistema vascular do ovário de muitas leguminosas é bem desenvolvido. Partindo do funículo o feixe vascular se estende até a região da chalaza onde se ramifica. Um grupo composto de traqueídeos de função desconhecida ocorre na região do hilo.

A camada paliçádica tem atraído muita atenção que sua estrutura, em certas sementes de leguminosas, é atribuída estar ligada ao grau de impermeabilidade e à germinação. A chamada linha lúcida é assumida ser uma região particularmente impermeável. O efeito da linha lúcida resulta do alto grau de refração numa região restrita nas paredes da epiderme. Em cortes da semente esta região se orienta tangencialmente um pouco acima do meio de cada célula. As regiões de refração das células adjacentes situam-se na mesma posição e por esta razão formam uma linha contínua através da epiderme quando vista em corte. Em aspecto tridimensional a formação responsável pelo efeito da linha pode ser visualizada como uma bainha acompanhando o formato da semente. A parede celular ao nível da região da linha lúcida é descrita como especialmente compacta. Experimentos relativos à entrada de corantes em sementes não danificadas indicam que a linha lúcida representa uma barreira à sua passagem.

As sementes duras das leguminosas alcançam e mantem uma percentagem muito baixa de umidade que não é afetada pelas flutuações do grau de umidade do ar circundante. Este alto grau de dessecação é atribuído à intensa impermeabilização do tegumento combinado com a ação valvular do hilo. O hilo atua como uma válvula higroscópica. Uma fissura ocorre ao longo da depressão do hilo. Esta fissura se abre quando a semente é circundada por ar seco e se fecha quando o ar é úmido. Assim, a entrada de umidade é restrita mas observa-se a perda.

A ocorrência de tegumentos altamente impermeáveis é um dos fatores importantes na germinação retardada não somente em leguminosas. Nesse aspecto a ocorrência de camadas cuticulares é de alto interesse. Essas camadas tem sua origem nas cutículas do óvulo. O óvulo jovem é inteiramente revestido na superfície por qui-

tina. Após o desenvolvimento dos tegumentos do óvulo duas ou três camadas de quitina podem ser visíveis, as dos tegumentos e a da nucela. Durante o desenvolvimento do tegumento pode haver justaposição de cutículas, tornando o embrião e o endosperma envoltos por uma camada quitinosa interrompida apenas no hilo. Além disso, a e-piderme da semente pode também apresentar quitina.

ENDOSPERMA

O produto dos dois núcleos polares do saco embrionário com um núcleo espermático do tubo polínico da origem ao endosperma. A partir do endosperma inicial reconhece-se dois tipos de endosperma:

- a) Nuclear: multiplicação de núcleos sem haver citoquinese imediata
- b) Celular: em que a divisão nuclear está associada à citoquinese

A longevidade do endosperma, o tipo e quantidade de material armazenado varia amplamente nas diferentes espécies. O material comumente armazenado é o amido. Alguns carboidratos como os polissacarídeos e hemiceluloses também são considerados com material de reserva.

O endosperma de amido parece não ser vivo na maturidade em numerosas famílias - Juncaceae, Cyperaceae, Gramineae, Chenopodiaceae; por outro lado parece ser vivo em Liliaceae, Ricinus, etc. Nos cereais a camada de aleurona localizada na periferia do endosperma é viva.

Sementes sem endosperma ou apenas com resquícios são chamadas exalbuminosas. As com endosperma se chamam albuminosas (albúmen). Na primeira o embrião é grande em relação à semente como um todo e armazena reservas particularmente nos cotilédones (Leguminosae, Cucurbitaceae, Compositae). Várias substâncias podem ser armazenadas nos cotilédones. O amido é uma reserva comum, mas os carboidratos podem ser armazenados como hemiceluloses nas paredes celulares dos cotilédones.

Admite-se que exista uma relação nutricional entre o embrião e o endosperma. A digestão do endosperma pelo embrião em desenvolvimento é parte de uma série complexa de fenômenos que transferem materiais nutritivos do antigo esporófito para o novo. Os tecidos ovulares acumulam amido após a fertilização, destruindo-se depois. Nos estágios iniciais o endosperma parece ser o elemento que transmite o material nutritivo dos tecidos do óvulo ao embrião. Mais tarde o endosperma é destruído parcial ou totalmente à medida em que o embrião avança durante o seu crescimento no saco embriológico. O endosperma que persiste nas sementes com albúmen é utilizado durante a germinação.

EMBRIÃO

O desenvolvimento do embrião varia consideravelmente em diferentes grupos de plantas e muitas discordâncias ainda existem quanto ao significado das divisões iniciais do embrião bem como à interpretação de certas partes do embrião maduro.

Originalmente o termo embrião foi usado em botânica para designar o jovem esporófito dentro da semente. Mais tarde tornou-se mais elástico e veio denotar qualquer planta no seu estágio inicial de desenvolvimento.

Embrião das dicotiledóneas

As partes básicas de um embrião de dicotiledóneas são:

- o eixo embrionário
- os cotilédones

Eixo Embrionário

- a) hipocótilo - eixo hipocótilo - raiz
(hypo = abaixo) . tecido meristemático coberto por uma camada de células na extremidade da raiz.
- b) epicótilo - tecido meristemático permanece na extremidade superior do eixo embrionário entre os dois cotilédones; às vezes há o desenvolvimento de uma pequena haste e um ou mais primórdios foliares antes da maturação do embrião, denominando-se epicótilo, termo que às vezes é denominado também de plúmula.

Acima da radícula está o nó cotiledonar (não há hipocótilo distinto da radícula), seguindo-se então o epicótilo com diversas primórdios foliares. O mais externo destes é o coleoptilo que na maioria das gramíneas é um cone ôco comum pequeno poro próximo ao ápex. O coleoptilo engloba vários primórdios foliares e o meristema apical da haste. A parte do eixo entre o nó do escutelo e o coleoptilo é um entrenó que muitas vezes é chamado de mesocótilo. Em algumas gramíneas, uma pequena intumescência, o epiblasto, está presente oposto ao escutelo. O epiblasto é muitas vezes interpretado como um segundocotilédone rudimentar. Cerca de cinco dias após a fecundação, o embrião se torna claviforme. A parte mais larga dá origem ao corpo do embrião; a parte inferior é o suspensor. Aos dez dias o embrião é alongado e engrossado num lado em vista do crescimento do escutelo.

Oposta ao escutelo no eixo embrionário está a extremidade do epicótilo. Torna-se uma pequena proeminência circundada por uma banda de tecido, o coleoptilo insipiente. À medida que o coleoptilo se desenvolve, os primórdios foliares são iniciados e o crescimento do epicótilo é reorientado de uma direção lateral para vertical. O escutelo cresce em torno de um sulco no endosperma no qual o eixo embrionário se localiza e eventualmente cobre o nó do escutelo.

Na extremidade inferior, acima do suspensor, estão a radícula e a cobertura da raiz (coifa). No princípio a radícula permanece unida ao tecido da coleorriza, mas se separa quando o embrião amadurece.

Acima do nó do escutelo raízes adicionais são iniciadas. Estas são chamadas raízes seminais. Após a germinação, durante a fase de crescimento conhecida como perfilhamento, novas raízes adventícias se desenvolvem a partir dos nós dos calmos principal e laterais.

Origem e desenvolvimento das partes

ÓVULO → OVO OU ZIGOTO → EMBRIÃO
fertilidade desen.

Na maioria das dicotiledôneas a primeira divisão do zigoto já revela uma polaridade. Das primeiras duas células formadas, a que está mais próxima da micrópila (célula proximal) tornar-se-á a parte inferior do embrião e a outra (célula distal) a parte superior do embrião. A aparência citológica do zigoto (grande vacuolona extremidade proximal e um denso citoplasma e núcleo na extremidade distal) sugere que a polaridade tenha se estabelecido antes da fertilização.

A primeira divisão é transversal ou mais ou menos inclinada em relação ao eixo longitudinal do zigoto. A seguir, mais divisões transversais seguem, ou, também, divisões verticais podem ocorrer em algumas partes do embrião. Em geral, o embrião assume primeiro uma forma cilíndrica (filamentar) ou claviforme. Logo a seguir a parte distal torna-se muito ativa (divisão celular). Como resultado a parte distal assume uma forma esférica. Com esta mudança torna-se clara a distinção inicial entre o corpo do embrião e o suspensor. Antes disso o embrião é muitas vezes chamado de pró-embrião.

A seguir observa-se uma mudança na simetria que de radial (esférica) passa a bilateral (uma estrutura achatada). O achatamento precede imediatamente o início dos cotilédones. Estas primeiras estruturas foliares são iniciadas por divisões localizadas à direita à esquerda do maior diâmetro na parte superior do corpo achatado. Os cotilédones primeiro emergem levemente e depois por divisões sucessivas e por aumento das células se desenvolvem em estruturas foliares. O eixo abaixo dos cotilédones diferencia um meristema radicular ou uma radicular ou uma radícula na extremidade inferior e se torna o eixo hipocótilo-radicula.

A futura epiderme (protoderme, chamada frequentemente de dermatogênio) é formada por divisões periclinais próximas à superfície. Quando os cotilédones se expandem o protoderme se divide anticlinalmente. Uma vacuolização acelerada em certas partes do embrião indica o desenvolvimento do meristema, precursor do tecido fundamental. O tecido do eixo hipocótilo-raiz e dos cotilédones, que permanece menos vacuolizado, constitui o meristema que originará o futuro sistema vascular primário, o procâmbio. Por subsequentes divisões longitudinais e alongamento, as células do procâmbio tornam-se longas e estreitas. A disposição do meristema que vai formar o sistema vascular varia nas diferentes espécies, mas em todas representam um sistema ordenado e contínuo entre os cotilédones e o eixo hipocótilo-raiz.

O crescimento da futura planta a partir do embrião é possível pela organização dos meristemas apicais da haste e da raiz. Estes meristemas aparecem nos dois polos opostos do eixo embrionário: o próximo ou polo radicular e o polo distal ou polo da haste. O meristema apical da parte aérea pode ser interpretado como um pequeno resíduo de tecido embrionário localizado entre os cotilédones. Algumas vezes a célula mais distal do suspensor, que é contígua com o corpo do embrião propriamente dito, está intimamente ligado à formação do meristema radicular e da coifa e é chamada hipófise.

Embrião das Monocotiledoneas

Nos estágios iniciais do desenvolvimento, os embriões das dicotiledôneas e das monocotiledôneas são similares. A diferença torna-se evidente quando começa a formação do cotilédone. Na ausência do segundo cotilédone, o embrião monocotiledonar não se torna bilobado na extremidade distal. O cotilédone único domina o desenvolvimento num grau tal, que muitas vezes aparece como se fosse uma continuação direta do eixo do embrião. O cotilédone aparentemente ocupa uma posição terminal enquanto que o meristema apical da haste é encontrado no lado do cotilédone.

Embrião da Cebola

As primeiras divisões levam à formação de um embrião claviforme. Mais tarde o embrião é um corpo quase esférico num suspensor fino. O cotilédone desenvolve-se para cima a partir do suspensor. Uma pequena depressão num lado do embrião - futuro meristema apical - indica que a parte que cresce para cima não é um simples prolongamento do eixo embrionário. Entretanto, em vista do seu vigoroso crescimento, o cotilédone parece ser terminal e a parte deprimida do meristema apical, lateral. A depressão é rasa no começo, mas aumenta em profundidade à medida que o tecido na margem cresce. Este crescimento marginal é uma extensão em forma de bainha do cotilédone. O meristema apical se origina com um pequeno aglomerado de células embrionárias no fundo da depressão e inicia o primeiro primórdio foliar. Quando a semente germina, a primeira folha emerge do envoltório através de uma abertura acima da bainha. O meristema apical da raiz bem como a sua cobertura se organiza na base do pequeno hipocótilo.

O embrião maduro tem um protoderma, um meristema relativamente vacuolado e um procâmbio menos vacuolado. Este último se estende desde o meristema radicular até a base do cotilédone, onde se expande e forma um pequeno ramo dirigido para extremidade do epicótilo e um longo ramo se estendendo através do cotilédone.

Embrião de Gramíneas

Atinge um alto grau de diferenciação; quando visto dentro da cariopse madura o embrião é comprimido contra o endosperma pelo cotilédone ou escutelo. Numa seção longitudinal através do meio do escutelo, o eixo embrionário aparece lateralmente colocado a ele. A parte inferior do eixo é a radícula, que dispõe de um meristema apical e uma cobertura (coifa) na extremidade inferior. A raiz e a coifa estão abrangidos numa coleorriza, que no embrião jovem é contínua ao suspensor.

TRIGO

Cariopse: fruto seco indeiscente, dotado de uma semente com um pericarpo fino e compacto.

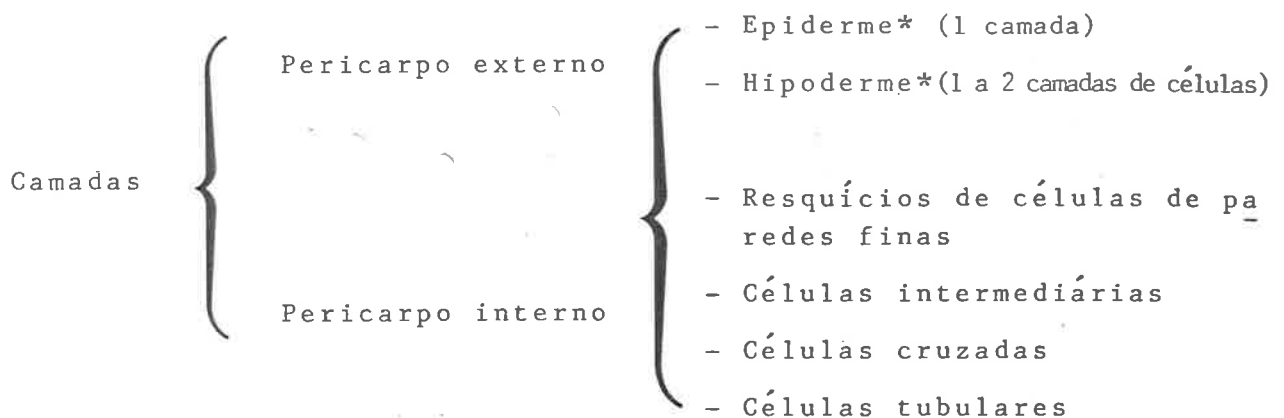
O embrião ocupa 1/6 a 1/4 ou mais da área dorsal. O embrião se desenvolve cedo (antes que o endosperma) e se apresenta normal mesmo com sementes enrugadas ou chocahs.

Superfície lisa, excetona extremidade oposta ao embrião onde fica a região dos pelos.

O sulco aparece na fece ventral do grão. Normalmente o sulco penetra até quase a metade do grão, embora a profundidade não seja discernível externamente. O sulco se desenvolve ao longo dos principais vasos do ovário. A parte dorsal do grão é arredondada.

As cores predominantes do trigo são castanho avermelhado (quase universalmente referido como vermelho), branco e gradações entre eles. A expressão da cor é afetada pela textura do endosperma; com endosperma duro (vitreo) os grãos vermelhos são mais escuros do que os de endosperma mole.

Pericarpo (parede do ovário)



* O eixo longitudinal é paralelo com comprimento do grão; não há espaços intercelulares

Nas paredes externas da epiderme aparece uma cutícula. Na extremidade do grão muitas células epidérmicas modificam-se para formar os pelos.

As células intermediárias do pericarpo interno são de forma irregular e ocorremna mioria na região dos pelos e na área do embrião.

Na maior parte do grão há uma camada de células, cruzadas, alongadas, assim chamadas porque o eixo maior é perpendicular ao eixo maior do grão. As células tubulares (cilíndricas) formam a epiderme interna do grão e apresenta muitos espaços intercelulares.

Junto ao pericarpo está o tegumento da semente. O tegumento apresenta uma camada celular que dificilmente é reconhecida.

A camada de aleurona é normalmente unicelular e é a camada mais externa do endosperma. Junta-se com o endosperma exceto no embrião. As células da camada de aleurona são de paredes espessas. A camada de aleurona contém grânulos de aleurona (proteína).

As células do endosperma contém grânulos de amido. São de três tipos: a) periférico (próxima à camada de aleurona); b) central (no centro das duas protuberâncias formadas pelo culço); e c) prismático (entre os dois outros tipos).

Embrião

Consiste em duas partes:

- eixo embrionário
- escutelo (órgão de reserva, digestor e absorvedor)

Eixo embrionário

Plúmula - folas rudimentares rodeadas pelo coleptilo.

Raiz primária e coifa rodeada pela coleorriza.

Escutelo

Ao lado do eixo embrionário é a maior parte do embrião. Tem a forma de um escudo e se ajusta perfeitamente ao endosperma.

A epiderme do escutelo é constituída de células alongadas, cilíndricas e secretoras. Secretam diastase, enzima que solubiliza as reservas de amido armazenadas nas células do endosperma.

O epiblasto é uma pequena projeção oposta ao escutelo.

O Coleoptilo é uma bainha protetora. A plúmula (dentro do coleoptilo) consiste de duas ou três folhas rudimentares em torno da extremidade do colmo. A primeira folha se encontra oposta ao escutelo.

O sistema radicular consiste de uma raiz primária e dois pares de raízes secundárias. O par inferior (mais velho) surge imediatamente acima do ponto de inserção do epiblasto, as raízes secundárias são menores que a primária.

Tecidos condutores parcialmente desenvolvidos, formam um feixe vascular a partir do eixo embrionário para o escutelo e se divide em muitos ramos à medida que se estende dentro do escutelo. Feixes vasculares a partir da raiz se anastomosam com ele.

SOJA

- Destituída do endosperma.
- Forma da semente: esférica e alongada e achatada.
- Hilo: cicatriz do funículo.
- Micrópila: pequena abertura dos tegumentos do óvulo.
- Rafe: oposta à micrópila.

Tegumento

- a) Epiderme - células compactas (camada paliçádica). Paredes grossa. Camada de quitina externa
- b) Hipoderme - camada de uma única faixa de células em forma de 'I' maiúsculo. Espaços intercelulares.
- c) Camada de parênquima interno - seis a oito camadas.

Os remanescentes do endosperma permanecem presos ao tegumento. A camada externa do endosperma é aleurona composta de pequenas células cubóides cheias de proteína densa.

Embrião

Cotilédones

Plúmula - 2 folhas primárias; 2mm de comprimento

eixo hipocótilo - raiz - 5mm

{	- epiderme
	- cortex
	- cilindro central

Cor das sementes

Amarela	unicolor
Verde	bicolor
Preto	Variegada

É na camada paliçádica que se distribuem os pigmentos (antocianina) responsáveis pela cor.

Cor do cotilédone maduro

{	- verde
	- amarelo
	- amarelo pálido

REVISÃO DE LITERATURA

BEWLEY, J.D. & BLACK, M. The structure of seeds and their food reserves. In & . Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Berlin, Springer - Verlag, 1978. p.7-39. (Developmente, germination, and growth, 1).

COPELAND, L.O. Seed formation and development. In: Principles of seed science and technology. Minneapolis, Burgess, 1976. p.15-36.

MAYER, A.M. & POLJAROFF-MAYBER, A. The structure of seed and seedlines. In: & . The germination of seed New York, the Machillan Company, 1963. V.3/p.1-16.

SINGH, H. & JOHRI, B.M. Development of gymnorperm seeds.

In: KOZLOWSKI, T.T. ed. Seed biology. New York, Academic Press, 1972. p.21-75.