



Nella riproduzione delle piante c'è un processo fondamentale che consente di trasferire il polline dagli stami al pistillo, è l'**impollinazione**.

Tutti gli organismi provvedono alla conservazione della propria specie generando nuovi individui mediante la riproduzione. La riproduzione si divide in due grandi categorie: **asessuata** e **sessuata**.

Riproduzione asessuata

Genera individui che mantengono, salvo mutazioni, il patrimonio genetico dei genitori. E' importante quindi per un aumento del numero degli individui della popolazione.

Riproduzione sessuata

E' il processo attraverso cui i caratteri ereditari dei genitori si rimescolano in modo da portare ad una maggiore adattabilità dell'organismo all'ambiente nel quale vive. Questa riproduzione porta, quindi, a variabilità genetica e rende più facile il processo evolutivo.

Nel regno vegetale sono state sviluppate diverse strategie per poter attuare la riproduzione sessuata (vedi impollinazione); la tappa ultima e più significativa per quanto riguarda la messa a punto dei meccanismi riproduttivi ottimali per l'ambiente terrestre la ritroviamo nelle **Angiosperme** ed è rappresentata dal **fiore**.

Le Angiosperme costituiscono la divisione Anthophyta, appartenente alla superdivisione Spermathophyta che raggruppa tutte le piante a seme.

Il fiore è un germoglio a crescita determinata portato da un pedicello e costituito da diverse parti fiorali:

- il **perianzio**, l'insieme dei pezzi sterili organizzati in un calice ed una corolla. Il *calice* è formato dai *sepali*, antofilli di aspetto fogliaceo; la *corolla* è costituita dai *petali*, antofilli colorati e situati al di sopra dei sepali;
- il **gineceo**, organo femminile costituito da uno o più pistilli o carpelli. I *pistilli* sono formati da una parte basale ingrossata e cava, l'*ovario*, contenente uno o più ovuli (macrosporangii), una porzione assile, lo *stilo* e una parte apicale, lo *stigma*, adatta a trattenere i granuli di polline;
- l'**androceo**, parte fertile maschile costituita dagli *stami*. Ogni stame è formato da una porzione esile ed allungata, il *filamento*, e da una parte apicale ingrossata, le *antere*, composta da due lobi, *teche*, comprendenti ognuna due logge o *sacche polliniche* (microsporangii).

Tipologie

I fiori che presentano sia stami che carpelli sono detti ermafroditi, o monoclini; i fiori unisessuali, o diclini, possono essere privi di pistilli ma provvisti di stami (fiori maschili o staminiferi), oppure privi di stami ma con pistilli (fiori femminili o pistilliferi).

La diversità morfologica e biologica che si osserva oggi nei fiori deriva da un processo evolutivo attraverso il quale la pressione selettiva ha favorito tutti quei caratteri che hanno consentito all'organismo di aumentare l'efficienza della riproduzione in relazione alle caratteristiche dell'ambiente nel quale esso vive.

La riproduzione sessuale nelle Angiosperme è mediata da un processo molto importante detto impollinazione

L'impollinazione è il processo attraverso il quale il *granulo pollinico* è trasportato dalle antere, dove è stato prodotto, fino allo stigma del pistillo adatto. I granuli di polline maturi corrispondono ad un gametofito maschile binucleato estremamente ridotto. Le due cellule che formano il granulo pollinico sono:

- una *cellula vegetativa*, provvista di un nucleo che non si divide più;
- una *cellula generativa*, provvista di un nucleo che molto presto si dividerà dando origine a due nuclei spermatici.

A seconda che il fiore sia monoclinico o diclinico e in base a come i sessi sono distribuiti sulle piante (monoicismo: fiori maschili e femminili presenti contemporaneamente sulla stessa pianta; dioicismo: fiori maschili e femminili si trovano su piante separate della stessa specie), lo svolgimento dell'impollinazione acquista caratteristiche diverse che si indicano con denominazioni particolari:

- **autoimpollinazione** o autogamia, in un fiore ermafrodita il polline è trasportato dagli stami al pistillo del medesimo fiore o tra fiori diclinici dello stesso individuo;
- **impollinazione incrociata** o allogamia, l'impollinazione avviene tra fiori appartenenti ad individui diversi ma della stessa specie;
- **ibridazione** o ibridogamia, l'impollinazione avviene tra individui di specie diverse.

In natura è largamente diffusa l'esistenza di barriere che impediscono in modo più o meno efficiente l'**autoimpollinazione**, la quale tende ad accrescere le frequenze degli omozigoti a spese degli eterozigoti (diminuisce la variabilità genetica). Il modo più sicuro per impedire l'autoimpollinazione consiste nella separazione dei sessi tra gli individui di una popolazione (piante dioiche); l'esistenza di piante unicamente maschili e femminili impone un'impollinazione incrociata.

Nel caso di piante monoiche e di fiori ermafroditi, invece, l'allogamia è favorita attraverso:

- la **dicogamia**, gli organi sessuati non arrivano simultaneamente a maturità. La dicogamia si può realizzare con due varianti: gli stami liberano il polline quando lo stigma non è recettivo (proterandria); lo stigma è recettivo quando gli stami non sono ancora giunti a maturità (proteroginia);
- l'**ercogamia**, esistenza di conformazioni organiche che impediscono al polline di un fiore di raggiungere lo stigma dello stesso fiore. Nel genere *Orchis*, per esempio, le superfici stigmatiche sono sormontate da una sporgenza che impedisce al polline dell'unico stame, situato al di sopra della sporgenza e leggermente rientrante, di depositarsi su di esse;
- l'**eterostilia**, in una stessa specie si ha la presenza di due o tre tipi di fiori, ripartiti su individui distinti, che differiscono per la diversa lunghezza o punto di inserzione degli stili. Per esempio, nella *Primula officinalis* vi sono due tipi di fiori: fiori longistili in cui lo stigma supera l'androceo; fiori brevistili, con stigma situato a metà del tubo corollino. Inoltre, i fiori longistili formano granuli di polline di piccole dimensioni e papille stigmatiche molto allungate, i

fiori brevistili formano granuli di polline voluminosi e papille stigmatiche molto corte. Così il polline dei fiori brevistili viene inibito dalle papille stigmatiche dello stesso fiore e il polline dei fiori longistili è inefficace su uno stilo lungo; l'impollinazione incrociata è quindi obbligatoria;

- l'incompatibilità (o **autosterilità**) genetica che può essere: gametofitica o sporofitica. L'incompatibilità gametofitica (definita così perché comincia quando si origina la meiospora dalla quale si svilupperà il gametofito maschile) è legata alla presenza di determinati geni dell'autosterilità. Tali geni sono indicati con la lettera S e i singoli alleli sono contrassegnati da un numero. Ogni individuo (ovvero lo sporofito) avrà, quindi, due geni S (per esempio S1 e S2). Alla meiosi avverrà la segregazione di questi geni, per cui il 50% dei pollini avrà il gene S1 e l'altro 50% il gene S2. L'incompatibilità si manifesta tra pollini e stimmi quando l'allele del polline è identico ad uno dei due alleli delle cellule stigmatiche. Dato che tutte le cellule di un individuo hanno i medesimi geni, ogni granulo di polline di tale individuo conterrà sempre uno dei due geni S presenti anche nelle cellule stigmatiche della medesima pianta, per cui, nel caso di autoimpollinazione la crescita del tubetto pollinico sarà bloccata. L'incompatibilità sporofitica (definita così perché si attua in cellule che appartengono ancora al vecchio sporofito) non è determinata dagli alleli presenti nel granulo pollinico, ma dalla struttura genetica della pianta produttrice del polline.

Anche se molte Angiosperme hanno adottato l'autoimpollinazione come modalità regolare di riproduzione (hanno evoluto quindi fiori *cleistogami*, cioè che non schiudono mai la corolla così da assicurare l'autofecondazione), nella maggior parte dei casi, la selezione naturale ha premiato i tipi di fiori in cui viene favorita l'allogamia, la quale offre maggiori possibilità di ricombinazione genetica e comparsa di nuovi caratteri.

Essendo le piante, però, degli organismi non dotati di capacità motorie, è impossibile per loro andare alla ricerca del partner adatto. Per questo motivo il trasporto del polline viene assicurato da diversi mezzi. L'utilizzo di mezzi abiotici come il vento o l'acqua, ha come conseguenza l'impossibilità di impedire che sullo stigma arrivino pollini delle specie più diverse. L'impollinazione abiotica è, infatti, detta anche non selettiva perché non vi è nessuna possibilità di effettuare una scelta preventiva tra pollini che giungono sugli stimmi.

E' per questo che si è sviluppata l'impollinazione biotica, che permette una selezione dei pollini adatti, selezionando gli animali che vengono utilizzati per il trasporto del

polline. Sulla base della modalità di trasporto del polline, l'impollinazione può essere distinta in:

1. *anemogama*
2. *idrogamma*
3. *zoogama*

Impollinazione anemogama o anemofila

Comporta tutta una serie di adattamenti atti a favorire il trasporto del polline per mezzo del vento. Le piante soggette a questa impollinazione producono una grande quantità di polline per assicurare l'impollinazione, altrimenti incerta; il vento, infatti, distribuendo casualmente i granuli pollinici ne determina una perdita enorme.

I fiori sono privi di tutti quei mezzi di richiamo per gli animali pronubi (perianzio a colori vivaci, nettari che producono nettare, etc.), ma sono ben esposti e quelli femminili sono costituiti da stili e stimmi fortemente ingranditi per facilitare l'intercettazione del polline.

I granuli di polline hanno delle caratteristiche che li rendono adatti a rimanere sospesi nell'aria per un periodo abbastanza lungo; sono infatti lisci, di piccole dimensioni e polverulenti. La cessione del polline viene favorita dalla mobilità dei filamenti o dei peduncoli fiorali; mediante lo scatto dei filamenti, che si tendono elasticamente, le antere esplodono emettendo nuvole di polline. L'impollinazione viene inoltre facilitata da una fioritura precoce, prima che la formazione delle foglie rappresenti un ostacolo.

L'impollinazione anemogama è di tipo passiva ed ha come svantaggio la caduta casuale del polline. Per far fronte a questo inconveniente deve essere prodotta una grande quantità di polline (elevato dispendio energetico) e nonostante ciò solo una piccolissima percentuale riesce a raggiungere l'ovulo.

Comunque questo dispendio energetico viene bilanciato dal fatto che le piante che presentano una impollinazione anemogama non devono investire energia nella produzione di un fiore grande e con particolari caratteristiche che servano da richiamo per i vettori del polline.

Impollinazione idrogama o idrofila

Favorita dall'acqua. In alcuni generi di piante acquatiche i granuli di polline, trasportati sott'acqua o galleggianti, sono filiformi o collegati a catena per accrescere la loro probabilità di entrare in contatto con stimmi recettivi. In altri generi, come per esempio *Vallisneria spiralis* (specie dioica comune nelle acque a

decorso lento), i fiori maschili si distaccano dalla pianta che li ha prodotti (al momento della maturazione delle antere) e sono trasportati dalle correnti fino ai fiori femminili, che galleggiano rimanendo però attaccati con un lungo peduncolo alla parte sommersa.

Avvenuta la fecondazione, il peduncolo florale, contraendosi, porta sott'acqua il fiore fecondato, che poi completa la maturazione dei semi (vedi figura).

Una particolarità delle piante acquatiche riguarda il polline, che ha una germinazione difficile in ambiente artificiale. Questa caratteristica assicura la sua germinazione solo sullo stamma e non nell'acqua. Per il tipo di impollinazione, le piante idrogame non necessitano di perianzi vistosi; esistono comunque delle eccezioni. Alcune piante acquatiche, come le ninfee, formano i loro fiori sulla superficie dell'acqua e sono soggetti ad impollinazione entomogama.

Impollinazione zoogama o zoofila

Avviene sotto la condizione che gli *animali impollinatori*, o *pronubi*, visitino i fiori regolarmente; che il polline o lo stamma vengano toccati regolarmente e il polline aderisca sufficientemente agli impollinatori e giunga con sicurezza sullo stamma di altri fiori. Allo stesso tempo si rende necessario, però, che il periodo di apertura dei fiori coincida con quello di massima diffusione degli animali pronubi.

L'impollinazione zoogama rappresenta la forma più evoluta tra tutti i tipi di impollinazione. Si concorda, infatti, che le Angiosperme più primitive erano piante anemogame. Tuttavia, però, le pressioni evolutive, dipendenti soprattutto dalle periodiche condizioni di siccità, avrebbero agito principalmente sul tipo di impollinazione, che venne modificata da anemogama a zoogama.

Il passaggio tra questi due differenti tipi di impollinazione sarebbe stato determinato anche dalla scarsità dei venti che avrebbe limitato la diffusione del polline. La fioritura avveniva, infatti, alla fine della stagione piovosa, ma contemporaneamente alla schiusa delle crisalidi degli insetti. Questi ultimi, visitando i fiori e nutrendosi del loro polline, avrebbero dato inizio a quella pressione evolutiva che avrebbe agito sia sugli stessi pronubi che sulle strutture fiorali.

I primi ad essere sfruttati per questo nuovo tipo di impollinazione furono, quindi, i coleotteri. Col passare del tempo, da delle casuali visite ai fiori si sarebbero sviluppati dei rapporti di reciproco vantaggio, si sarebbero cioè stabiliti dei rapporti sempre nuovi tra fiori e insetti; sarebbe avvenuta, quindi, una **coevoluzione**.

La *coevoluzione* è l'evoluzione congiunta di organismi legati tra loro da rapporti di reciproca dipendenza. Questa evoluzione contemporanea di piante e animali

impollinatori è stata legata anche ad una evoluzione biochimica delle piante, che da un lato producevano nuovi deterrenti contro gli erbivori e dall'altra sintetizzavano sostanze di richiamo per gli insetti.

Abbastanza presto, quindi, sarebbe avvenuta anche la produzione di nettare (succo zuccherino) da parte di alcuni fiori, che avrebbe provocato una pressione selettiva sia alla trasformazione degli apparati boccali degli insetti (da masticatori a succhiatori) sia sulle preferenze del tipo di cibo.

Infatti da coleotteri che si limitavano a tritare gli elementi floreali, si sarebbe passati ad imenotteri che si nutrivano di nettare ma che raccoglievano anche il polline, a lepidotteri che ricercavano solo il nettare. Queste trasformazioni degli apparati boccali degli insetti sarebbero avvenute passo passo con il cambiamento della forma e delle caratteristiche dei fiori.

I fiori che avevano un tale tipo di impollinazione, infatti, cambiarono la propria struttura in modo da offrire una protezione maggiore agli ovuli che, insieme al polline, rappresentavano il principale nutrimento dei coleotteri.

Dalla semplice protezione degli ovuli offerta dagli ovari superiori (l'ovario è detto *supero* quando sepali, petali e stami sono inseriti sul ricettacolo al di sotto dell'ovario) si sarebbe passati, quindi, ad ovari sempre più distanti dal luogo di produzione del nettare, cioè ad ovari inferiori (l'ovario è detto *infero* quando sepali, petali e stami sono inseriti sull'estremità superiore dell'ovario). Oltre che alle esche come il polline ed il nettare, i fiori zoofili avrebbero sviluppato dei mezzi di richiamo ottici (colore) e chimici (profumo).

Anche i granuli di polline avrebbero acquisito tutta una serie di adattamenti per facilitare la loro aderenza alla peluria o al piumaggio degli impollinatori; sono infatti aggregati tra loro e resi particolarmente adesivi dalla presenza del mastice pollinico e spesso la superficie è munita di aculei e bordi dentellati.

Nel corso dell'evoluzione vi fu un aumento progressivo dei gruppi di animali coinvolti nel processo di impollinazione; in base al tipo di impollinatori si distinguono i seguenti sottotipi di impollinazione zoogama:

- **entomogama** (o *entomofila*), attuata dagli insetti. Il volo di un insetto è orientato non dal polline o dal nettare, ma dalla pigmentazione e forma del perianzio (stimolanti ottici) e dagli odori emanati dai fiori (stimolanti chimici). L'assiduità degli insetti nel visitare i fiori e la loro notevole specializzazione, non sarebbero di alcuna utilità per l'impollinazione se questi animali andassero a caso dal fiore di una specie a quello di un'altra specie. Affinché

l'impollinazione sia efficace e conduca alla fecondazione, è necessario che il polline di un fiore sia trasportato sullo stigma di un altro fiore appartenente però alla stessa specie. Gli insetti riescono a fare questo memorizzando le sensazioni ottiche e chimiche di un fiore visitato. I fiori con impollinazione entomogama presentano dei caratteri che favoriscono tale processo:

1. **dispositivi che assicurano l'avvicinamento e la visita degli insetti**, il perianzio è vivacemente colorato e emana un odore diverso da quello dell'apparato vegetativo
2. **caratteristiche fiorali che favoriscono il trasporto del polline mediante gli insetti**, il polline è più grande rispetto a quello delle piante con impollinazione anemofila; il granulo pollinico presenta ornamentazioni superficiali che favoriscono, insieme alla presenza di uno strato viscoso, l'ancoraggio del polline alle setole degli insetti; lo stigma è guarnito di numerose papille secernenti un liquido viscoso capace di trattenere il polline e facilitarne la germinazione;
3. **disposizioni dei nettari nei fiori**, i nettari sono piccole masse di cellule ghiandolari che nei fiori entomofili sono disposti in modo tale da obbligare l'insetto impollinatore a penetrare nel fiore, cosa che favorisce la raccolta o la deposizione del polline. Tra i fiori entomofili abbiamo: i fiori visitati dai coleotteri (*cantarofili*) sono facilmente accessibili e hanno ovari inferi con gli ovuli affondati nei tessuti fiorali; sono normalmente verdastri o bianchi senza disegni di guida al nettare, ma con odore accentuato poiché nei coleotteri il senso dell'odorato è molto più sviluppato della vista. I fiori visitati dalle mosche (*miiofili*) hanno macchie verdi e purpuree e emanano un odore putrescente; simulano quindi l'ambiente abituale dei loro visitatori. Alcuni fiori visitati da coleotteri e mosche sono dotati di un particolare meccanismo a trappola che serve per intrappolare momentaneamente gli insetti, garantendo la riuscita dell'impollinazione.

I fiori trappola scivolo

Un esempio è dato dai fiori di *Arum maculatum*. I fiori unisessuali sono riuniti nella parte inferiore di un grosso spadice, infiorescenza ermafrodita avvolta da una spatula chiara, che nella parte inferiore si allarga in una cavità globosa ristretta, mentre in alto si espande ampiamente. Alla base dello spadice si trovano i pistilli, al di sopra gli stami e infine i fiori sterili, terminanti con grosse setole. Al di fuori della

cavità lo spadice diventa più grosso ed assume la forma di clava che, fin dal primo giorno di fioritura, sviluppa un odore fecale che attira mosche e coleotteri in parte già carichi di polline preso in altre infiorescenze.

Se gli insetti in arrivo tentano di posarsi o di aggrapparsi alla superficie interna della spata, iniziano a scivolare lentamente fino a raggiungere il fondo della cavità; l'impossibilità degli insetti di far presa con i loro aculei o ventose sulla superficie dello spadice è determinata dalla presenza, sullo spadice stesso, di uno strato di gocce oleose. In un primo tempo la fuga è impossibile poiché anche i fiori sterili e la parte superiore della cavità sono provvisti di pareti scivolose, inoltre i fiori sterili distesi ostruiscono l'uscita della cavità. In questo stadio sono impollinati gli stammi con il polline portato dagli insetti pronubi. Durante la notte successiva gli stami lasciano cadere il polline nella cavità, sugli insetti, e simultaneamente cessa l'emissione dell'odore. Finalmente a causa dell'appassimento dei fiori sterili e dello spadice, gli animali carichi di polline possono abbandonare la trappola, per cadere presto in un'altra.

I **fiori visitati da farfalle diurne** (*psicofili*) si trovano in posizione eretta, hanno il gambo sottile e sono di colore rosso, poiché le farfalle percepiscono il rosso come colore distinto.

Al contrario dei fiori psicofili, aperti durante il giorno, i notturni *sfignofili* e *falenofili*, visitati rispettivamente da sfingidi e falene, si aprono verso sera; sono bianchi o di colore pallido ed hanno un odore forte, dolce e penetrante, spesso emesso solo dopo il tramonto.

I nettari di un fiore impollinato da farfalle o da falene sono spesso collocati alla base di un tubo, lungo e sottile, nella corolla e sono accessibili solo ai lunghi apparati boccali succhiatori di farfalle e falene.

I **fiori visitati dalle api** (*melittofili*) sono provvisti di parti adatte per l'appoggio degli insetti. Un esempio è dato dai fiori della salvia la cui corolla funge da pista d'atterraggio per l'insetto, il quale per giungere al nettario si sporca di polline. Le api percepiscono l'ultravioletto come un colore distinto, ma non sono in grado di percepire il rosso; i fiori impollinati da api non sono mai, quindi, di colore rosso puro ma blu e gialli e portano segni distintivi invisibili all'occhio umano.

Il nettario è riparato a media profondità alla base del tubo della corolla dove è accessibile solo ai pezzi boccali delle api. Alcuni fiori, in particolare le orchidee del genere *Ophrys*, hanno adottato una strategia di impollinazione molto insolita: il fiore somiglia ad una femmina di ape o vespa. I maschi di queste specie di insetti appaiono in primavera prima delle femmine; anche le orchidee fioriscono presto

durante la primavera e gli insetti maschi tentano di accoppiarsi con i loro fiori. In questo momento il polline viene depositato sul corpo dell'insetto. Quando quest'ultimo visita un altro fiore della stessa specie il polline può rimanere intrappolato nei solchi dello stamma e consentire, così, l'impollinazione di quel fiore.

- **ornitogama** (o *ornitofila*), attuata dagli uccelli. I fiori ornitofili sono molto diversi da quelli entomofili; sono sprovvisti di zone di appoggio poiché gli uccelli, essendo troppo pesanti, devono svolgere le loro visite rimanendo sospesi in aria (es. Colibrì);

hanno nettare abbondante e liquido nelle zone più profonde, dove può essere raggiunto solo da lingue allungate e a forma di pennello; sono poco profumati perché l'olfatto è poco sviluppato tra gli uccelli, ma presentano colori vivaci, come il rosso e il giallo, perché i loro impollinatori hanno un acuto senso del colore che somiglia a quello degli esseri umani. I fiori ornitofili sono molto grandi, di tipo cupuliforme o tubuliforme, caratteristiche che possono essere correlate con la loro importanza come stimoli visivi e con la loro capacità di contenere grandi quantità di nettare.

- **Chiropterogama** (o *chiropterofila*), attuata dai [pipistrelli](#). I fiori chiropterofili sono molto simili a quelli ornitofili; sono grandi e robusti e producono molto nettare; poiché i pipistrelli si nutrono di notte, questi fiori si schiudono solo di notte; sono tubuliformi, pendono su lunghi peduncoli al di sotto del fogliame, dove i pipistrelli possono volare più facilmente, ed hanno numerosi stami e antere particolarmente esposti. Poiché i pipistrelli sono quasi ciechi, i fiori sono bianchi o verdastri ed emanano un odore di stantio simile a quello dei loro impollinatori. Questo è quello che avviene ad esempio nel baobab: i pipistrelli durante il volo emettono delle secrezioni ghiandolari dall'odore acre con funzione di richiamo e di riconoscimento; i fiori del baobab riproducono questo odore attirandoli.

Arrivato sullo stamma, il granulo pollinico assorbe acqua dalle cellule della superficie dello stamma stesso. In seguito a questa idratazione, il granulo pollinico germina formando un tubetto pollinico e nel frattempo la cellula generativa si divide formando i due nuclei spermatici. Il tubetto pollinico si spinge, quindi, attraverso lo stilo fino all'interno dell'ovulo, una struttura costituita da uno o due tegumenti che avvolgono la nocella (megasporangio), che a sua volta contiene il megagametofito maturo (o sacco embrionale).

Il megagametofito maturo é costituito da otto nuclei così organizzati:

- tre nuclei sono localizzati in prossimità del micropilo (apertura dei tegumenti attraverso cui penetra il tubetto pollinico) e formano l'apparato dell'oosfera. Questo é costituito da una cellula uovo e da due cellule sinergidi a vita breve;
- al centro troviamo due nuclei polari;
- all'estremità calazale (opposta al micropilo) abbiamo tre cellule antipodiali

In prossimità del gamete femminile vengono rilasciati i nuclei spermatici, entrambi funzionali durante la fecondazione.

Uno si unisce alla cellula uovo formando lo zigote diploide, l'altro si fonde con i due nuclei polari dando vita al nucleo dell'endosperma primario (triploide) che si divide producendo l'endosperma, un tessuto nutritivo che verrà utilizzato dall'embrione per il suo sviluppo. Il coinvolgimento di entrambi i nuclei spermatici è chiamato *doppia fecondazione*.

Durante la doppia fecondazione il nucleo dell'endosperma primario si divide formando l'endosperma, lo zigote si sviluppa in embrione, i tegumenti si sviluppano in involucro del seme. Questi processi sono molto importanti perché portano alla formazione del seme, l'organo di propagazione a cui è affidata la disseminazione della pianta.

Bibliografia

- Felice Senatore, "Biologia e botanica farmaceutica", Ed. Piccin
- Peter H. Raven, Ray F. Evert, Susan E. Eichhorn, "Biologia delle piante", Ed. Zanichelli
- Bagni, S. Gentile, P. Marchi, "Botanica", Ed. Monduzzi
- Bruno Romano, Giuseppe Fringuelli, "Botanica generale", Ed. Galeno
- Filippo M. Gerla, Rosa Castaldo Cobianchi, Giovanni Cristofolini, , "Biologia e diversità dei vegetali", Ed. Utet
- Strasburger, "Trattato di botanica", Ed. Antonio Delfino

Attenzione: I nostri PDF a volte non contengono tutto il materiale presente nell'articolo originale o potrebbero non essere aggiornati.

Articolo completo: <http://www.biopills.net/articoli/ripassiamo-aiuto-studio/botanica/impollinazione-la-sintesi-definitiva/>