

cuya membrana se desdobra en otras dos, una interna tenue llamada *intina* y otra superficial á la que se da el nombre de *exina*; ésta se prolonga mucho lateralmente y forma así dos especies de alas (fig. 87) que favorecen muchísimo el transporte de los granos de polen por medio del viento.

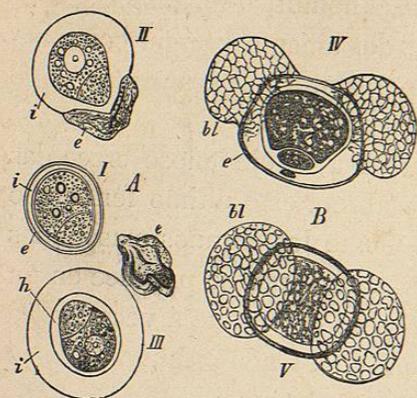


Fig. 87. — Granos de polen de coníferas. A, de *Thuja orientalis*; I, grano fresco; II y III gránulos hidratados (*e*, exina; *i*, intina); B, de *Pinus pinaster* (*bl*, prolongaciones aliformes de la exina).

Antes de la fecundación, los granos polínicos se dividen por un tabique de la forma de un cristal de reloj en dos células de diferente dimensión y de distinta misión fisiológica. La célula mayor es la que se destina á fecundar al óvulo; la más pequeña aumenta posteriormente de tamaño y se divide formando en el grano de polen un cuerpo bicelular, saliente y que es designado por los botánicos modernos con el nombre de *protalo masculino* (fig. 88).

Las flores femeninas se hallan situadas en las ramillas superiores del abeto; están también agrupadas en amentos que son fusiformes, alargados y están constituidos por escamas de dos clases, unas muy cortas, delgadas, con finos dientes en los bordes; otras mucho más largas, gruesas y duras, truncadas en el extremo, anchas, con los bordes enteros, algo sinuosos y replegados hacia la parte inferior; estas dos clases de escamas se hallan siempre dispuestas de tal modo que sobre una de las delgadas se inserta otra de las gruesas; en la cara inferior de cada una de estas últimas, cerca de la base, hay dos cuerpos blanquecinos que son los verdaderos órganos reproductores hembras. A las escamas gruesas se les llama *escamas fructíferas*; á las delgadas, que son estériles, se les conoce con el nombre de *bracteas*.

Examinando los órganos reproductores femeninos con la lente, los hallaremos compuestos de un pequeño saco con un orificio cuyos bordes forman dos labios, uno más largo que el otro; en el fondo de este saco se halla la célula femenina que ha de ser fecundada por el polen, el *óvulo*.

La cavidad en que el óvulo se encuentra encerrado es la que se denomina *ovario*. Estas partes tienen otra disposición muy distinta en la generalidad de las plantas fanerógamas, como en su lugar veremos.

Consideran los botánicos que el germen femenino del abeto y de los vegetales análogos á él está desnudo; no tienen en cuenta la escama fructífera, que es su órgano protector, y no juzgan que existe ovario como en otras fanerógamas, y por esta razón á las plantas de que es tipo el abeto les llaman *gimnospermas*, denominándose *angiospermas* las que tienen los gérmenes femeninos en el interior de ovarios con sus cubiertas protectoras.

Se consideran estos órganos, lo mismo que las flores masculinas, como hojas transformadas y su estructura interior, su anatomía, comprueba tal opinión.

El óvulo aparece unido por su base al fondo del saco en que se produce; es cónico, ligeramente deprimido en la extremidad libre.

Antes de la fecundación, es el óvulo una masa celular, de elementos pequeños, poligonales; se destaca en dicha masa una célula de mayor tamaño, casi terminal, que recibe el nombre de *célula embrionaria*; el núcleo de ésta se divide muy pronto, acompañándole en la segmentación el protoplasma hasta formar una masa que llena por completo el saco embrionario y es denominada *endosperma*. Dos de las células de este endosperma, á veces más, adquieren mayor talla y se alargan en la dirección mayor del óvulo; cada cual de estas células se subdivide pronto en dos desiguales; una mayor, que se llama *oosfera* ó *huevo*, y otra pequeña, que segmentándose profusamente produce las denominadas *células del cuello*.

Los grandes elementos histológicos del endosperma son conocidos por *células del arquegonio*, y el conjunto que de ellas deriva (*oosfera* y *células del cuello*) es el *arquegonio* (fig. 89), semejante, como puede recordarse, al de las criptógamas superiores.

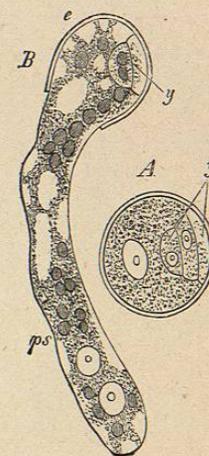


Fig. 88. — Segmentación del grano de polen en la *Ceratosamia longifolia* y producción del tubo polínico y del protalo masculino. A, grano de polen segmentado; B, el mismo emitiendo el tubo polínico *ps*.

Cuando el óvulo ha llegado á este desenvolvimiento es cuando se halla en disposición de fecundarse.

EMBRIOGENIA. Para que en el huevo ú oosfera comience la actividad vital que da por resultado el desenvolvimiento embrionario, es indispensable un acto previo, importantísimo, que recibe el nombre de *fecundación*, acto que consiste en la fusión del protoplasma que encierra el grano de polen con el que encierra la oosfera; para que la fusión tenga lugar, forzosamente han de ponerse en contacto los elementos sexuales masculinos y femeninos.

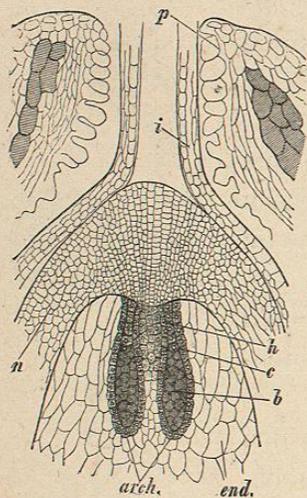


Fig. 89 - Corte de una parte de la semilla de *Ephedra altissima* antes de fecundada (Strasburger). *enz*, endosperma; *arch*, arqueogonio.

Hemos anotado en una de las páginas anteriores el hecho de que existen en un mismo abeto flores masculinas y femeninas; la disposición de unas y otras impide que el polen de una planta fecunde á los huevecillos de la misma; en efecto, las flores masculinas se hallan en las ramas inferiores y las femeninas en las ramas de arriba; al caer el polen por la dehiscencia de las anteras no cae sobre los amentos femeninos, sino sobre el suelo. Precisa el concurso de un agente intermediario; la fecundación tiene que ser cruzada, la *autofecundación* imposible. Este agente intermediario no puede ser otro que el aire; el abeto es *anemófilo*; otras plantas necesitan el concurso de los insectos y se denominan *entomófilas*. Se observa, por regla general, que la morfología de las flores está relacionada con el agente que favorece á la fecundación; las plantas anemófilas tienen flores modestas que pueden pasar inadvertidas; las entomófilas, por el contrario, están provistas de flores aromáticas ó vistosas con las que pueden atraer á los insectos.

La fecundación por el aire es bastante imperfecta; se pierde muchísimo polen; por esto la producción de gránulos es muy grande. En cambio por el viento puede llegar el polen á grandes distancias; favorece esta marcha la forma que los granos tienen y que hemos

indicado antes; á veces el polvillo polínico de los abetos es transportado á muchos kilómetros de distancia; concóense hechos de esta naturaleza.

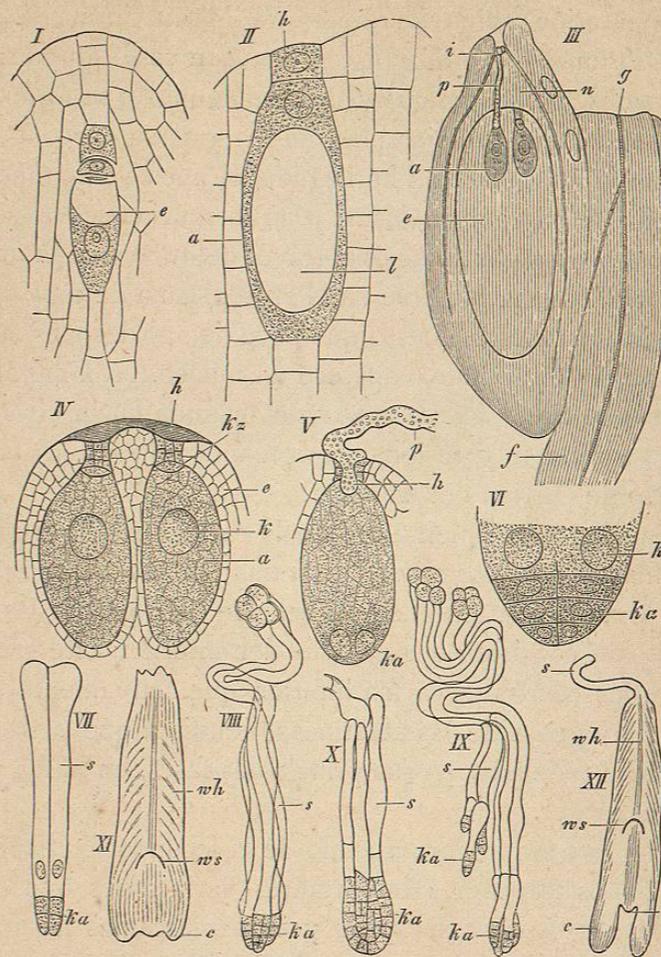


Fig. 90. - Embriogenia de las abietíneas. I, extremidad del mamelón ovular del *Larix europaea*; *e*, célula madre de las macrosporas que ha de constituir el saco embrionario ($\frac{480}{1}$). II, arqueogonio joven de *Abies canadensis* después de separarse la célula del cuello *h*. III, óvulo de *Abies canadensis* con una parte del carpelo y en el momento de la fecundación; *p*, tubo polínico; *f*, funículo; *g*, rafe; *a*, arqueogonio; *e*, macrospora. IV, extremidad del saco embrionario de *Picea vulgaris* con los dos arquegonios maduros. V, un arqueogonio de la misma especie después de la fecundación, con el tubo polínico (*p*) y el primer núcleo (*ka*) dividido. VI, las cuatro series de á cuatro células (la superior todavía no se ha dividido), en el huevecillo de *Picea*. VII á XII, estados sucesivos del desenvolvimiento del embrión en el *Pinus pumilio* (*s*, suspensor, *c*, cotiledones).

La fecundación cruzada es altamente favorable; cuando no se verifica, puede la planta degenerar; cuando hay cruzamiento, la nueva planta se robustece y fortifica; en la naturaleza hay en las

flores disposiciones altamente favorables para que la autofecundación no pueda realizarse.

Cuando el grano de polen cae sobre un arquegonio maduro, la membrana exterior (exina) se rompe y la interna (intina) se prolonga, formando un *tubo polínico* (fig. 88 B); éste va desplazando ante sí á las llamadas células del cuello del arquegonio y se forma un canal por donde el tubo polínico pasa hasta ponerse en contacto del huevo. Cuando á tal posición ha llegado, el núcleo del grano de polen se redisuelve en el protoplasma y la substancia nuclear, según es lógico deducir, pasa por osmosis al través del tubo y de la membrana del huevecillo hasta fundirse en el protoplasma de éste; debe deducirse lógicamente esto, puesto que poco tiempo después de verificarse el contacto, en el huevo aparece un núcleo, próximo al ápice, que se reconoce como *núcleo masculino*; camina hacia el *femenino* hasta que se reúnen y fusionan, originando el *pronúcleo embrionario*, punto de partida del embrión.

El pronúcleo experimenta pronto la carioquinesis, originándose cuatro filas de á cuatro células cada una; la masa que resulta se denomina *proembrión*. En él se diferencian bien pronto las células superiores para constituir el *suspensor* del embrión; éste solamente procede de las células de la fila inferior, que activamente se dividen. La embriogenia de las abietíneas, familia á que pertenece el abeto, aparece reflejada, en sus principales fases, en la fig. 90, debida á Strasburger.

Tras del acto tan importantísimo de la fecundación experimentan los órganos femeninos importantes variaciones que dan por resultado la constitución del *fruto* y en las escamas fructíferas la *semilla*. El primero es el amento transformado, la segunda puede considerarse como el óvulo fecundado.

Las escamas fructíferas alcanzan un gran desenvolvimiento, se ensanchan, se lignifican, mientras las brácteas dejan de crecer en algunas especies (*Abies excelsa*) ó crecen á la vez que las escamas (*A. pectinata*).

El saco que envuelve al óvulo también se endurece y agranda, haciéndose leñoso y adquiriendo la forma de un huevo cuya extremidad más gruesa se halla dirigida hacia arriba, y en la más delgada hay un *micropilo* ó agujero pequeñito redondeado. En derre-

dor se forma una especie de ala que adquiere mucha mayor longitud de la que el saco tiene. De todas estas partes consta la semilla en cuyo interior el embrión se encuentra.

Cuando llega éste á su desenvolvimiento completo, es una pequeña plantita, un germen aprisionado entre substancias alimenticias y defendido por duras cubiertas, que abandona cuando se halla bajo el suelo en circunstancias favorables, en virtud de la *germinación*. Al final de este acto se eleva en la atmósfera una planta verdosa que en pequeño tiene la esbeltez de la madre; crece poco á poco y al llegar á la edad adulta es el árbol soberbio sobre cuyas frondosas ramas, que forman blandos tapices áereos, aparecen los órganos de reproducción encargados de continuar la forma vegetal aquélla. El proceso éste se ha repetido siglos y siglos en diversas edades geológicas; el abeto de hoy cuenta entre sus antepasados, vegetales que vivían en la remotísima época carbonífera, coníferas que tuvieron formas en cierto grado análogas á las del género *Abies*.