



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

COMPLEMENTO TEORICO - FLOR

Las flores caracterizan a las diversas líneas evolutivas de las angiospermas y están implicadas en la reproducción.

La flor es la porción del vástago con entrenudos muy reducidos o cortos que llevan los esporofilos, es decir los estambres y hojas carpelares. Es el órgano de las Angiospermas donde se forman los gametófitos, se produce la fecundación y por lo común se inicia la formación de la nueva planta hija.

Los “antófilos” o piezas florales se pueden disponer sobre el extremo del pedúnculo, donde se ensancha, denominado “receptáculo ó tálamo y menos comunmente clinanto”, del mismo modo que los nomófilos sobre el tallo.

Ese receptáculo puede adoptar diferentes formas según las especies. Puede ser muy reducido, casi plano o bien cóncavo, convexo, a veces acopado, alargado, formando un tubo, etc.

Las diferentes piezas florales pueden disponerse en forma helicoidal o concéntrica de tres o más piezas por nudo. En el primer caso la flor es de estructura espiralada o acíclica. En el segundo caso la flor es cíclica. En este caso, cada verticilo se encuentra bien separado del siguiente, alternando las piezas de cada uno con el que lo precede. El número de verticilos varía según las especies, diferenciándose en una flor completa los siguientes:

Cáliz: verticilo formado por un número vario de hojitas “sépalos”, comunmente verdes, aunque a veces pueden estar coloreados. Puede ser **regular**, es decir, con las piezas dispuestas regularmente en torno al eje floral por ejemplo en *Ranunculus acer*, cuyo cáliz está constituido por cinco sépalos separados o libres entre sí “**cáliz dialisépalo**” o bien irregular como en *Viola*, cuyo cáliz tiene 5 sépalos pero con un solo plano de simetría. Otro ejemplo de cáliz irregular es el que presenta *Ulex europaeus*, tres sépalos unidos entre sí y dos, opuestos a aquellos. Otros pueden presentar un cáliz regular (varios planos de simetría) pero los sépalos pueden ser desiguales, por ejemplo en *Cheiranthus cheiri* que presenta cuatro sépalos en cruz, dos de ellos en su parte inferior presentan una bolsita, los otros dos alternos y más internos no la presentan.

Cuando los sépalos son concrecentes entre sí, el cáliz recibe el calificativo de **gamosépalo**. Así por ejemplo en el género *Primula*, *Salvia*, etc., los sépalos están unidos en la base y forman un tubo mas o menos alargado, que se abre en la llamada garganta. Los sépalos concrecentes, pueden abrirse o separarse en la parte superior y formar un limbo; esa porción separada puede tener más o menos importancia, terminando así en lacinias, dientes, etc. Si esas divisiones son más profundas, tenemos el cáliz partido, si son menos profundas se llama hendido, si forma dientes, se llama dentado. Para determinar si el cáliz es gamosépalo, hay que examinar la parte inferior, donde estarían unidos y no se pueden separar.

La estructura anatómica de los sépalos es muy semejante a la de los nomófilos. Presentan epidermis con algunos estomas. Un parénquima formado por células redondeadas o poliédricas, donde se encuentran haces vasculares, donde el xilema queda dispuesto internamente. La clorofila está dispuesta hacia la cara externa para recibir más luz, que correspondería al haz de la hoja, en el caso de que el cáliz se abra mucho, la clorofila puede ser más abundante en la cara interna. La epidermis externa puede ser más papilosa o glandular.

Por el aspecto general, el cáliz puede ser herbáceo (consistencia similar a la hoja), o escarioso; glabro (sin pelos) o pubescente, peloso o tomentoso (que presenta pelos); o bien glanduloso.

La morfología externa puede ser muy variable por ejemplo entre los cálices regulares: cilíndricos (*Dianthus*), cupuliformes (*Citrus*), campanulados (*Phaseolus*), etc. y entre cálices irregulares (simétricos con respecto a un plano) los labiados, espolonados (*Tropaeolum*), apendiculados (*Viola*), muy reducido como en Umbelíferas o como en algunas compuestas (*Matricaria*) de aspecto membranoso o en escamas, páleas, setas que forman el vilano, que son prolongaciones de la margen del cáliz persistente.



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA

TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

La duración del cáliz es muy variada: caduco como en *Papaver*, se desprende antes de abrirse la flor, o parcialmente caedizo, como en eucaliptos, desícuo cuando cae, juntamente con la corola, después de la fecundación del ovario; persistente y transformado en un órgano membranoso.

Calículo: En algunas especies, el pedúnculo puede traer otras hojitas, situadas inmediatamente por debajo del cáliz, forman parte de la función protectora que desempeñan los sépalos y en conjunto reciben el nombre de calículo, en las *Malva*. Normalmente el calículo tiene un número de piezas que no se corresponde con los sépalos, por ejemplo en *Malva* y *Lavatera*, tiene 3 piezas en el calículo y 5 en el cáliz.

Corola: está constituida por pétalos y es el verticilo interno del perianto. Generalmente tiene colores vivos, raramente se parecen a los sépalos y en ese caso se dice que los pétalos o la corola es sepaloides.

La función que se le atribuye a los pétalos es la de atraer a los polinizadores: insectos, aves y murciélagos.

Cuando los pétalos están separados hasta su misma base, tenemos corola dialipétala, si por el contrario los pétalos están unidos o soldados en un tramo más o menos largo de su parte inferior, la corola es gamopétala.

Este carácter dialipétalo o gamopétalo de la corola se utiliza en Sistemática para distinguir dos grandes grupos de angiospermas.

En las corolas dialipétalas es fácil contar el número de pétalos que las componen. En los casos de corolas gamopétalas, cuyos pétalos no se desunen en la parte extrema, es más complicado, por ejemplo en *Convolvulus arvensis*, es infundibuliforme, la margen libre es continua, entonces en esos casos hay que contar los nervios, estos nervios alternan con las piezas del cáliz.

El pétalo consta de una uña, porción basal angosta y el limbo o lámina más o menos dilatado. La uña es de una longitud variable, por ejemplo en *Dianthus* (clavel), se encuentra bastante desarrollada y se dice que el pétalo es unguiculado.

A veces entre la uña y el limbo hay una excrescencia, la lígula, el conjunto de apéndices ligulares de los pétalos se llama **paracorola**.

Hay casos en los que en la parte inferior de un pétalo se produce una abolladura profunda y aguda, prominente hacia la parte externa o envés, que recibe el nombre de espolón, como ocurre en *Linaria*, *Delphinium*, *Viola*, etc. En *Tropaeolum*, se forma como ya se mencionó en los sépalos.

Las flores pueden presentar distintos tipos de corola.

Tubulosa, de forma cilíndrica y hueca, ejemplos: *Nicotiana glauca*, *Lippia turbinata*.

Rotada, de tubo corto y limbo ancho extendido; ejemplo: *Solanum tuberosum*, *Capsicum annum*, *Lycopersicon esculentum*.

Campanulada, con el tubo agrandado, ensanchado hacia el limbo; ejemplo: *Campanula persicifolia*, etc.

Infundibuliforme, con forma de embudo; ejemplos: *Ipomoea mutabilis*, *Convolvulus arvensis*, etc.

Hipocrateriforme o hipocraterimorfa, con el tubo largo y angosto y el limbo plano; ejemplos: *Plumbago capensis*, *Vinca major*, *Nierembergia hippomanica*, etc.

Bilabiada, con la corola separada en dos divisiones desiguales; ejemplos: *Salvia officinalis*, *Lavandula officinalis*, etc.

Urceolada, parecida a la campanulada pero más contraída en la parte superior del tubo y con el limbo erecto; ejemplos: *Pernettya mucronata*, etc.

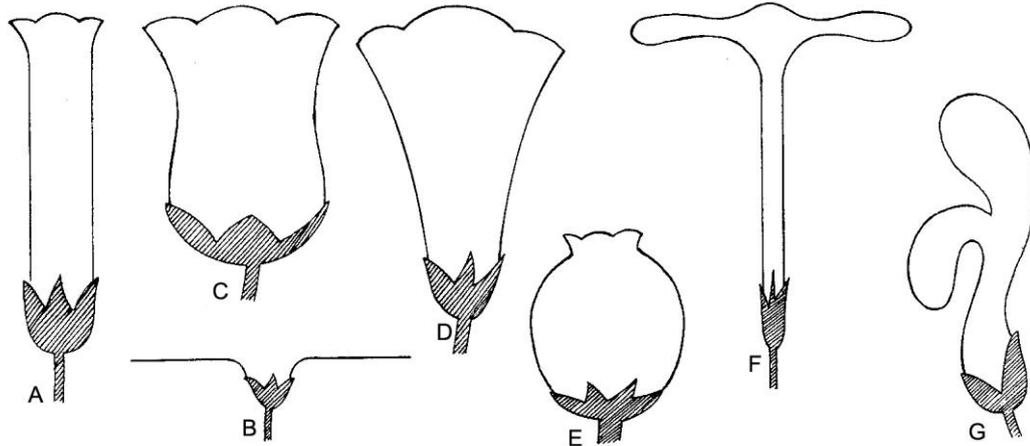
El cáliz y la corola diferenciados forman el **perianto** de la flor. La flor que carece de perianto se llama flor desnuda o aperiantada.

Si no existe una diferencia marcada entre cáliz y corola, el conjunto recibe el nombre de **perigonio** y cada una de las piezas florales se llaman **tépalos**, como por ejemplo en las Liliá-



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

ceas, Amarilidáceas, Iridáceas, etc. El perigonio puede ser calicoide si es verdoso o corolino si es coloreado. En algunos perigonios como en *Narcissus*, puede existir una paraperigonio, semejante a la paracorola, formado por las lígulas soldadas de los tépalos.



A, tubulosa; B, rotada; C, acampanada; D, infundibuliforme; E, urceolada; F, hipocrateriforma; G, bilabiada.

Hay que señalar que las soldaduras entre sí de las piezas periánticas es un carácter tomado en cuenta para agrupar a las Dicotiledóneas en dos grandes grupos Arquiclamideas o Coripétalas, con los elementos del cáliz y corola separados y Metaclamideas, Simpétalas o Gamopétalas, con las piezas del cáliz y la corola soldadas.

Según la simetría del perianto, las flores pueden ser radiadas o **actinomorfas** cuando tienen más de dos planos de simetría (*Rosa*, *Prunus*, etc.); **cigomorfas** o de simetría dorsiventral, con un solo plano de simetría (Papilionoideas, Cesalpinoideas, Escrofulariáceas, Labiadas, etc.); **bilateral**, con dos planos de simetría como en *Dicentra* y **asimétricas**, sin ningún plano de simetría como en el género *Cassia*.

Androceo: Es el ciclo reproductor masculino. Los estambres o “microsporofilos” constan del filamento, porción basal estéril y la antera inserta en la parte final del filamento, portadora de los microsporangios.

Si carece de filamento se dice que el estambre es sentado. La antera puede ser basifija, cuando se inserta en el filamento por la base; dorsifija, cuando se inserta sobre el filamento por la parte media de su dorso. En este caso las anteras oscilan sobre el filamento y se llaman versátiles como ocurre en las Gramíneas.

Las anteras constan generalmente de dos tecas. Cuando se hallan orientadas hacia el interior de la flor las anteras son introrsas y cuando miran al exterior, extrorsas.

La antera se halla formada generalmente por dos tecas unidas por el tejido conectivo y cada antena encierra dos sacos polínicos. En algunas familias como las Malváceas y Misodendráceas, las anteras tienen una sola teca, es decir son monotécicas.

Para dejar en libertad a los granos de polen, las anteras se abren de diferentes formas: longitudinal, en forma transversal, poricida o foraminal (a través de poros u orificios), apical, opercular o valvar (por valvas o ventanitas).

Si el estambre no es fértil, se llama estaminodio y puede tener forma petaloide..

Cuando la flor tiene el mismo número de estambres que de pétalos se dice que la flor es isostémona, si en cambio tiene el doble diplostémona; si el número de estambres es superior al de los pétalos polistémona; u anisostémona cuando el número de estambres es distinto al de los pétalos.

Si la flor tiene un solo estambre: es monandra; dos estambres diandra; tres estambres triandra y muchos estambres poliandra.



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

El androceo que tiene por ejemplo cuatro estambres largos y dos más cortos como en las Crucíferas, se dice que es tetradinamo; si en cambio presenta dos estambres largos y dos cortos como en las Labiadas se dice que es didínamo y si todos los filamentos están soldados entre sí es monadelfo como en *Hibiscus*, diadelfo cuando los filamentos forman dos haces como en las Papilionáceas que tienen nueve estambres soldados y uno libre y poliadelfos cuando los filamentos están soldados formando varios haces como en *Tilia*.

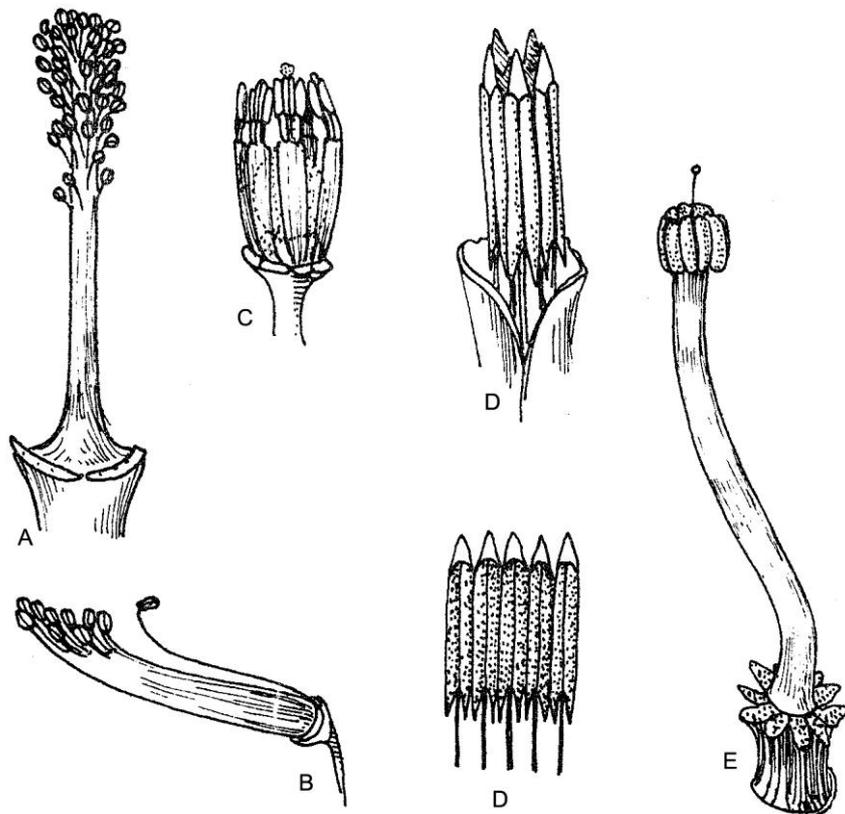
Si en cambio se encuentran soldadas las anteras como sucede en las Compuestas se dice que el androceo es sinantéreo.

En cambio si están soldados los filamentos y a la vez las anteras, formando un solo cuerpo, el androceo es sinfiandro

En muchos casos los estambres están soldados a los pétalos y se llaman epipétalos.

Hay estambres como en *Ricinus communis* que son ramificados.

La unión de las piezas de un verticilo con otro recibe el nombre de "adnación". Hay casos como en *Aristolochia* en que los estambres se sueldan al ovario, se llaman epiginos.



Morfología del androceo. A, monadelfo (*Hibiscus*); B, diadelfo (Leguminosa, *Papilionaceae*); C, poliadelfo (*Citrus*); D sinantéreo; E, sinfiandro (*Chorisia*)

Anatomía de la antera El tipo de estambre más evolucionado y que se conoce presenta un filamento y en la parte superior la antera, constituida por dos tecas y cada una de ellas por dos lóculos o sacos polínicos. Las tecas se hallan unidas por el tejido conectivo que está atravesado en su parte media por un haz conductor.

En un corte transversal a nivel de la antera se aprecia una capa externa la que en el caso de las anteras se denomina exotecio, cutinizada y en algunas especies con la presencia de pelos.

Por debajo de la misma se halla el endotecio formado por una o más capas de células especializadas, relacionadas con el mecanismo de dehiscencia de la antera. Dichas células presentan sus paredes radiales con filetes lignificados y un engrosamiento más o menos uni-

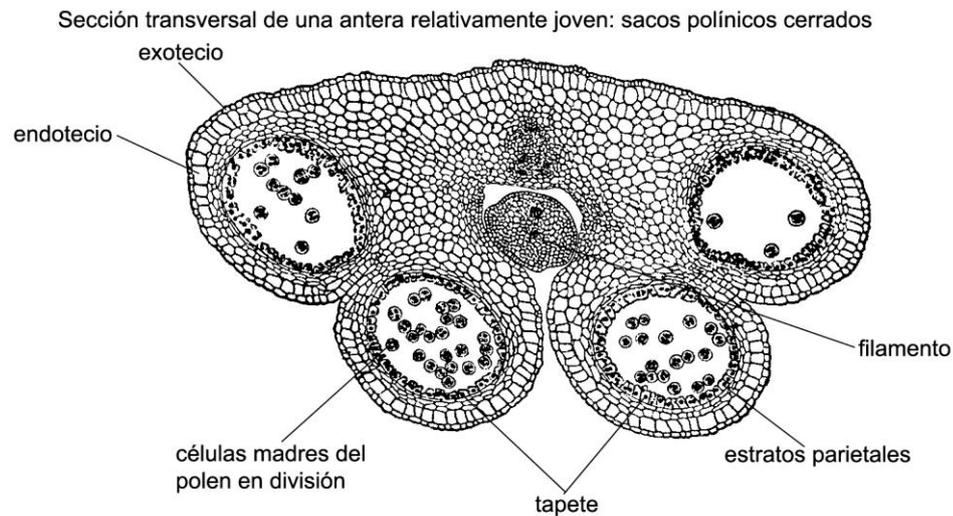


CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

forme en la pared tangencial interna, la pared externa se mantiene delgada, ésta a la madurez se contrae por pérdida de agua y provoca por acción conjunta de las células del endotecio la apertura de la antera.

A continuación del endotecio se encuentran varias capas medias de células que en la antera madura aparecen muy aplastadas, tapizando interiormente los sacos polínicos. De estas capas la más interna es el tapete, tejido nutricio de las células madres del grano de polen producidas por el arquesporio, tejido que se encuentra en el interior de los sacos polínicos en anteras muy jóvenes. Las células del tapete pueden persistir a la madurez de la antera, cumpliendo funciones secretoras o bien sus paredes se desintegran y en este caso el lóculo queda bordeado sólo por el endotecio y la epidermis.

La apertura producida en la antera que permite la salida de los granos de polen se llama "estomio".



El grano de polen o "microspora" se forma por meiosis a partir de las células madres originadas por el tejido esporógeno o arquesporio. Normalmente cada célula da origen a una tétrada de microsporas o granos de polen.

Los granos de polen forman su propia pared que presenta dos capas, la externa o "exina" y la interna o "intina". La intina tiene una naturaleza celulósica y péctica, cuya función es la formación del tubo polínico. La exina puede presentar ornamentaciones o esculturas características para la especie, como espinas, depresiones, areolas y otros tipos de esculturas. Además tienen poros o colpos que permiten la salida del tubo polínico al germinar el grano de polen. La pared del grano de polen es muy resistente y en su constitución entra la sustancia llamada esporopolenina (terpenoide).

La estructura de la pared del grano de polen tiene importancia desde el punto de vista de la sistemática vegetal.

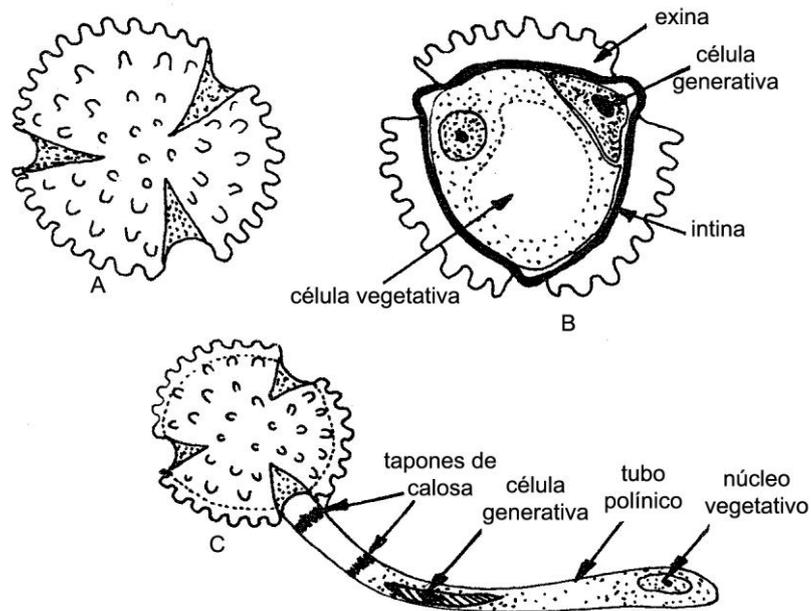
Formación del gametofito masculino: Se inicia dentro del saco polínico donde el núcleo del grano de polen se divide originando dos células, una vegetativa y una generativa o anteridial, esta última de menor tamaño.

La célula vegetativa origina el tubo polínico y el núcleo de la misma se ubica cerca del extremo del tubo.

La célula generativa se divide produciendo dos células espermáticas. Es decir que el grano de polen germinado con el núcleo del tubo polínico y las dos gametas forman el gametofito masculino maduro que en este caso corresponde a una Angiosperma, es más reducido que en las Gimnospermas donde se encuentran células protálicas y una célula pedicura.



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14



Grano de polen. A, vista exterior; B, corte del grano de polen; C, germinación.

Gineceo: formado por uno o más carpelos que se pueden encontrar libres, en el gineceo dialicarpelar o soldados formando así un gineceo gamocarpelar.

El carpelo es una hoja transformada que se pliega cerrándose o soldándose por sus márgenes, formándose en esta línea de soldadura, hacia adentro, la placenta sobre la que nacen los óvulos (rudimento seminal o primordio seminal).

La cara externa del carpelo corresponde al envés de la hoja carpelar y la interna a la cara superior.

En el gineceo se distingue la parte basal u ovario y el estigma de forma variada (capitado o en cabezuela, bífido, etc.). Si falta el estilo, el estigma es sentado. El estilo es la prolongación de la parte superior del ovario, que remata en el estigma. Puede presentar la flor un solo estilo (lo más común) o varios estilos como carpelos presente el gineceo, a la vez estar todos libres o soldados en la base o hasta diferentes alturas.

Según la posición del ovario con respecto a los demás ciclos florales, la flor puede ser hipógina o de ovario súpero, perigina o de ovario medio y epigina o de ovario ínfero.

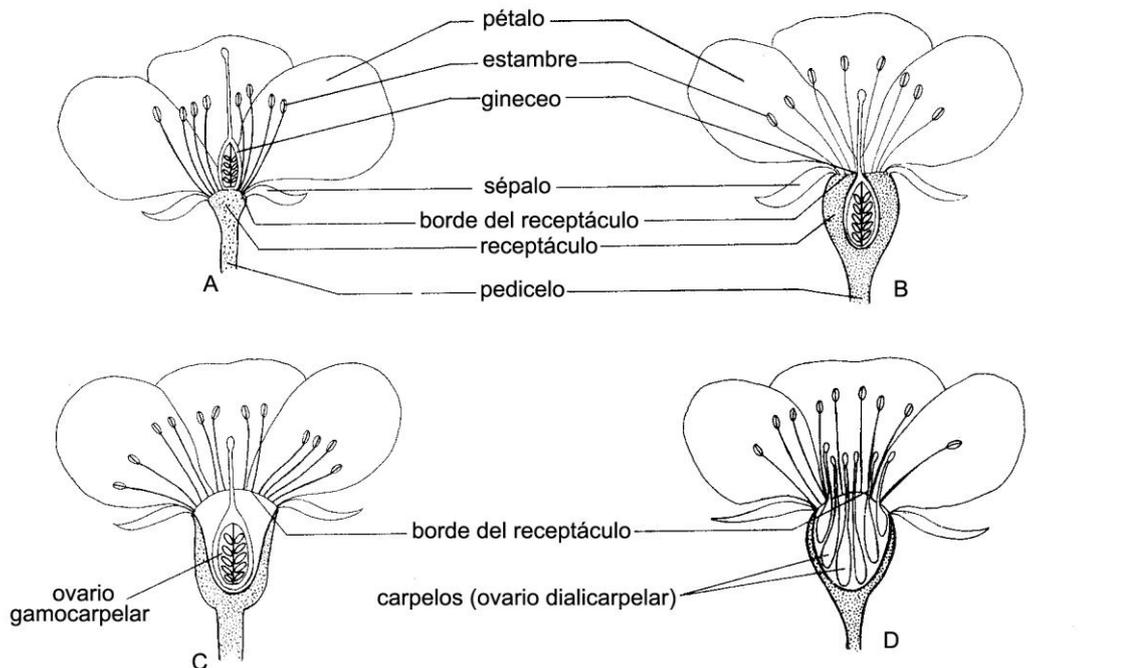
Cuando en una flor hipógina el receptáculo se prolonga en una columna por encima del perianto (cáliz más corola) y androceo, llevando en su extremo al gineceo, a esta prolongación se denomina ginecóforo (*Capparis*). Si lleva al androceo y gineceo, se llama androginecóforo (*Pasionaria*).

En las flores de ovario ínfero puede ocurrir que el receptáculo llamado "hipanto" se prolongue sobre el ovario formando un tubo que lleva en su extremidad los ciclos florales restantes. Puede verse en Enoteráceas.

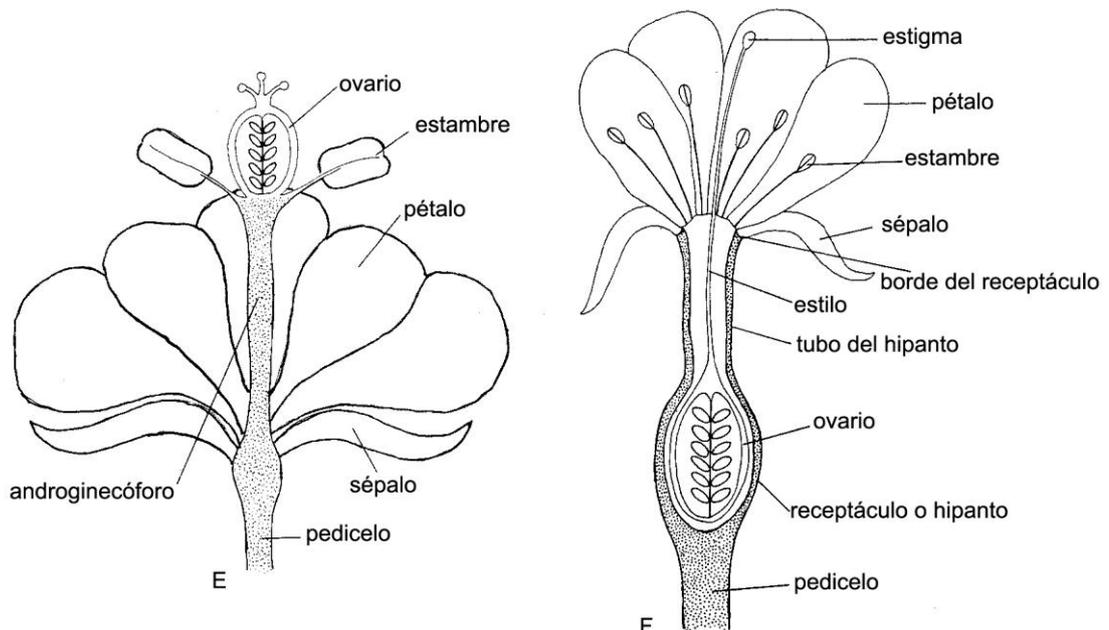
La presencia de flores de ovario ínfero, reducción en el número de piezas florales y la fusión de esas piezas florales, son características de plantas muy evolucionadas.



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14



A, flor de ovario súpero (hipogina). B, flor de ovario ínfero (epigina). C, flor de ovario medio gamocarpelar (perigina). D, Flor de ovario medio dialicarpelar (perigina). E, flor de ovario súpero con androginecóforo. F, flor de ovario ínfero con tubo del hipanto o receptáculo.



Placentación: es la ubicación de las placentas con respecto al ovario o bien en relación con la hoja carpelar. Por lo general, en los ovarios formados por un solo carpelo o por varios carpelos libres entre sí, la placentación es marginal, las placentas se ubican en los bordes o márgenes del carpelo.



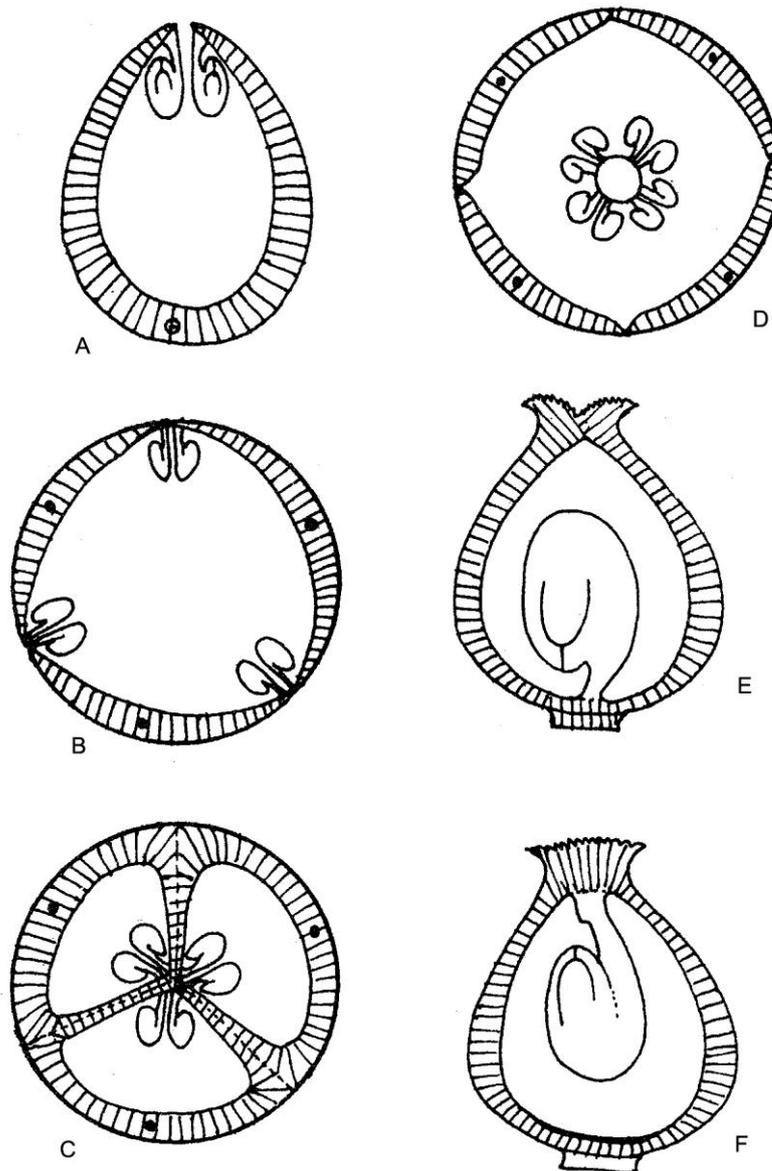
CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

Cuando el ovario está formado por dos o más hojas carpelares unidas entre sí, la placentación será **parietal** siempre que los carpelos formen un solo lóculo o cavidad, entonces los óvulos se disponen sobre las placentas en las paredes del ovario.

Cuando los carpelos forman dos o más lóculos, los nervios placentarios se ubican hacia el centro del ovario, la placentación se llama **axial**.

Si existen varios carpelos unidos formando un solo lóculo, pero los nervios placentarios se reúnen en un haz que se dispone en el centro del ovario, la placentación se llama **central**.

Cuando los óvulos se ubican en el fondo de la cavidad ovárica, la placentación es **basal** y si se hallan en el ápice, la placentación es **apical**.



Placentación. A, marginal. B, parietal. C, axial. D, central. E, basal. F, apical.
Los cortes A, B, C y D son transversales. E y F son longitudinales



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

Estructura de los óvulos . Los óvulos o primordios seminales tienen una forma ovoide y se unen a la placenta por un pie llamado **funículo**, el cual está recorrido por un haz conductor que llega hasta la chalaza.

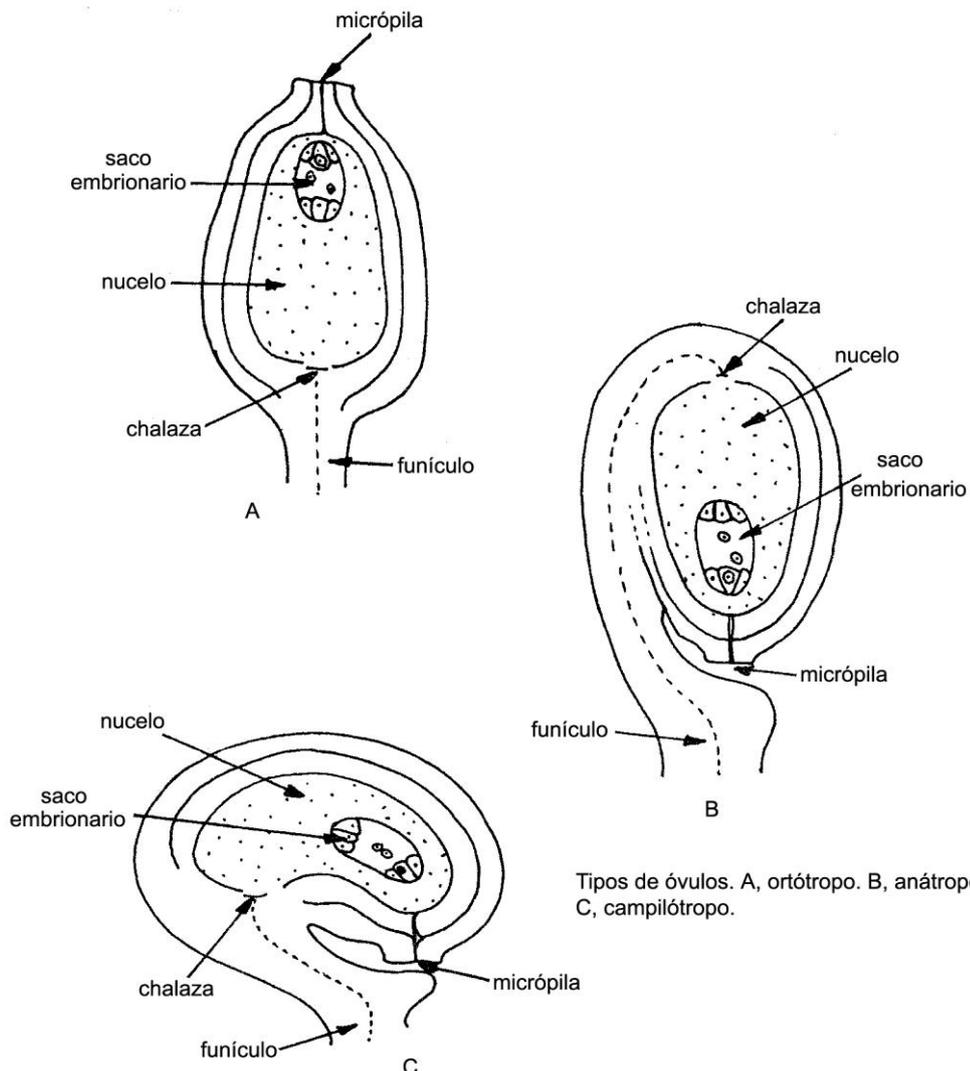
En un corte longitudinal, se observa un tejido central, la **nucela** (muchos autores denominan el nucelo) que es diploide ($2n$), que se puede considerar como un **megasporangio** y en él se diferencia la primera **célula esporógena**, caracterizada por su mayor tamaño, su núcleo más grande y el citoplasma más denso que el resto de las células nucelares.. La nucela se encuentra envuelta por el tegumento el cual puede estar formado por una o dos capas.

La zona de la nucela está próxima al funículo y desde donde arrancan los tegumentos recibe el nombre de **chalaza** y en la parte opuesta a la misma los tegumentos dejan un poro llamado **micrópila**.

A partir de la protodermis se formará el tegumento interior o cubierta del óvulo, que es protectora de la nucela. En los casos que se presentan dos tegumentos: **primina** y **secundina**. El futuro tegumento se forma a cierta distancia de la nucela y aparece como un rodete anular que a medida que se desarrolla envuelve el cuerpo nuclear y lo rodea, dejando una abertura que es la micrópila, por donde penetrará el tubo polínico.

Hay casos en que a partir del funículo u otras partes del óvulo se puede formar un tercer tegumento, llamado **arilo**, puede rodear al óvulo en forma total o parcial.

Según la relación entre la micrópila, la chalaza y el funículo existen distintos tipos de óvulos.



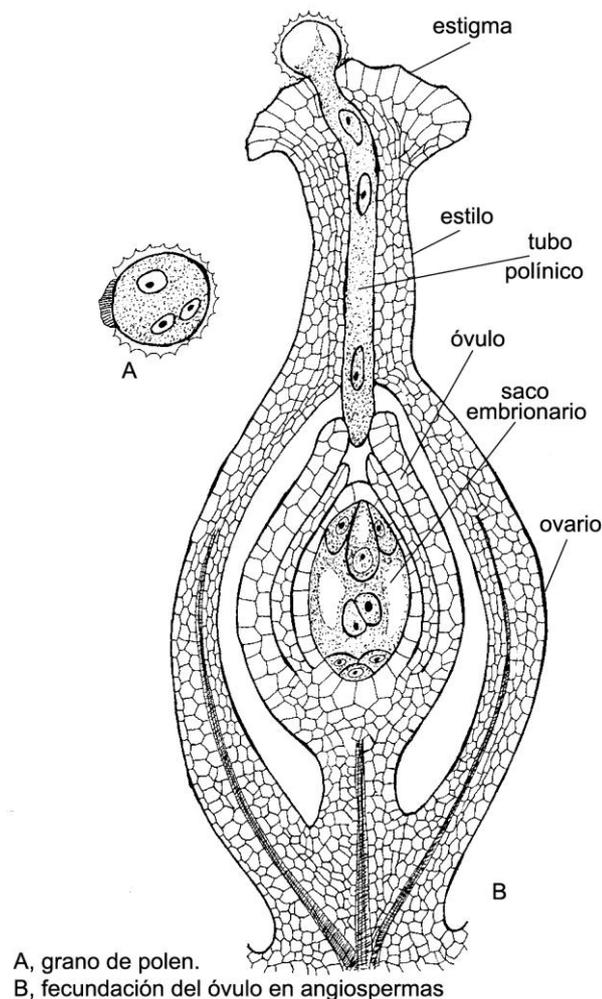
Tipos de óvulos. A, ortótropo. B, anátropo. C, campilótropo.



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

Cuando el funículo, la chalaza nucela y micrópila se encuentran en la misma línea recta, el óvulo es átropo u **ortótropo**. Si la nucela ha girado 180° en relación con el funículo, el óvulo se denomina **anátropo**. Si la nucela se encorva quedando la chalaza, el funículo y la micrópila casi en el mismo plano, el óvulo es **campilótropo**.

Formación del gametofito femenino: En la nucela en la mayoría de los casos se diferencia una célula llamada célula madre de la megáspora o del saco embrionario, que por meiosis originará cuatro células o **megásporas** haploides, tres de ellas degeneran y la cuarta se vuelve más grande y se divide mitóticamente (3 veces consecutivas) dando lugar al saco embrionario que es el gametofito femenino, formándose ocho núcleos haploides. De inmediato aparecen las paredes celulares constituyéndose así siete células, una de las cuales es binucleada y se disponen de la siguiente manera: una próxima a la micrópila, es la gameta femenina **oófera** acompañada por otras dos células o **sinérgidas**; en el polo opuesto se encuentran tres células llamadas **antípodas** cuya función es incierta y una en el centro, con dos **núcleos polares** (núcleos del albumen o endosperma)



El gametofito de las Angiospermas, constituido por el saco embrionario con las siete células y 8 núcleos haploides, es más reducido que el de las Gimnospermas formado por un protalo multicelular con varios arquegonios.

La oófera que es el gameto femenino, al ser fecundado formará el **cigoto**, que al desarrollarse formará el **embrión**. Los núcleos polares de la célula binucleada se fusionan y consti-



CÁTEDRA FARMACOBOTÁNICA

TRABAJO PRÁCTICO Nº 14

tuirán así el núcleo secundario diploide ($2n$) que al unirse con el segundo anterozoide dará origen a un **núcleo triploide** ($3n$) que es el que originará el **endosperma**.

En los óvulos maduros el tamaño de la nucela varía según las especies, puede ser absorbida totalmente al formarse el saco embrionario, como ocurre en la mayoría de las gamopétalas. En otras especies la nucela persiste y multiplicarse después de la fecundación originando así un tejido (**perisperma**) que almacenará sustancias de reserva para nutrir el embrión en el momento de la germinación de la semilla.

Fecundación en las Angiospermas:

Este proceso comienza con la llegada del grano de polen al estigma de la flor. Allí es retenido por el jugo estigmático y así inicia su germinación, apareciendo el tubo polínico que sale a través de la intina por los poros o colpos. La célula vegetativa con su núcleo produce el crecimiento del tubo polínico. La célula generativa, se divide para formar las células espermáticas que actuarán como gametos masculinos, haploides.

Este fenómeno de división de la célula generativa ocurre generalmente en el tubo polínico.

El tubo polínico crece a través del estilo, lleva en el extremo el núcleo de la célula vegetativa seguido por el núcleo generativo (o por los gametos resultantes de la división), quedando la parte posterior vacía y el citoplasma concentrado junto a los núcleos en la porción apical. Continúa desplazándose por las paredes del ovario hasta llegar a la micrópila, de allí penetrará al óvulo.

Al llegar al aparato ovular se desorganiza el núcleo vegetativo. El contenido del tubo, es decir los gametos, el citoplasma y orgánulos se vuelca en una de las sinérgidas. Esa sinérgida receptora se desorganiza y uno de los gametos se fusiona con la oósfera para dar el cigoto, que luego producirá el embrión y el otro núcleo se reúne con un núcleo secundario para dar la célula madre del endosperma. Se produjo así la doble fecundación, que sólo sucede en las Angiospermas, en ningún otro ser vivo.