

Manual de laboratorio de Botánica. Morfología básica de Angiospermas: terminología práctica

**Eusebio López Nieto. Itziar Arnelas Seco.
Vanessa Rodríguez Invernón. Manuel de la Estrella González.
Gloria Martínez Sagarra. Juan A. Devesa Alcaraz.**

Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba.
Edificio J. Celestino Mutis, Campus de Rabanales. 14071Córdoba

bv2lonie@uco.es itziarnelas2@gmail.com
bv2roinv@uco.es mdelaestrella@gmail.com
bv2masag@uco.es bv1dealj@uco.es

Resumen: las angiospermas son el grupo de espermatófitos que forman las semillas siempre en el interior de un fruto. Son extraordinariamente variables en su morfología externa, y las características de este tipo son básicas para la delimitación y circunscripción de los taxones. En esta práctica se abordan los caracteres morfológicos básicos en el grupo con vistas a familiarizar al alumno con la profusa terminología existente, relativa tanto a caracteres vegetativos como reproductores.

Palabras clave: Angiospermas. Espermatófitos. Morfología. Raíz. Tallo. Indumento. Hoja. Flor. Inflorescencia.

INTRODUCCIÓN

Los espermatófitos (del griego *sperma*, semilla, y *fiton*, planta) son un grupo monofilético que incluye a todas las plantas vasculares que producen semillas, tanto si estas permanecen desnudas, como sucede en las gimnospermas, como si se alojan en el interior de un fruto, como en las angiospermas. Las semillas son estructuras que contienen un embrión o esporófito inmaduro a menudo acompañado de tejido nutricio y rodeado de una cubierta protectora, en definitiva, diásporas para garantizar la supervivencia y dispersión de la descendencia.

Los primeros registros fósiles de espermatófitos datan de finales del Devónico, hace unos 360 millones de años, siendo las gimnospermas las primeras en aparecer y convirtiéndose en los elementos dominantes en la vegetación desde finales del Paleozoico hasta los comienzos del Mesozoico. La aparición de las angiospermas es más tardía, pues su origen hay que llevarlo cuanto menos hasta el Cretácico Inferior, es decir hasta hace unos 140 millones de años. Desde entonces, y hasta la actualidad, las angiospermas se han erigido en las plantas dominantes en las formaciones vegetales,

salvo muy contadas excepciones, como la de los bosques más septentrionales del hemisferio Norte –taiga–, en donde dominan las gimnospermas.

La Morfología Vegetal es la disciplina que aborda el estudio de la estructura y forma de las plantas. Es la base de las descripciones taxonómicas y aporta por lo general los datos más útiles para la delimitación y circunscripción de los taxones. La descripción pormenorizada de las plantas se remonta al siglo IV a. C., siendo Teofrasto (c. 370- c. 285 a.C.), el denominado “padre de la Botánica”, el primer botánico conocido por efectuar descripciones de los vegetales, que hizo en su famosa *Historia Plantarum*.

La evolución de los conocimientos sobre la biodiversidad vegetal ha llevado asociada, necesariamente, un notable desarrollo de la terminología específica necesaria para la descripción de sus características desde todos los puntos de vista. En España existe un consenso entre los botánicos para el uso del *Diccionario de Botánica* del Dr. Pio Font Quer como referente terminológico, obra que vio la luz en 1953 y de la que se han hecho hasta la fecha numerosas reediciones. Los términos que se van a utilizar en este manual son de uso común por los botánicos y están contemplados en dicha obra.

RAÍZ

Las raíces, además de poder clasificarse atendiendo al medio en que se desarrollan (terrestres, acuáticas o aéreas), pueden serlo también atendiendo a su forma, un claro reflejo de aspectos funcionales y adaptaciones (Fig. 1 A).

La raíz **axonomorfa** (o pivotante), la más común en las eudicotiledóneas, consta de un eje principal a partir del cual surgen las ramificaciones o raíces secundarias. Por el contrario, la raíz **fasciculada**, muy frecuente en las monocotiledóneas, está integrada por un conjunto de raíces con desarrollo similar y que parten de la base del tallo formando un haz.

En muchas ocasiones las raíces no solo propician el anclaje de la planta sino que actúan, además, como órganos para almacenamiento de sustancias de reserva. En estos casos la forma está claramente condicionada por el acúmulo, como sucede en las raíces **tuberosas** (p. ej., en la mandrágora) y en las **napiformes**, como las de la zanahoria o el nabo.

Atendiendo al origen de las raíces, se las denomina **normales** cuando proceden directamente de la radícula del embrión, mientras que si la procedencia no es ésta se dice entonces que son **adventicias**. Adventicias son, por ejemplo, las raíces que permiten trepar a los tallos de la hiedra, o las que salen de tallos subterráneos o **rizomas**, estructuras que al igual que las verdaderas raíces pueden facilitar en anclaje de las plantas, entre ellas muchas gramíneas y ciperáceas.

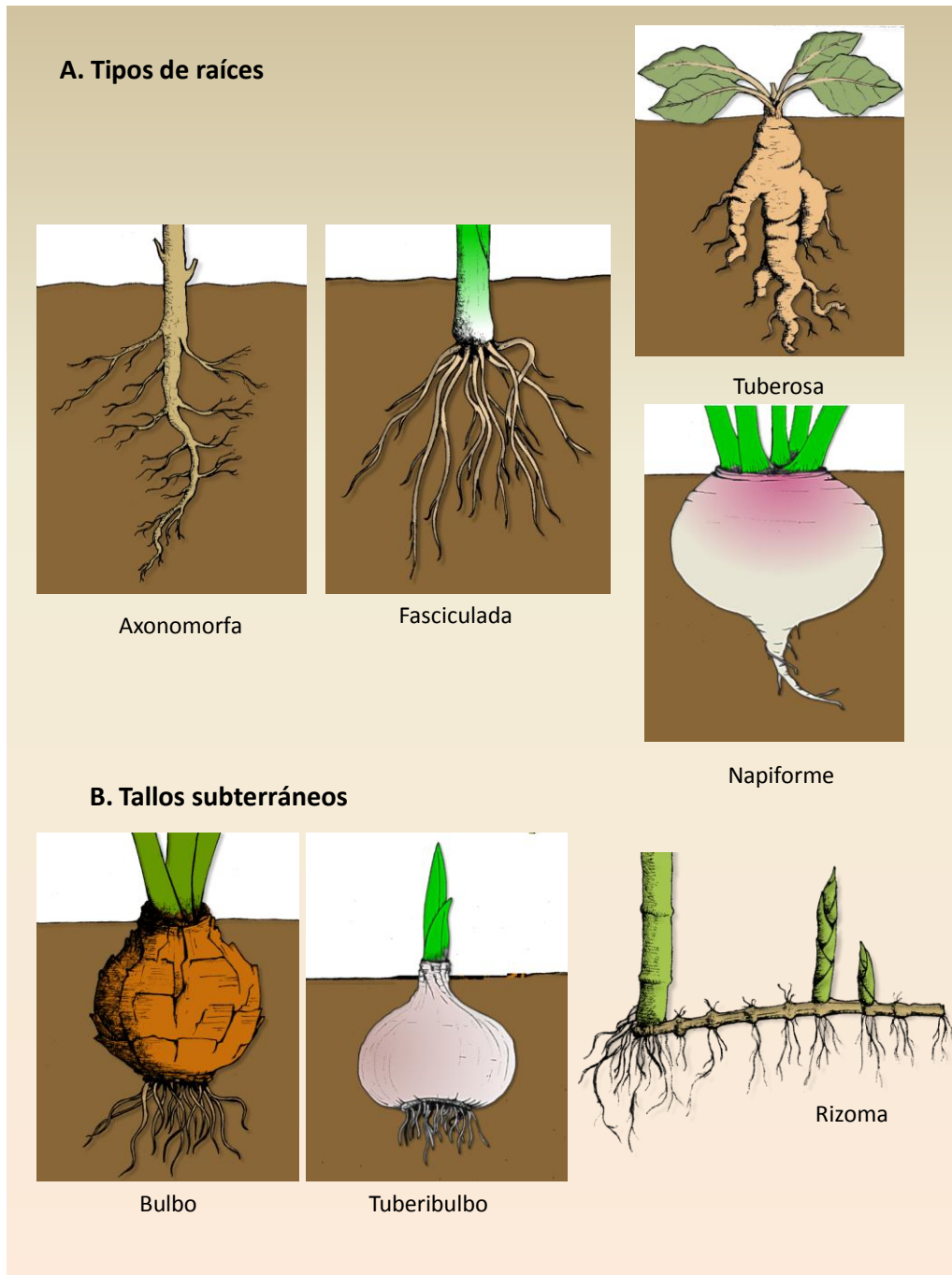


Figura 1. Tipos de raíces y tallos subterráneos.

TALLO

El tallo suele ser la parte del cuerpo más desarrollada en los espermatófitos. Es la estructura portadora de las hojas y, en su momento, de las estructuras reproductoras, y permanece anclado al sustrato mediante la raíz. Sus dimensiones pueden variar desde poco más de 1 mm como en algunas lentejas de agua, hasta más de 100 m de altura en árboles de algunas especies de eucaliptos y secuoyas.

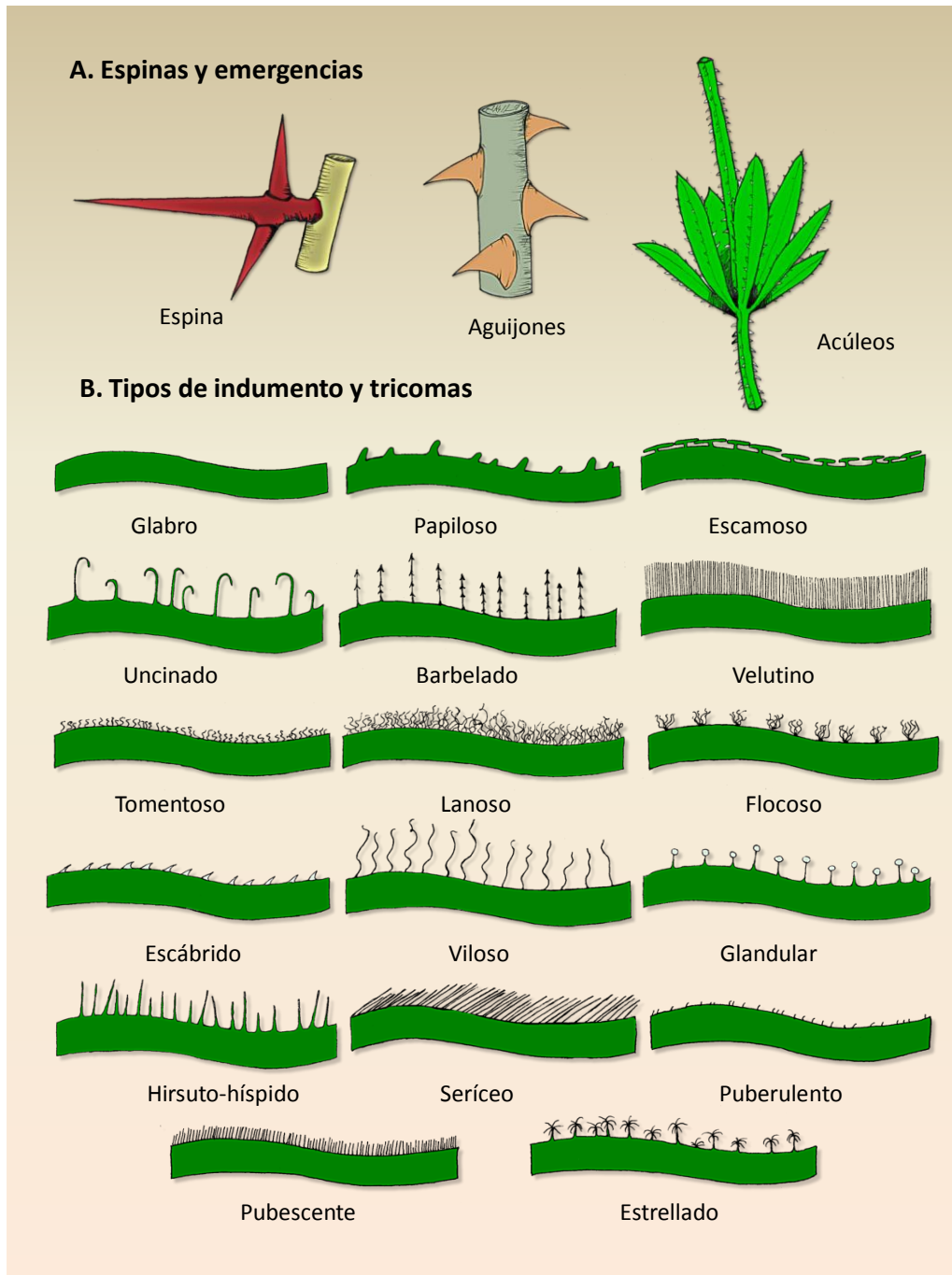


Figura 2. Espinas, emergencias, tipos de indumento y tricomas.

Algunas modificaciones del tallo dan lugar a caracteres que pueden tener un importante valor diagnóstico (Fig. 1 B). De importancia en este sentido son, por ejemplo, los diversos tipos de tallos subterráneos, como es el caso de los rizomas, bulbos y tuberíbulbos. Los **rizomas** son tallos subterráneos, de mayor o menos desarrollo (las plantas se dice que son rizomatosas), que forman raíces adventicias y yemas de las que salen vástagos aéreos. Los **bulbos** son estructuras subterráneas en las que existe al menos una yema caulinar protegida por hojas más o menos modificadas y carnosas por el acúmulo de sustancias de reserva; son los órganos de supervivencia que utilizan muchas

plantas para sobrevivir durante las épocas desfavorables, y de los que en su momento salen las hojas y los vástagos o escapos portadores de flores (como en la cebolla, los ajos, etc.). Los **tuberibulbos**, similares a los anteriores en la forma y la función, son tubérculos caulinares subterráneos que almacenan sustancias de reserva y están protegidos por túnicas foliares o por la base de las hojas no engrosadas (como los de los lirios y las orquídeas).

Con mucha frecuencia las plantas pueden ser espinosas, lo que puede ser debido a la presencia de espinas y aguijones o acúleos (Fig. 2 A). Las **espinas** son estructuras puntiagudas y punzantes, duras, que están inervadas por tejido vascular (como las de la acacia de tres espinas, *Gleditsia triacanthos*), a diferencia de las denominadas **emergencias**, como los **aguijones** o **acúleos**, no vascularizados aunque impican tejido subepidérmico en su formación, como los aguijones de las rosas (*Rosa* spp.) y las zarzadoras (*Rubus* spp.), y los acúleos de los tallos del amor del hortelano (*Galium aparine*).

TRICOMAS E INDUMENTO

El **indumento** es el conjunto de pelos, glándulas, escamas, etc., que recubren los diferentes órganos de la planta. Estos accidentes superficiales son **tricomas**, y se diferencian de las emergencias porque en su formación solo interviene tejido epidérmico.

Cuando la superficie de la planta o algún órgano de ella carece de pelos, glándulas o cualquier otra estructura, se dice que es la planta es **glabra** o que el órgano es glabro.

Más comúnmente, pueden observarse distintos tipos de indumento cuya tipología o clasificación se hace en función del tipo de tricoma que posea (glándulas, escamas o pelos, en este caso simples, unicelulares, pluricelulares, ramificados, estrellados, rígidos, escamosos, glandulíferos, etc.), su disposición y abundancia. En la Fig. 2 B se pueden observar algunos de los tipos más representativos.

HOJA

Los caracteres morfológicos de las hojas son de extraordinaria importancia taxonómica en las angiospermas. Por su alto valor diagnóstico, las características de las hojas son de uso muy común en Floras y obras sobre la diversidad vegetal, por lo que es fundamental familiarizarse con la extensa terminología asociada a este órgano.

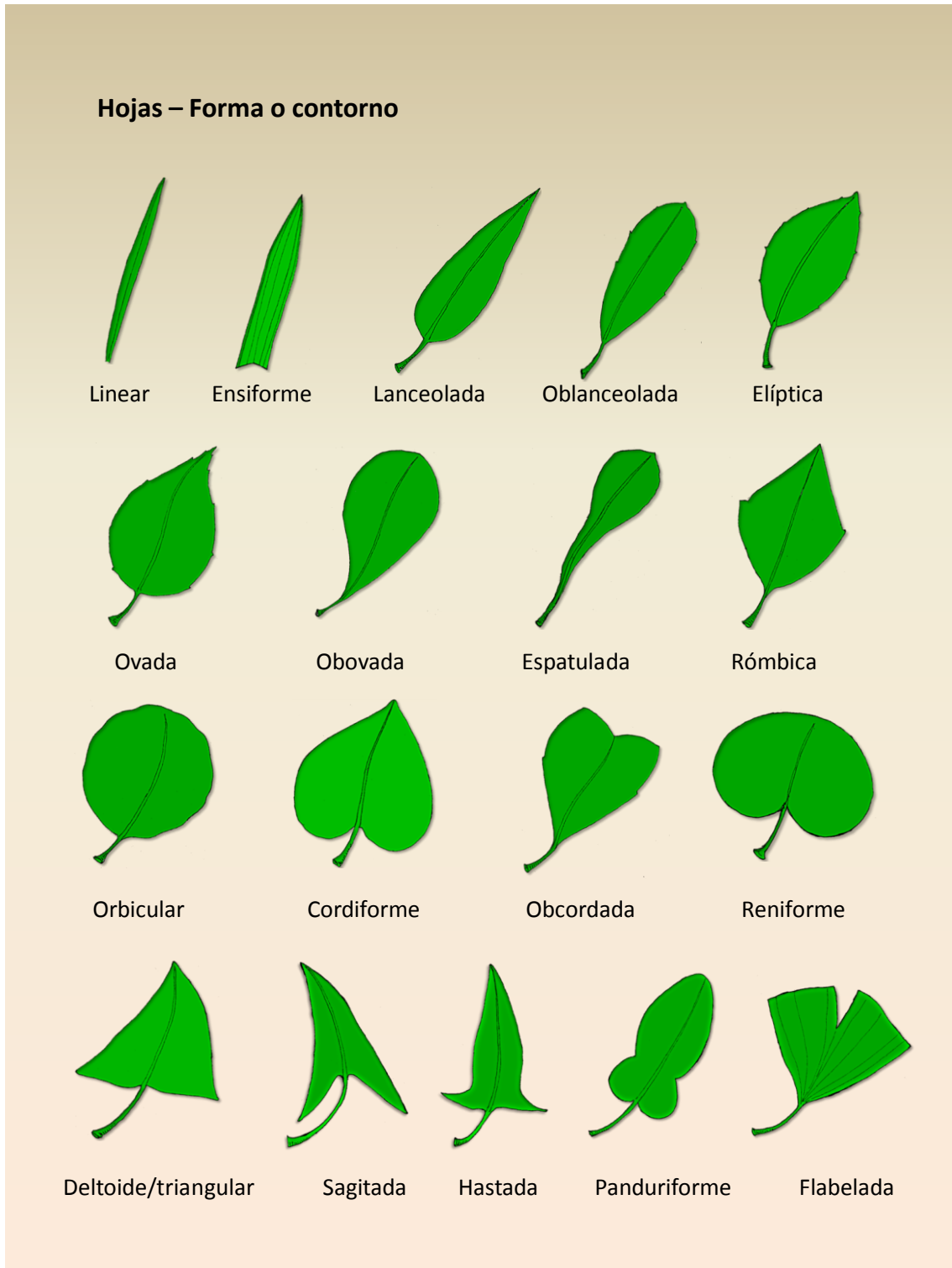


Figura 3. Tipos de hojas según su forma o contorno.

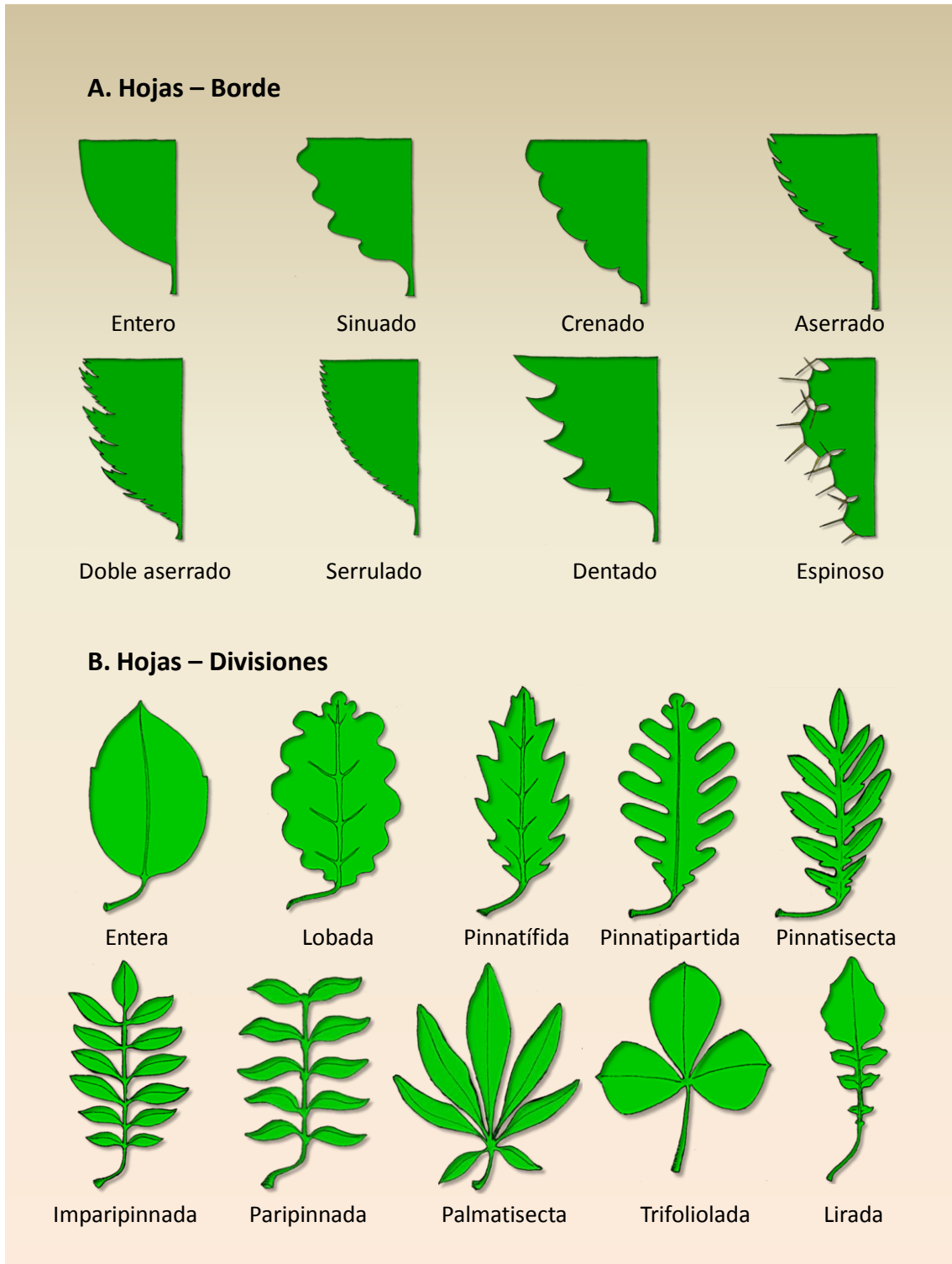


Figura 4. Tipos de hojas según su borde y división.

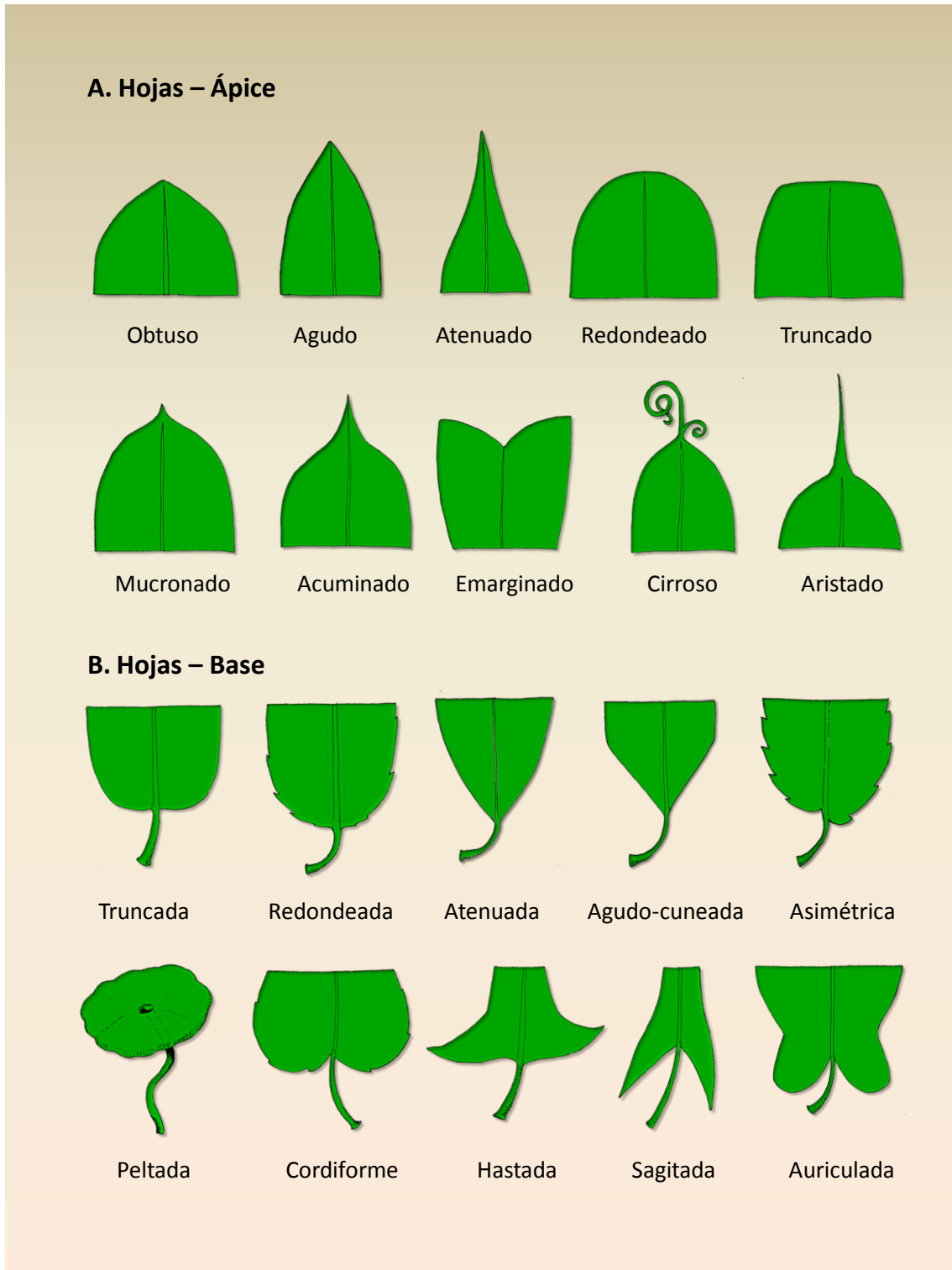


Figura 5. Tipos de hojas según su ápice y base.

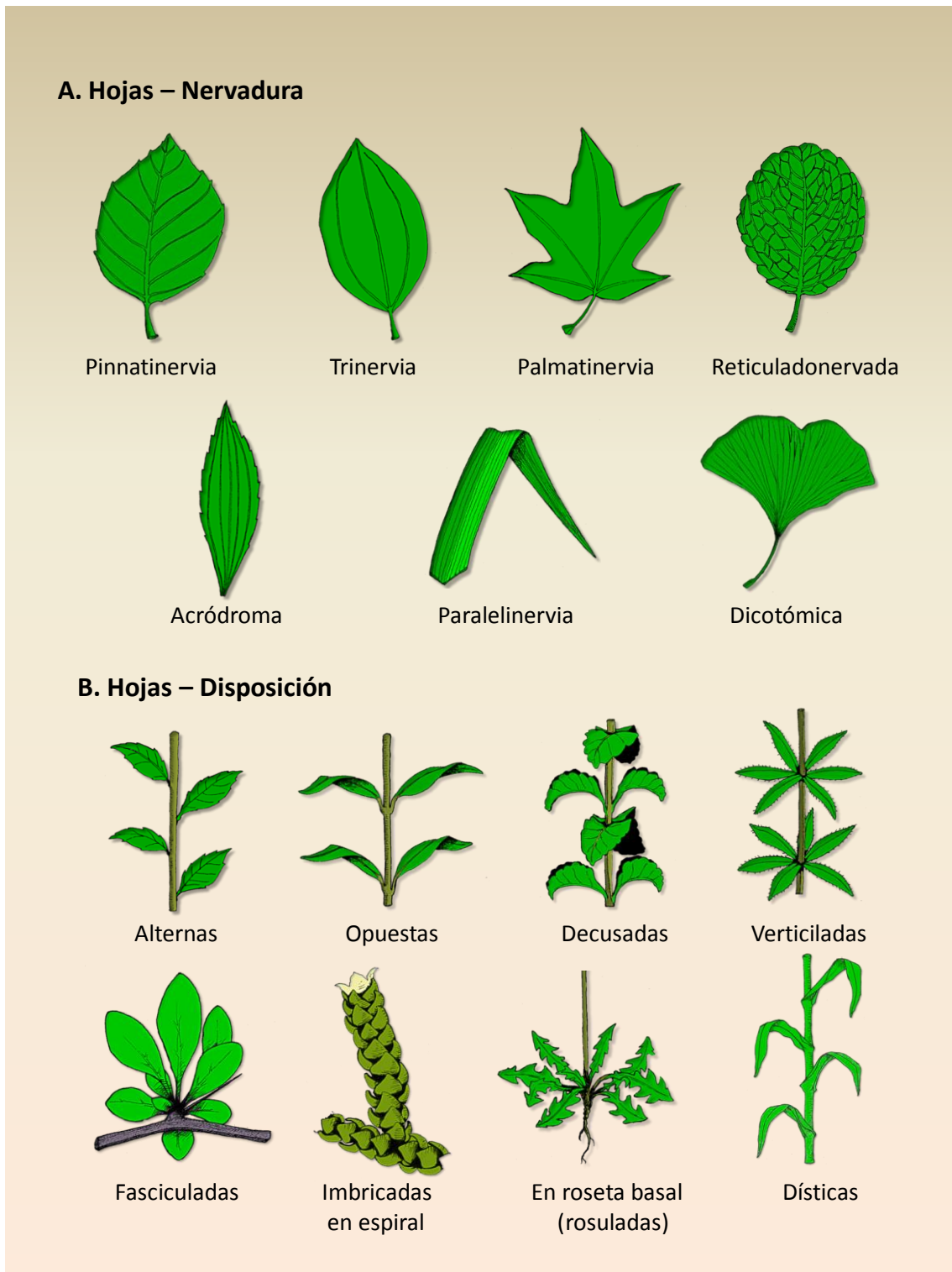


Figura 6. Tipos de hojas según su nervadura y disposición en el tallo.

Respecto de la morfología del limbo, pueden reconocerse distintos tipos de hoja atendiendo a diferentes aspectos:

- **Forma o contorno** (Fig. 3).
- **Bordes** (Fig. 4 A).
- **Divisiones** (Fig. 4 B).
- **Ápice** (Fig. 5 A).
- **Base** (Fig. 5 B).
- **Nervadura** (Fig. 6 A).
- **Disposición en el tallo** (Fig. 6 B).

También son importantes las características del pecíolo. Se dice que las hojas son **pecioladas** cuando el limbo se inserta en el tallo gracias a un pedículo o pecíolo, mientras que se dice que son **sésiles** cuando no media la presencia de este órgano. A veces, junto al pecíolo o incluso soldadas a este, existen dos pequeñas expansiones foliáceas, una a cada lado, conocidas como **estípulas**.

FLOR

La morfología floral es, sin duda, el principal carácter taxonómico utilizado en la clasificación y delimitación de las angiospermas.

Diagrama floral

Es una forma gráfica de representar la estructura de una flor, y resulta de la proyección ortogonal de un corte transversal de la misma. De él se obtiene información muy completa sobre la flor representada: tipo de simetría, número de verticilos florales (periantiales y sexuales) así como del número de piezas que los integran, su posición relativa y grado de fusión, etc.

En un diagrama floral las distintas partes y órganos de la flor se representan de manera esquemática. Los verticilos florales se intuyen –no necesariamente se representan– como una sucesión concéntrica de circunferencias que, de fuera hacia dentro, se corresponden con el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo, en el caso de una flor **tetracíclica**, o más si alguno de los verticilos aparece desdoblado. Las distintas piezas se representan mediante convencionalismos:

- Los sépalos como arcos en negro.
- Los pétalos como arcos en blanco.
- Las estambres como una antera cortada transversalmente.
- El gineceo como un corte transversal del ovario, mostrando el número de carpelos, lóculos y la placentación de los rudimentos seminales.
- Si los verticilos tienen sus piezas soldadas, se unen sus piezas.

En la Fig. 7 A se puede observar, a modo de ejemplo, el diagrama floral de una flor idealizada, y también dos ejemplos reales, uno de una flor labiada (*Salvia* sp., *Lamiaceae*) y otro de la flor de una amapola (*Papaver* sp., *Papaveraceae*).

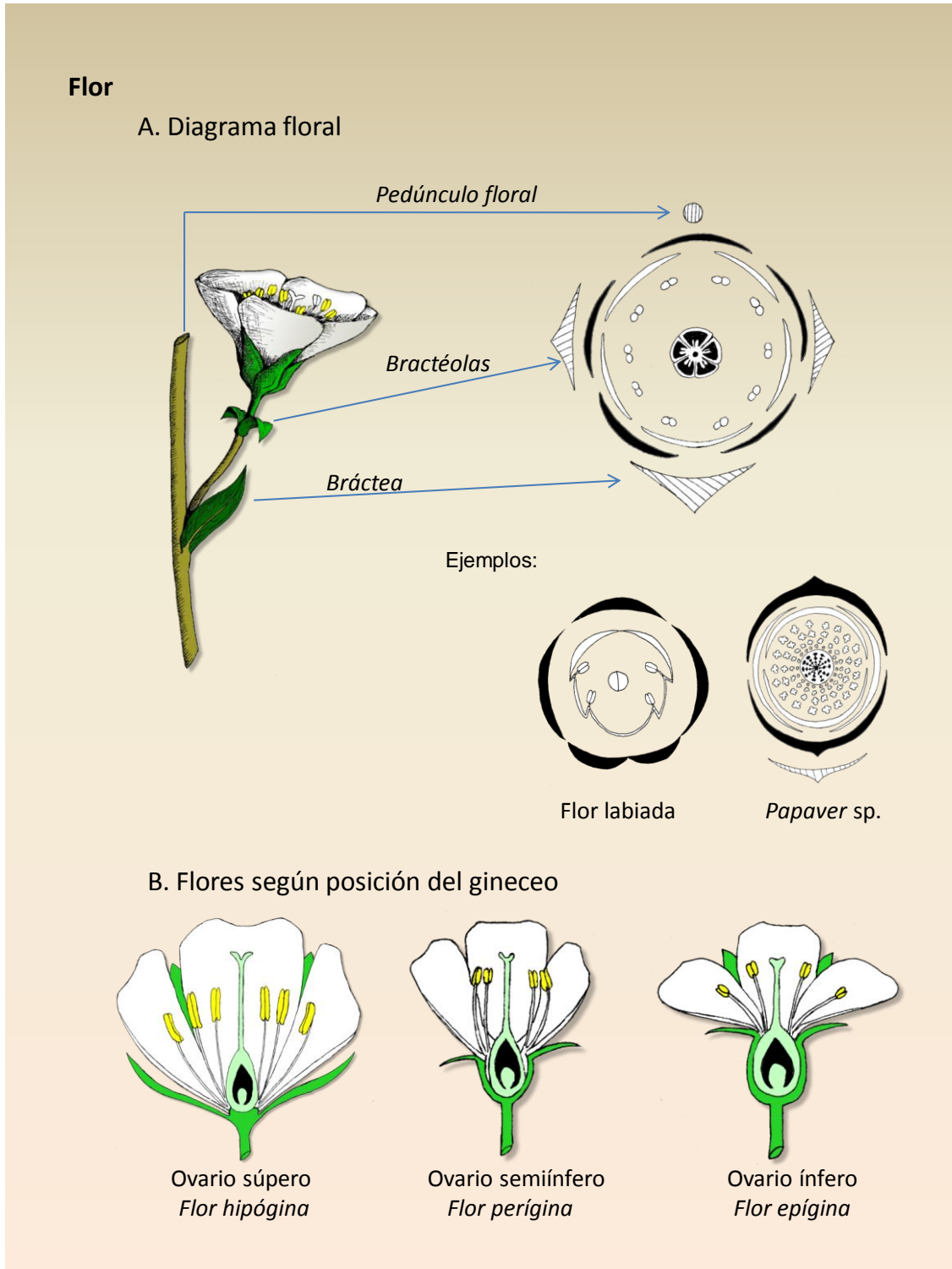


Figura 7. Diagramas florales y tipo de flores según la posición del gineceo.

Tipos de flores según la posición del gineceo

En función de la posición relativa del gineceo respecto del tálamo o receptáculo floral (ensanchamiento del pedicelo donde se insertan las piezas florales) pueden reconocerse tres tipos de flores (Fig. 7 B).

- **Hipógina:** cuando las piezas del cáliz, de la corola y los estambres se insertan en el tálamo por debajo de la base del gineceo. En este caso se dice que el ovario es **súpero**.
- **Perígina:** cuando las piezas del cáliz, de la corola y los estambres se insertan en el tálamo por encima del nivel basal del gineceo. En este caso se dice que el ovario es **semiínfero**.
- **Epígina:** cuando las piezas del cáliz, de la corola y los estambres se insertan en el tálamo por encima del gineceo. En este caso se dice que el ovario es **ínfero**.

Tipos de flores según la morfología de la corola

La corola es el verticilo floral más llamativo y variable. Buena parte del carácter atrayente de las flores radica precisamente en ella.

Con independencia del número de piezas que la integran, y de su forma y coloración, es de gran importancia si los pétalos que la integran están soldados (corola **gamopétala** o **simpétala**) o permanecen libres (corola **dialipétala** o **coripétala**), y también el número de planos de simetría que pueden dividirla en imágenes especulares: 1 (flores **zigomorfas**), 2 (flores **bilaterales**) o muchos (flores **actinomorfas**). La combinación de ambos caracteres resulta muy útil para reunir distintos tipos de flores, como se puede observar en la Fig. 8, entre las que merece destacarse la corola **papilionácea**, típica de los representantes de la familia de las leguminosas (*Fabaceae*), que se caracteriza por ser dialipétala y zigomorfa, con 5 pétalos en disposición muy característica: estandarte, alas (2, a los lados) y quilla (2, adnatos, en la parte inferior). También destacable es la corola de tipo **cruciforme** (dialipétala y actinomorfa, formada por 4 pétalos en tipo de cruz), característica en los representantes de la familia de las crucíferas (*Cruciferae* o *Brassicaceae*), y la corola **unilabiada** o **bilabiada** (ambas gamopétalas y zigomorfas, con 1 o 2 grandes lóbulos en la corola semejantes labios) características de la familia de las labiadas (*Labiatae* o *Lamiaceae*).

INFLORESCENCIAS

Las flores pueden disponerse de manera aislada o bien agrupadas en una estructura por lo general de forma regular y que se conoce como **inflorescencia**, de la que se conocen numerosos tipos. En la Fig. 9 se representan de forma esquemática algunos de ellos.

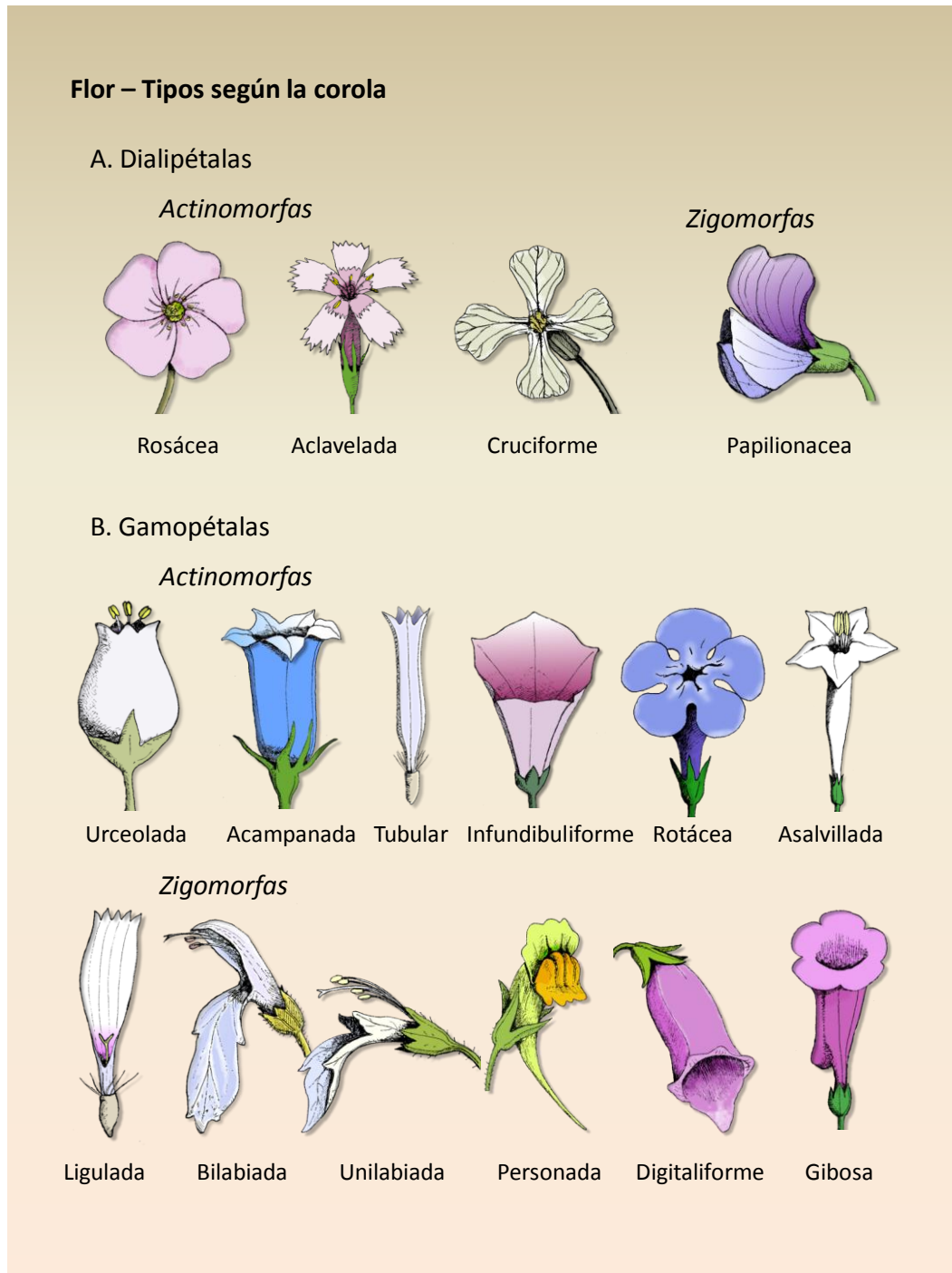


Figura 8. Tipos de flor según la forma de la corola.

Las inflorescencias pueden ser **simples** o **complejas**, siendo las últimas estructuras resultantes de combinar de manera repetitiva modelos más sencillos, es decir, son “inflorescencias de inflorescencias”, como por ejemplo la panícula (un racimo de racimos) o la umbela compuesta (una umbela de umbelas).

Algunas inflorescencias poseen un gran valor diagnóstico pues caracterizan a

algunas familias, como sucede con el capítulo, una inflorescencia que por lo general consta de un gran número flores dispuestas sobre un receptáculo más o menos dilatado, a modo de plataforma; está presente en todas las especies de la familia de las compuestas (*Asteraceae* o *Compositae*). En este caso las flores pueden ser tubulares (o flosculosas) y/o liguladas (Fig. 8).

Otra inflorescencia muy característica es la umbela, simple o compuesta, en la que como su propio nombre indica las flores se disponen en forma de sombrilla, con sus pedicelos partiendo todos ellos de un mismo punto; es característica, aunque no exclusiva, de la familia *Umbelliferae*.

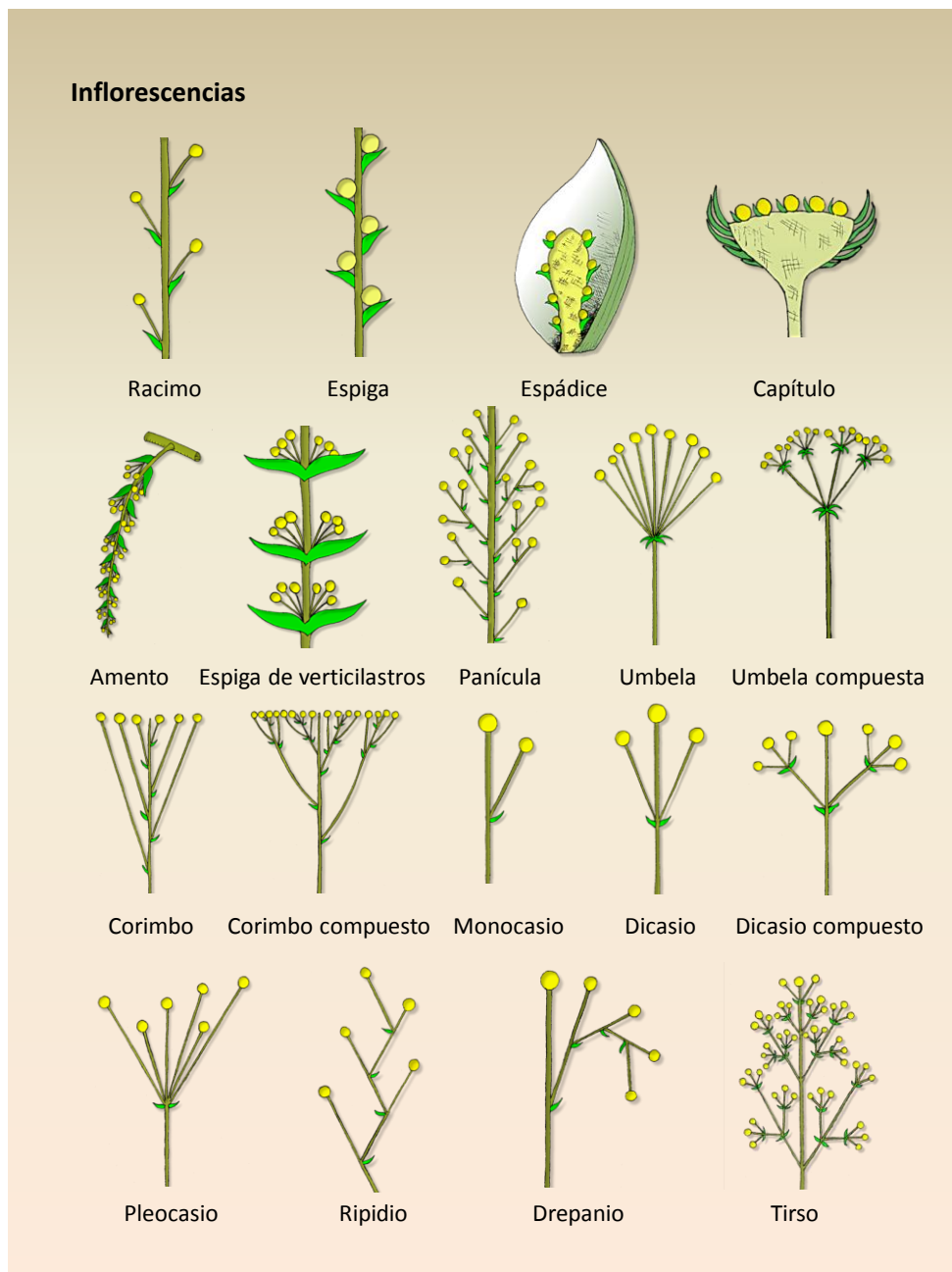


Figura 9. Tipos de inflorescencias.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

La práctica, de 2 horas de duración, va dirigida a grupos de alumnos de Botánica General, preferentemente no más 20. Los objetivos específicos se recogen en la Tabla 1.

Objetivos
1.- Observación e identificación de tipos de raíces.
2.- Observación e identificación de algunas modificaciones del tallo y de tipos de indumento.
3.- Observación e identificación de tipos de hojas.
4.- Observación e identificación de tipos de flores e inflorescencias.
5.- Realización de una descripción morfológica y diagrama floral de un ejemplar.

Tabla 1. Objetivos de la práctica de Morfología básica de espermatofitos (Botánica general).

MATERIAL Y MÉTODOS

Procedimiento

- Al comienzo de la práctica se hará una breve introducción de los principales caracteres morfológicos de las angiospermas. Se facilitarán fuentes bibliográficas de interés y recursos telemáticos de fácil acceso.
- Se facilitará al alumno el material objeto de la práctica: a) especímenes desecados o en fresco de varias especies de angiospermas en floración (según disponibilidad) y siempre facilitando como mínimo ejemplos de raíces axonomorfas y fasciculadas, hojas simples y divididas, flores gamopétalas y dialipétalas – incluyendo al menos una flor papilionácea-, y al menos dos tipos de inflorescencias, entre ellas un ejemplo de capítulo; b) una guía con esquemas de los principales tipos morfológicos de los distintos órganos de angiospermas compuesto por las láminas que ilustran este manual, además de material bibliográfico diverso pero sobre todo el *Diccionario de Botánica* (FONT QUER, 1953, o una edición posterior) o *Morfología Vegetal* (CABEZA MAYORGAS, 2010).
- Cada alumno deberá anotar en su Cuaderno de Prácticas¹ la información de interés generada en el desarrollo de la práctica.

Material necesario

- Pinzas, agujas enmangadas y bisturí para la disección de material.
- Estereomicroscopio o lupa (uno por cada dos alumnos).

¹ Al final del curso el profesor de la asignatura revisará el contenido del cuaderno, y su valoración será tenida en cuenta en el proceso evaluador.

Desarrollo de la práctica

- Observación e identificación de tipos de raíces.

Observa los distintos tipos de raíces e identifica las raíces axonomorfas y las fasciculadas. En caso de suministrarse, identifica entre aquellas raíces con funciones de almacén de sustancias de reserva.

- Observación e identificación de modificaciones del tallo.

Observa los distintos tipos de formaciones punzantes (espinas y aguijones) y describe también los distintos tipos de tallos subterráneos suministrados: rizomas, bulbos y tuberibulbos.

- Observación e identificación de tipos de indumento:

Observa e identifica los distintos tipos de indumento que posean los ejemplares disponibles con el uso del estereomicroscopio. Compara entre especies y entre las distintas partes de un mismo espécimen. Presta especial atención al tipo de tricoma que compone el indumento, su disposición y abundancia.

- Observación e identificación de tipos de hojas.

- ✓ Observa e identifica los distintos tipos de hojas, atendiendo a su forma general, la del ápice, la base, el borde, sus divisiones y la nervadura.

- ✓ Identifica la disposición de las hojas en el tallo según los esquemas proporcionados.

- Observación e identificación de tipos de flores e inflorescencias.

- ✓ Observa e identifica los distintos tipos de flores, clasificándolas en dialipétalas o gamopétalas, y zigomorfas o actinomorfas. Con la ayuda del material de disección, realizar un corte transversal a la flor para conocer la posición del gineceo (súpero, ínfero o semiínfero). Prestar especial atención a la estructura de la flor papilionácea visualizando las piezas de su corola (estandarte, alas y quilla).

- ✓ Observar si las flores de los especímenes proporcionados se disponen solitarias o reunidas en algún tipo de inflorescencia. En este último caso, identificar el tipo de inflorescencia usando los esquemas proporcionados. Prestar especial atención a la inflorescencia de tipo capítulo, examinando su estructura e identificando la estructura protectora (involucro), el receptáculo y los distintos tipos de flores lo componen (flosculosas, liguladas, etc.).

- ✓ Relacionar alguna de las flores o inflorescencias como carácter básico de algunas de las familias más importantes: corola papilionácea con familia *Fabaceae*, corola cruciforme con familia *Cruciferae*, inflorescencia en umbela con familia *Umbelliferae* o inflorescencia en capítulo con familia *Compositae*.
- 6.- Realización de una descripción morfológica y diagrama floral de un ejemplar.
 - ✓ Con la información morfológica suministrada y aprendida en el desarrollo de la práctica, efectuar la descripción cualitativa de los caracteres vegetativos y sexuales de al menos uno de los ejemplares proporcionados. Para ello es conveniente elegir un ejemplar completo, que posea raíz, hojas y flores.
 - ✓ Acompañar la descripción con un diagrama floral, siguiendo los ejemplos y esquemas proporcionados en la práctica.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ana G. Moreno por su apoyo para participar en REDUCA.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Cabeza Mayorgas, F. 2010. *Morfología Vegetal. Cormófitos*. Universitas Editorial, Badajoz. 336 pp.

Devesa, J.A. y Carrión, J. S. 2012. *Las plantas con flor*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba.

Font Quer, P. 1953. *Diccionario de Botánica*. Editorial Labor S.A., Barcelona. 1244 pp.

Simpson, M. G. 2006. *Plant Systematics*. Elsevier-Academic Press. 590 pp.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

Lecciones hipertextuales de Botánica. Rafael Tormo Molina. Universidad de Extremadura.
<http://www.eweb.unex.es/eweb/botanica/queplantaes/index.htm>

Naturaleza educativa. Botánica
http://www.natureduca.com/botan_indice.php

Drs. Wolffia y Armstrong. Botanica, Wayne's Word (Palomar, USA)
<http://waynesword.palomar.edu/bot115.htm>

Morfología y Reproducción de Plantas Vasculares. UNNE (Corrientes, Argentina)
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/index.html>

Recibido: 22 de octubre 2013.

Aceptado: 15 de diciembre 2014.