



Hugo F. Gutiérrez  
[editor]

**BOTÁNICA  
SISTEMÁTICA  
DE LAS PLANTAS  
CON SEMILLAS**

# **BOTÁNICA** **SISTEMÁTICA** **MATTOA**

CIE

**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL LITORAL**



# **Botánica sistemática de las plantas con semillas**

Hugo Francisco Gutiérrez  
(editor)





**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL LITORAL**

Rector **Enrique Mammarella**  
Director de Planeamiento y Gestión Académica **Daniel Comba**  
Directora Ediciones UNL **Ivana Tosti**  
Decana Facultad de Humanidades y Ciencias **Laura Tarabella**

.....

Gutiérrez, Hugo Francisco  
Botánica sistemática de las plantas  
con semillas / Hugo Francisco Gutiérrez.  
- 1a ed. - Santa Fe : Ediciones UNL, 2020.  
Libro digital, PDF - (Cátedra)

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-749-219-4

1. Botánica. 2. Plantas. 3. Semillas. I. Título.  
CDD 581.467

.....

© Hugo Francisco Gutiérrez, 2020.  
© Carlos B. Villamil, 2020.



© ediciones **UNL**, 2020

—  
editorial@unl.edu.ar  
www.unl.edu.ar/editorial

Consejo Asesor  
Colección Cátedra  
**Daniel Comba**  
**Liliana Dillon**  
**Bárbara Mántaras**  
**Gustavo Martínez**  
**Héctor Odetti**  
**Ivana Tosti**

Coordinación editorial  
**María Alejandra Sedrán**  
Coordinación diseño  
y diagramación de interior  
**Alina Hill**  
Corrección  
**Félix Chávez**



# Prólogo

En 1981 vio la luz la primera edición de *Plantas Vasculares de la Argentina Nativas y Exóticas* editada por el Ing. Agrónomo Osvaldo Boelcke. Este libro fue, sin duda, un hito para la enseñanza de la botánica sistemática en nuestro país. La obra, una riquísima fuente de información sobre la flora argentina, es, aún hoy, de consulta obligada para todos quienes tenemos la responsabilidad de suministrar al estudiante universitario un panorama de la diversidad de las plantas que habitan en el país. Pese a su inmenso valor, la obra adolece de una limitación: en ella no se incluye la discusión de los conceptos teóricos que fundamentan cualquier esquema de clasificación biológica. Tal limitación parece ahora a punto de ser superada con la publicación de este libro en el que, junto con un tratamiento resumido de los principales grupos taxonómicos de las plantas, se incluyen capítulos introductorios respecto de la teoría de la clasificación.

La obra de Hugo Gutiérrez constituye un importante esfuerzo editorial destinado a la percepción de la diversidad de las plantas vasculares a la vez que introduce en la compleja problemática de interpretar sus relaciones de parentesco. La tra-

yectoria del autor en la enseñanza de la botánica a nivel universitario le allana el camino para abordar el aparente pero intimidante caos que sugiere la diversidad vegetal con un lenguaje desprovisto de academicismos. Ello permite el enfoque especulativo y teórico, propio de las disciplinas biológicas, o el más pragmático de quienes emplean la sistemática como una herramienta para otros propósitos, como agrónomos, médicos, paisajistas y conservacionistas.

La inclusión de capítulos dedicados a los criterios que rigen la construcción de sistemas de clasificación basados en las diferentes “escuelas” taxonómicas, así como la incursión del dificultoso tema de la nomenclatura científica, aseguran, para el estudiante, una mejor captación de las relaciones existentes entre los diversos aspectos del todo. Un capítulo dedicado a los fundamentos y desafíos de la conservación de las plantas completa los contenidos de esta obra que será, sin duda, una valiosa herramienta para todos los cursos vinculados a la interpretación de la teoría taxonómica y de su incidencia para paliar la pérdida de biodiversidad que se cierne sobre el planeta.

**Carlos B. Villamil**

Universidad Nacional del Sur

*A mi esposa Valeria.*

*A mis hijos Candela, Lucía, Joaquín y Esteban.*

# Capítulo 1

## Sistemática vegetal

*Hugo Francisco Gutiérrez*

### 1. Diversidad biológica y sistemática vegetal

¿Cuántos tipos de seres vivos habitan la Tierra? Durante siglos los biólogos trataron de encontrar la respuesta. En la actualidad las estimaciones del número de especies vivientes varían según los autores y oscilan entre 2 y 10 millones aunque, en verdad, solamente 1,4 millones de organismos fueron identificados, descritos y clasificados.

En su afán por develar este interrogante, la humanidad no sólo se limitó a realizar un listado de las especies sino que pretendió describirlas, ordenarlas y explicar las relaciones existentes entre ellas y, al hacerlo, nació la *sistemática*. De esta manera, *sistemática* es la parte de la Biología que se encarga de establecer las relaciones entre las especies y grupos de especies, surgidas como resultado de la evolución de la vida.

El estudio de la sistemática se basa en una premisa: en la enorme variación del mundo viviente, existen unidades conceptualmente discretas que pueden ser descritas, nombradas, clasificadas y reconocidas. Estas unidades básicas de clasificación biológica son las *especies*. Curiosamente, el término especie proviene del latín *species*, y significa “tipo”,<sup>1</sup> por lo tanto, en el sentido más simple, “las especies son tipos diferentes de organismos”. No obstante en la actualidad, la Biología maneja alrededor de una docena de conceptos de especie según las necesidades: especie biológica, especie morfológica, especie paleontológica, etcétera.

Cuando los organismos bajo estudio son las plantas, hablamos entonces de *sistemática vegetal*.

### 2. La necesidad de clasificar

La tarea de clasificar es constante en la humanidad y acompaña nuestra vida cotidiana. Las formas vivientes (como plantas y animales) se clasifican de la misma

manera que los objetos inanimados, es decir, se agrupan sobre la base de presentar caracteres o relaciones comunes. La clase de caracteres a emplear depende del tipo de clasificación que se quiera construir, teniendo en cuenta que cada clasificación se realiza con una finalidad determinada. Por ejemplo, al acomodar los libros de una biblioteca podemos agruparlos por el color de sus encuadernaciones (libros de tapa azul, roja o negra), ordenarlos alfabéticamente por sus autores (Vallejos, Vargas, Villegas, etc.) o bien clasificarlos por su contenido (libros de literatura, historia o filosofía). Vemos así que la utilidad de la clasificación varía según su propio punto de vista y puede aumentar su complejidad cuando se combinan criterios de agrupamiento. Por ejemplo, los libros se ordenan por tema y dentro de cada tema se disponen alfabéticamente por autor.

Entonces, es necesario disponer de un método adecuado que nos permita identificar partes del mundo orgánico y comunicar esa información a otras personas. De esta manera, la clasificación de las plantas no sólo tiene significado para los biólogos o taxónomos, indudablemente sirve para distintos propósitos y puede ser utilizada por diferentes personas con intereses variados. Veamos en unos ejemplos la utilidad de la sistemática y su relación con otras disciplinas: un médico alergista necesita saber qué plantas producen cierto tipo de polen, al bioquímico le interesan los organismos que puedan contener ciertos principios activos, para el ecólogo es fundamental conocer qué plantas constituyen la comunidad cuya historia o dinámica analiza, el geólogo necesita la determinación de los fósiles –que a veces es indispensable para obtener la edad de los sedimentos hallados–, el veterinario busca el nombre de la planta para establecer su toxicidad, etc. En cualquier disciplina, si la identificación de las plantas es dudosa o equivocada el valor del trabajo realizado será relativo y, en muchos casos, nulo. En consecuencia, la clasificación debe suministrar una base segura para las ciencias biológicas; y además de proporcionar un nombre exacto –función de la *nomenclatura*–, debe también expresar las relaciones naturales entre los organismos.

### **3. Sistemática y taxonomía**

En las ciencias biológicas, la parte que se ocupa del estudio de la diversidad de los organismos se denomina indistintamente taxonomía o sistemática. Sin embargo, cada uno de estos términos tiene un significado especial. En 1961, el paleontólogo George Simpson propuso restringir el término “taxonomía” a los aspectos tradicionales de la clasificación, y aplicar el término “sistemática” al estudio científico de los diferentes tipos de organismos, de su diversidad y de todas las relaciones existentes entre ellos. En otras palabras:

*Taxonomía* (del griego *taxís*, orden y *nomos*, ley o norma que mide o regula) es la disciplina que establece las pautas o normas para construir clasificaciones (estudia los principios, procedimientos y reglas para establecer clasificaciones).

*Sistemática* (del griego *systema*, conjunto ordenado de cosas que se relacionan entre sí y que contribuyen a un fin) es la disciplina que se ocupa del estudio comparado de los organismos y de las relaciones existentes entre ellos. O, más simplemente, sistemática es la ciencia de la diversidad.

De esta forma, la taxonomía es sólo una parte de la sistemática. Sin embargo, en la práctica, los términos sistemática y taxonomía se usan comúnmente como sinónimos, debido a la estrecha dependencia entre ambos, ya que una provee las bases y la otra ofrece los resultados concretos, esto es, un sistema.

El objetivo de la sistemática es crear sistemas de clasificación que expresen, de la mejor manera posible, los diversos grados de relaciones que existen entre las plantas. No se trata solamente de describir la diversidad del mundo vegetal, sino, además, de contribuir a su comprensión. En otras palabras, las clasificaciones se pueden construir de muchas maneras pero necesariamente tienen que basarse en alguna clase de relación entre los organismos a clasificar. Pero ¿cuáles son las posibles relaciones entre los vegetales?

En términos generales, se pueden encontrar cuatro tipos de relaciones entre las plantas:

**a) Relaciones de descendencia:** también denominadas relaciones filogenéticas. Indican el grado en que dos especies individuales (u otro taxón) están relacionadas con un antecesor común.

**b) Relaciones de similitud:** también conocidas como relaciones fenéticas. Indican el grado en que dos especies individuales (u otro taxón) se parecen entre sí, no sólo en su morfología externa, sino también en otros aspectos como la anatomía, la fisiología, la citología, etc.

**c) Relaciones espaciales o geográficas:** indican con qué proximidad están situadas dos especies (u otro taxón).

**d) Relaciones tróficas:** indican interdependencia o el grado en que dos especies individuales dependen una de la otra. Como por ejemplo: casos de holoparasitismo o hemiparasitismo (parasitismo total o parcial respectivamente).

Si bien la sistemática se ocupa del estudio de estas cuatro clases de relaciones, las clasificaciones actuales enfatizan el estudio en las relaciones filogenéticas.

Para determinar el grado en que dos especies individuales están relacionadas entre sí, se las debe comparar. Por consiguiente, la comparación es el procedimiento metodológico básico del sistemático.

Casi todas las actividades sistemáticas consisten en el manejo de los caracteres taxonómicos y su variación. Aunque lo que se clasifica son organismos completos, los datos que se emplean en la clasificación son una selección de tales caracteres. De esta manera, la eficacia de las clasificaciones dependerá en gran medida de las partes del organismo que seleccionemos y consideremos como caracteres, y de la forma en que los tratemos.

Veamos ahora cómo fueron cambiando los criterios de clasificación vegetal a través del tiempo y, por ende, cómo fueron surgiendo distintos sistemas de clasificación.

#### **4. Desarrollo histórico de los sistemas de clasificación**

Desde épocas antiguas, la humanidad sintió la necesidad de agrupar y ordenar las distintas formas vegetales para poder reconocerlas con posterioridad. Así, los criterios de selección considerados para clasificar a las plantas variaron en el mundo occidental desde la época grecorromana a la actual. Primero se establecieron sistemas exclusivamente utilitarios (período descriptivo, que tuvo en cuenta un fin práctico); luego sistemas artificiales (sistematización donde se consideraron algunos caracteres morfológicos), le siguieron sistemas naturales (donde se intensificó la utilización de los caracteres morfológicos) y finalmente se adoptaron sistemas filogenéticos.

##### **4.1. Los sistemas utilitarios de clasificación**

Las raíces de la biología en la civilización occidental se encuentran en Grecia. Durante este primer período se desarrollaron varios sistemas de clasificación vegetal que hicieron hincapié en la utilidad de las plantas –de allí que se los denomine “sistemas utilitarios”–. Los sistemas utilitarios agruparon a los vegetales por sus usos. Así, las plantas fueron clasificadas en comestibles, medicinales, textiles, venenosas, etcétera.

En los inicios de la Botánica se destacó Teofrasto de Ereso (372-287 a.C.), un discípulo de Aristóteles, a quien se considera el “padre de la botánica” por haber clasificado aproximadamente 500 especies. Dicha clasificación estaba basada en el hábito (que diferenciaba árboles, arbustos y hierbas), en el tipo de inflorescencia, en la posición del ovario, en la naturaleza de la corola, en la duración de sus ciclos vitales (anuales, bienales y perennes) y en otras características secundarias.

Posteriormente, en el siglo I d.C. se destacaron Dioscórides de Anazarb (40-90) y Plinio el Viejo (23-79). El primero fue un médico griego que se ocupó de agrupar las especies conocidas en función de sus propiedades medicinales. El segundo fue un destacado naturalista romano que recopiló en su obra *Naturalis Historiae* los conocimientos de la época sobre la clasificación de las plantas.

Avanzando, llegamos al período medieval donde los botánicos no mejoraron demasiado las clasificaciones antiguas, solamente incrementaron el número de plantas consideradas, como también las características morfológicas por las que se reconocían. Todos estos botánicos utilizaron un sistema polinomial para referirse a las plantas; es decir, el nombre de un vegetal determinado consistía de varias palabras latinas (frases cortas), que conformaban una breve descripción.

El pensamiento medieval consideraba que las especies habían sido creadas por Dios como entidades discretas, sin posibilidad de cambio a través del tiempo y sin relaciones de parentesco posibles entre ellas.

Durante el período donde prevalecieron los sistemas utilitarios, la forma predominante de literatura fueron los herbolarios, que eran grandes libros con grabados de plantas sobre madera, y que se ocupaban de los usos de las plantas. Estos herbolarios copiaban en gran parte obras anteriores, agregando información que reflejaba los errores conceptuales y la ignorancia de la época. A manera de ejemplo, puede citarse que algunos grabados muestran plantas tuberosas dispuestas en forma invertida, de modo que los tubérculos parecían frutos. Otra curiosidad de la época, consiste en la creencia que las partes de la planta se parecían a los órganos humanos que ayudaban a curar. De allí, que los herbolarios hayan puesto énfasis en las plantas medicinales.

A pesar que todo el mundo letrado publicaba en latín, los nombres vulgares de las plantas eran diferentes de región en región. Se dificultaba así la necesidad de compartir información y de tener herbolarios “internacionales”, que le permitiera a un médico italiano aplicar los conocimientos publicados por un colega alemán. Este hecho fue forjando la idea de contar con normas de nomenclaturas universales, lo cual se concretaría varios siglos más tarde.

Recién en los siglos XVI, XVII y, particularmente, durante el siglo XVIII ocurrió un vuelco importante en la forma medieval de pensar. En este período, denominado “Edad de la Razón”, comienza a mirarse a la naturaleza con un enfoque analítico y racional. Así, Leonard Fuchs (1501-1566), profesor de medicina en Tübingen (Alemania), cultivó la mayoría de las plantas que ilustró en sus herbolarios, observando sus estructuras y propiedades antes que copiar de herbolarios anteriores.

#### **4.2. Los sistemas artificiales de clasificación**

Los sistemas artificiales agrupan las plantas usando unos pocos caracteres, generalmente definidos por conveniencia (a priori), sin pretensión de reflejar con ello relaciones naturales o filogenéticas.

Durante el Renacimiento, primero se estudiaron las especies nativas de Europa y luego las plantas recolectadas en diferentes partes del mundo, las que fueron cultivadas en jardines botánicos para su estudio y disección. En numerosas universidades europeas se establecieron cátedras de ciencias naturales que exploraron los aspectos básicos de las plantas.

En este período, el botánico y filósofo italiano Andrea Cesalpino (1519-1603) elaboró, en 1583, un sistema de clasificación que dividía el Reino Vegetal en quince grupos heterogéneos, basado en el hábito de la planta y en los caracteres del fruto (posición, número de lóculos y número de semillas). Posteriormente, el médico y botánico alemán August Bachmann (1652-1723) —también conocido como Augustus Rivinus— y el botánico francés Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708) elaboraron sistemas de clasificaciones basados en las características de la corola. A Tournefort se lo suele llamar “el padre de los géneros”, ya que muchos de los nombres genéricos propuestos por este autor fueron tomados por Linneo y botánicos posteriores, y actualmente permanecen en uso.

Aunque Teofrasto había hecho notar que la presencia de uno o dos cotiledones en las plantas estaba correlacionada con otros caracteres, fue John Ray (1627-1705), en su obra *Methodus plantarum nova*, publicada en 1682, quien utiliza este rasgo característico para delimitar los grupos denominados: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas.

#### 4.2.1. El Sistema de John Ray (1703)

- 1 Hierbas
  - 2 Imperfectas (sin flores)
  - 2' Perfectas (con flores)
    - 3 Dicotiledóneas
    - 3' Monocotiledóneas
- 1' Árboles
  - 2 Monocotiledóneas
  - 2' Dicotiledóneas

Los conocimientos de esta época permitieron al naturalista sueco Carl von Linné (castellanizado como Linneo, 1707-1778) y a los botánicos de la escuela francesa fundar las bases de la botánica sistemática de los siglos XIX y XX.

#### 4.2.2. Linneo y la clasificación formal

Linneo fue el naturalista más importante de su época. Sus trabajos tienen una enorme significación en la historia de la taxonomía. Describió cientos de nuevas especies de plantas y animales, que le enviaban correspondientes y discípulos desde todas partes del mundo. Fue profesor de Medicina Práctica en Uppsala (Suecia) y fundó un jardín botánico muy prestigioso que todavía existe. Sus obras *Genera Plantarum* (1737), que tuvo cinco ediciones (si bien, para los fines de la nomenclatura, la edición de 1754 es la significativa) y *Species Plantarum* (1753) representan un compendio del conocimiento de la época.

A Linneo se le deben dos grandes logros:

- a) la elaboración del sistema binominal (o binomial) para designar a las plantas;
- b) la creación del sistema sexual de clasificación.

a) *El sistema binominal*: los botánicos anteriores a Linneo utilizaban un sistema polinomial para referirse a las plantas. Por ejemplo, para referirse a la especie conocida vulgarmente como “narciso”, se debía mencionar la siguiente frase descriptiva:

*narcissus spatha uniflora, nectarii limbo campanulato erecto petalo aequale* (sistema polinomial).

Queda claro que esta forma de nombrar a las especies resultaba engorrosa, tanto para la gente común como para los científicos de la época.

En el sistema propuesto por Linneo, cada especie vegetal tiene un nombre formado por dos términos o partes: el género y la especie. Siguiendo con nuestro ejemplo, el nombre científico del "narciso" se transformó en: *Narcissus pseudonarcissus* (sistema binominal). Donde *Narcissus* es el nombre de género y *pseudonarcissus* es el nombre de especie o epíteto específico.

Cabe destacar que, casi un siglo antes de Linneo, el botánico suizo Gaspard Bauhin (1560-1624) utilizó el sistema binominal en su obra *Pinax theatri botanici* (1623), para nombrar a muchas de las especies descritas (aunque no a todas como lo hiciera Linneo).

A pesar de su aparente simplicidad, el sistema binominal tuvo ciertos inconvenientes. Por ejemplo: muchas especies fueron redescritas y nuevamente clasificadas por botánicos que ignoraban los nombres establecidos con anterioridad. Así, Linneo llamó al "maíz": *Zea mays*, pero en los siguientes 50 años, esta especie recibió más de quince nombres distintos, como *Zea americana* y *Mayzea cerealis*. Para evitar este y otros inconvenientes, a fines del siglo XIX, un grupo de prestigiosos botánicos establecieron ciertas reglas sobre cómo designar o nombrar a las plantas. Dichas reglas hacen obligatorio el uso del sistema binominal de Linneo para la designación de las especies de plantas y establecen que las obras *Genera Plantarum* (1737) y *Species Plantarum* (1753) de Linneo, son los puntos de partida de la nomenclatura botánica. Por tal razón, aquellos nombres publicados con anterioridad a estas obras quedaron sin efecto.

**b) El sistema sexual de clasificación:** este sistema puede ser considerado como la síntesis de los sistemas artificiales, ya que Linneo sólo hace hincapié en las características sexuales de las plantas.

Rudolph J. Camerarius (1694) reveló, en su trabajo *De sexu plantarum epistola*, las pruebas experimentales que probaban la existencia de sexualidad en las plantas. Camerarius identificó a los estambres y pistilos como órganos masculinos y femeninos respectivamente, y al polen como agente de la fertilización. Linneo luego de familiarizarse con este conocimiento construyó el denominado sistema sexual.

El sistema sexual de clasificación de Linneo dividía al Reino Vegetal en 24 Clases, agrupando las primeras 10 según el número de sus estambres, mientras que las restantes se ordenaron en función de sus caracteres estaminales y carpelares. Por ello vemos que en las clases 16 y 18 los estambres se hallan unidos por los filamentos (monadelfos, diadelfos o poliadelfos); en la clase 19 las anteras se encuentran unidas y los filamentos libres; en la clase 20, los estambres y estilos están soldados; en las clases 21 y 22 las flores son unisexuales y las plantas pueden ser monoicas o dioicas; recién en la clase 24 fueron consideradas las criptógamas (plantas sin flores u órganos reproductivos evidentes).

### 4.2.3. El sistema sexual de Clasificación de Linneo (1735)

#### Órganos sexuales visibles

Reunidos en la misma flor (hermafrodita)

Estambres libres y distintos

Estambres iguales o irregularmente desiguales

1. Clase Monandria: un estambre
2. Clase Diandra: dos estambres
3. Clase Triandra: tres estambres
4. Clase Tetrandria: cuatro estambres
5. Clase Pentandria: cinco estambres
6. Clase Hexandria: seis estambres
7. Clase Heptandria: siete estambres
8. Clase Octandria: ocho estambres
9. Clase Eneandria: nueve estambres
10. Clase Decandria: diez estambres
11. Clase Dodecandria: de once a diecinueve estambres
12. Clase Icosandria: veinte estambres o más insertos en el cáliz
13. Clase Poliandria: veinte estambres o más insertos en el receptáculo

Dos estambres más cortos que los restantes

14. Clase Didinamia: dos estambres largos y dos cortos
15. Clase Tetradinamia: seis estambres de los cuales cuatro son más largos

Estambres adherentes entre sí o al pistilo

Estambres unidos entre sí

Por los filamentos

16. Clase Monadelfia: en un solo cuerpo
17. Clase Diadelfia: en dos cuerpos
18. Clase Poliadelfia: en muchos cuerpos

Por las anteras

19. Clase Singenesia

Estambres unidos al pistilo

20. Clase Ginandria

No reunidos en la misma flor (unisexuales)

Todas las flores unisexuales

21. Clase Monoecia: masculinas y femeninas en un individuo
22. Clase Dioecia: masculinas y femeninas separadas en dos individuos

Flores unisexuales y hermafroditas en uno, dos o tres individuos

23. Clase Poligamia

#### Órganos sexuales imperceptibles a simple vista

24. Clase Criptogamia

Esta forma de ordenar las plantas parece práctica, sin embargo es superficial ya que, especies similares en aspecto y con un evidente parentesco, resultan ubicadas en grupos muy alejados entre sí. Por ejemplo, algunas especies de la familia Gramíneas quedaron ubicadas en la clase Triandria (con 3 estambres) y otras en la Hexandria (con 6 estambres).

Aunque actualmente el sistema sexual de Linneo nos parece artificioso y simplista, para su tiempo fue un importante avance y tuvo la virtud de llamar la atención sobre las estructuras florales de los vegetales. El mérito de Linneo consistió en reconocer que las partes florales son más útiles que los órganos vegetativos, al agrupar las plantas en “clases” semejantes. Observó que los caracteres vegetativos son más cambiantes que los caracteres reproductivos, ya que dependen mayormente de las variaciones del ambiente en que se desarrollan. Por ello, un sistema de clasificación basado en las similitudes de las partes florales, reflejaba de modo más preciso las relaciones entre las plantas. No obstante esto último, Linneo no estaba interesado en establecer relaciones filogenéticas, sino que a través de su sistema intentó elaborar una herramienta que facilitara el reconocimiento de las plantas. Por otra parte, en esa época, la mayoría de los científicos creía firmemente que un ser sobrenatural había creado –de manera individual, fija e inmutable– a todas las formas de vida existentes en la Tierra. De hecho, el mismo Linneo observó un orden llamativo entre las especies clasificadas por él, pero no lo adjudicó a las relaciones de parentesco filogenético (un concepto que se desarrolló 100 años más tarde) sino a la obra de Dios. El nuevo enfoque filogenético en la clasificación de las plantas impulsó a una nueva generación de botánicos al estudio de los procesos reproductivos y las relaciones de parentesco existentes entre ellas.

#### **4.3. Los sistemas naturales de clasificación**

Los sistemas naturales de clasificación fueron, básicamente, intentos de estudiar todos los caracteres de las plantas, haciendo hincapié en la semejanza general. Por lo común, no se realizaba ningún juicio *a priori* relativo a la importancia de los caracteres particulares. Es decir, las características florales no eran consideradas más importantes –a los fines clasificatorios– que las características vegetativas, hasta que se hubiera probado que lo eran. Vale aclarar que, en la actualidad, la palabra “natural” se aplica a los sistemas que reflejan las relaciones filogenéticas.

Durante la última parte del siglo XVIII y los comienzos del XIX, numerosos botánicos desarrollaron sistemas de clasificación naturales. Entre ellos, se destacan: Antoine Laurent de Jussieu (1748-1836) y Agustín Pyramus de Candolle (1778-1841).

Jussieu publicó, en 1789, su obra *Genera Plantarum*, donde dividió el Reino Vegetal en quince clases, basándose fundamentalmente en la presencia de uno o dos cotiledones y en determinadas características de la corola. En este sistema se introdujeron los conceptos de hipo (súpero), peri (medio) y epiginidad (infero) para las partes

florales, particularmente en relación con la posición de la corola y los estambres. Un esquema del ordenamiento propuesto por Jussieu se muestra a continuación:

#### 4.3.1. El sistema de Jussieu (1789)

Acotiledóneas

Clase 1 (Hongos, helechos, musgos y algas)

Monocotiledóneas

Clase 2. Estambres hipóginos

Clase 3. Estambres períginos

Clase 4. Estambres epíginos

Dicotiledóneas

Apétalas

Clase 5. Estambres hipóginos

Clase 6. Estambres períginos

Clase 7. Estambres epíginos

Monopétalas

Clase 8. Corola hipógina

Clase 9. Corola perígina

Corola epígina

Clase 10. Anteras soldadas

Clase 11. Anteras libres

Polipétalas

Clase 12. Estambres epíginos

Clase 13. Estambres hipóginas

Clase 14. Estambres períginos

Diclinas irregulares

Clase 15. Plantas unisexuales

Este sistema careció de las concepciones modernas sobre sistema vascular, ejes florales, pétalos y carpelos, pero construyó la base para que otros investigadores idearan sistemas más evolucionados.

Por su parte, Agustín P. de Candolle mejoró el sistema propuesto por Jussieu. En sus obras *Systema* (1818) y *Prodromus* (iniciada en 1824 y continuada por casi medio siglo) de Candolle afirma la separación entre Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, e introduce los conocimientos modernos de la época relacionados con la anatomía vegetal y particularmente con el sistema vascular. Según este autor, el ordenamiento del Reino Vegetal debía establecerse sobre el siguiente esquema.

#### 4.3.2. El Sistema de Agustín P. de Candolle (1824)

##### 1 Plantas vasculares

2 Exógenas, o dicotiledóneas, plantas con crecimiento en grosor, lo que significa adiciones estacionales del xilema y floema por el cambium

3 Diploclamídeas: plantas con cáliz y corola

4 Talamifloras: estambres y corola insertos sobre el tálamo

4' Calicifloras: los pétalos y estambres insertos sobre el cáliz

4'' Corolifloras: estambres insertos sobre la corola

3' Monoclamídeas: plantas sólo con cáliz, corola ausente

2' Endógenas, o monocotiledóneas. Plantas de crecimiento endógeno

1' Plantas celulares: plantas sin sistema vascular (Briófitos y Talófitos)

Tanto Jussieu como de Candolle permitieron un notable progreso en el agrupamiento de los géneros en familias naturales. Muchas de las familias de Angiospermas reconocidas por estos autores mantienen su vigencia. Estos sistemas clasificatorios antiguos fueron desarrollando empíricamente los conceptos de los taxones de rango superior (familia, orden, clase, etc.) al mismo tiempo que proponían, sin saberlo, un sistema jerárquico de conjuntos, que es una manera de reflejar las relaciones filogenéticas en una clasificación.

El botánico escocés Robert Brown (1773-1858) se especializó en el estudio de las semillas, y fue el primero en señalar la falta de envolturas carpelares en los óvulos de un grupo de plantas. Este conocimiento permitió la separación entre Gimnospermas y Angiospermas. Posteriormente, en 1854, el botánico alemán Wilhelm Hofmeister (1824-1877) señaló por primera vez la conexión natural entre los grupos de Talófitos (algas y hongos), Briófitos (musgos), Pteridófitos (helechos) y Espermatófitos (Gimnospermas y Angiospermas), sobre la base de la alternancia de generaciones.

Jean Batiste Pierre Antoine de Monet, más conocido como Caballero de Lamarck (1744-1829), fue el primer naturalista francés en tratar de explicar los mecanismos de la evolución. Este autor elaboró un sistema de clasificación en el que las especies no se consideraban inmutables, sino que suponía que las mismas podían cambiar con el tiempo, sin la intervención de un ser sobrenatural. No obstante, Lamarck no pudo demostrar fehacientemente sus teorías y por ello no tuvieron impacto en la sistemática.

Muchos de los botánicos mencionados, en la búsqueda por obtener un sistema natural de clasificación, pretendían develar el plan fundamental que el Creador había tenido *in mente* al originar el universo. La idea que un ser sobrenatural había creado todas las formas de vida existentes en la Tierra comenzaba a cambiar.

### 4.3.3. Darwin y la evolución

El perfeccionamiento de los instrumentos ópticos, el incremento del conocimiento total y la mayor profesionalización de las ciencias que acompañaron a la Revolución Industrial contribuyeron al desarrollo de un nuevo período de enriquecimiento de la Botánica.

Durante el siglo XIX se realizaron numerosas exploraciones botánicas y los principales centros taxonómicos del mundo recibieron un importante flujo de nuevas colecciones que debían ser descritas y catalogadas.

Pasada la mitad del siglo XIX, la totalidad del pensamiento biológico fue radicalmente modificado por la publicación, en 1859, de la obra *On the origin of species* de Charles Darwin (1809-1882).

Dada la ignorancia entonces imperante sobre la herencia, la teoría de Darwin desarrolló el concepto de un mecanismo particular llamado *selección natural*. Recién en 1866, Gregorio Mendel (1822-1884) propuso los principios de la herencia, pero su obra –denominada *Versuche über Pflanzenhybriden*– permaneció ignorada hasta que fue redescubierta a comienzos del siglo XX. Posteriormente, las ideas de Darwin y los principios de la genética darían origen a la teoría sintética de la evolución.

El mecanismo de selección natural es una teoría vigente, con dos cambios respecto de la versión publicada por Darwin:

- La incorporación del modelo de herencia (cuyas bases fueron publicadas por Mendel) que permitió entender por qué las poblaciones biológicas con reproducción sexual mantienen su variación intrapoblacional.
- El concepto de deriva génica, que permite entender cómo algunos cambios evolutivos no son progresivos sino “rápidos”.

### 4.3.4. La sistemática después de Darwin

Las ideas presentadas por Darwin influyeron en forma notable en la taxonomía, fundamentalmente en la enunciación de dos principios importantes:

**a)** las especies no son creaciones inmodificables, sino que han evolucionado unas a partir de otras, durante el transcurso de la historia de la vida, formando un *continuum*, siempre cambiante e interrelacionado,

**b)** las especies no están representadas por tipos, sino por poblaciones variables. De esta manera, Darwin introduce el concepto de población en la taxonomía.

El primer punto incidió de inmediato sobre la taxonomía, el segundo fue más retrasado en el tiempo. Con esta nueva visión podrían haberse esperado cambios profundos y radicales en los sistemas de clasificación, pero en realidad no fue así. Los sistemas posdarwinianos no se diferenciaron demasiado en sus contenidos de los sistemas predarwinianos, aunque sí en el ordenamiento.

En 1875, el botánico alemán August W. Eichler (1839-1887) presentó su obra denominada *Blüthendiagramme*, donde expone un sistema bastante completo de clasificación del Reino Vegetal, particularmente en lo que respecta a las plantas inferiores, aunque menos detallado para las plantas superiores. Lo significativo de esta contribución fue considerar al grupo de las amentíferas (órdenes Piperales, Salicales, Juglandales, etc.) como el más primitivo dentro de las Dicotiledóneas. De manera sintética, el sistema propuesto por Eichler es el siguiente:

#### **4.3.5. El sistema de Eichler (1875)**

1. Criptógamas
  - 1.1. División Talófitos
    - 1.1.a Clase Algas
    - 1.1.b Clase Hongos
  - 1.2. División Briófitos
    - 1.2.a Clase Hepáticas
    - 1.2.b Clase Musgos
  - 1.3. División Pteridófitos
    - 1.3.a Clase Equisetáceas
    - 1.3.b Clase Lycopodiáceas
    - 1.3.c Clase Filicíneas
2. Espermatófitos
  - 2.1. División Gimnospermas
  - 2.2. División Angiospermas
    - 2.2.a Clase Monocotiledóneas
    - 2.2.b Clase Dicotiledóneas
      - 2.2.b.1 Subclase Cloripétalas
      - 2.2.b.2 Subclase Simpétalas

#### **4.3.6. Sistemas más recientes de clasificación**

A fines del siglo XIX, dos descubrimientos relevantes dieron gran impulso a las ideas evolutivas. Por un lado, Eduard Strasburger (1844-1912) descubrió en 1888, la doble fecundación<sup>2</sup> de las plantas con flores y, por otro lado, Erich Tschermaksysegnegg (1871-1962), Carl Correns (1864-1933) y Hugo de Vries (1848-1935) redescubrieron, de manera independiente, las reglas de la herencia, ya que desafortunadamente la obra de Mendel había pasado inadvertida.

Los botánicos ingleses George Bentham (1800-1884) y Joseph D. Hooker (1817-1911) publicaron, entre 1862 y 1883, su obra titulada *Genera Plantarum*, donde se destacan las detalladas descripciones de los géneros estudiados. Este sistema estuvo

muy influenciado por la clasificación propuesta por De Candolle y puede considerarse un progreso real en el agrupamiento de familias en órdenes naturales.

Los sistemas naturales de clasificación hacen hincapié directamente en la semejanza general e indirectamente en el parentesco natural, es decir, en la derivación de un antecesor común. El fundamento original sobre el cual se basa la construcción de un sistema que refleje el parentesco filogenético es que el parecido (morfológico, fisiológico, genético, etc.) entre dos o más taxones es consecuencia de haber heredado esas características de un ancestro común en su pasado evolutivo. Cuanto más antiguo es ese ancestro, menos se parecen los taxones actuales y viceversa. El primer sistema admitido como filogenético fue elaborado por Adolf Engler (1844-1930).

Antes de comenzar con la presentación de los sistemas de clasificación que están vigentes, vamos a comentar las hipótesis más notorias sobre la morfología de la flor y su evolución.

#### **4.3.7. Escuela Engleriana y escuela de las Ranales**

Los sistemas de clasificación posdarwinianos se pueden dividir en dos grandes grupos, en función de la supuesta morfología de la flor angiospérmica ancestral (también llamada flor primitiva). Sprague (1960) se refiere a estos grupos como: **1)** escuela engleriana y **2)** escuela de las Ranales.

El punto de partida de ambas escuelas es la hipótesis que las flores de las Angiospermas derivan del estróbilo o cono de las Gimnospermas, aunque los eslabones perdidos que apoyan esta conjetura no fueron encontrados (Davis y Heywood, 1967).

La escuela Engleriana considera que las flores de las Angiospermas se originan de una Gimnosperma con un cono o estróbilo unisexual. Este cono va evolucionando hasta formar un amento unisexual (pistilado o estaminado). En concordancia con esta hipótesis, las Angiospermas primitivas deberían tener flores unisexuales, desnudas o vestidas con brácteas y ser polinizadas por el viento (anemófilas). Las plantas que reúnen estas características se encuentran conformando el grupo de las amentíferas, que incluye a las familias Casuarináceas, Betuláceas, Fagáceas, Juglandáceas, Salicáceas y Piperáceas. Entonces, por su semejanza con la flor ancestral, las amentíferas son, para la escuela Engleriana, un grupo primitivo a partir del cual evolucionaron los restantes grupos de Angiospermas. En la secuencia de eventos del proceso evolutivo, la flor primitiva cambia al hermafroditismo, luego se produce la diferenciación del perianto en dos verticilos (sépalos y pétalos) y posteriormente la unión de las piezas florales (soldadura de los pétalos). El sistema de Engler y Prantl es una clasificación basada en la hipótesis que lo derivado (más evolucionado) incrementa en complejidad.

La escuela de las Ranales establece que la flor de las Angiospermas se origina de una Gimnosperma con cono bisexual que tenía megasporófilos (hojas ovulíferas) en la parte superior y microsporófilos (sacos polínicos) en la parte inferior. Durante su evolución, en la porción inferior del cono se formaron los sépalos y pétalos por esteriliza-

ción progresiva, mientras que en la porción superior se desarrollaron los estambres y carpelos. Además, el eje del estróbilo se acortó para formar el receptáculo floral. Por lo tanto, la flor angiospérmica primitiva debería tener numerosos sépalos y pétalos libres, muchos estambres y carpelos dispuestos en espiral. Las plantas que presentan características semejantes a esa flor ancestral y, por consiguiente, se pueden considerar sus descendientes más próximos (o menos modificados), se encuentran en las Ranunculáceas, Magnoliáceas y familias afines. Como ejemplos de clasificaciones basadas en esta escuela podemos mencionar a los sistemas de Bessey, Hutchinson y Cronquist. Para estas escuelas la hipótesis es que lo derivado incrementa en simplicidad.

#### **4.3.8. El sistema de Engler y Prantl (1936, undécima edición)**

Los botánicos alemanes Adolfo Engler y Karl Prantl publicaron, entre 1887 y 1915, una extensa obra denominada *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, que sintetiza todo el Reino Vegetal siguiendo, básicamente, los conocimientos propuestos por Eichler.

La obra de Engler fue revisada por Gilg en 1924 (décima edición) y por Diels en 1936 (undécima edición). La última revisión fue realizada por Melchior en 1964.

El sistema propuesto por Engler y Prantl alcanzó mayor difusión al editarse –en 1924– la obra *Syllabus der Pflanzenfamilien*. Desde entonces fue adoptado ampliamente en todo el mundo. No obstante su empleo masivo, esta clasificación no es de extracción totalmente filogenética, y por ello recibió críticas. Luego aparecieron otros ordenamientos que lo reemplazaron.

Hemos mencionado que el ordenamiento de Engler se basaba en la hipótesis que la flor primitiva debía de ser apétala, unisexual y anemófila (escuela engleriana). Por ello, al ordenar las Dicotiledóneas comenzó por el grupo de las amentíferas, luego situó los órdenes con corola dialipétala, como Ranales, Rosales, Geraniales, etc. y, por último, los órdenes con corola gamopétala como Primulales, Cucurbitales, Campanulales, etcétera. Algo similar realizó al ordenar las Monocotiledóneas, comenzó con el orden Pandanales (de flores unisexuales y apétalas) y culminó con la familia de las orquídeas. Está claro, que Engler consideraba que las flores desnudas o con perianto no diferenciado representaban el grado inferior de organización, luego venían las flores con perianto diferenciado y, en el estadio más avanzado, estaban las flores con pétalos soldados.

En este sistema se debe destacar el nivel de profundidad que alcanza la clasificación de las Gimnospermas, divididas en siete clases:

Subdivisión Gimnospermas

Clase Cycadofilicales

Clase Cycadales

Clase Bennettitales

Clase Ginkgoales

Clase Coniferales

Clase Cordaitales

- Clase Gnetales
- Subdivisión Angiospermas
  - Clase Monocotiledóneas
  - Clase Dicotiledóneas
    - Subclase Arquiclamídeas
    - Subclase Metaclamídeas

En la última edición de la obra de Engler (1964) aparecen dos importantes modificaciones:

- Las Monocotiledóneas se ubican después de las Dicotiledóneas, con un nuevo ordenamiento;
- El orden Ranales se ubica como grupo primitivo de las Dicotiledóneas y de las Angiospermas en general, en lugar del grupo de las Amentíferas.

A continuación se detalla el sistema de Engler y Prantl, donde se incluyen las distintas categorías (hasta los grupos de órdenes) de las plantas con semillas (Espermatófitos) que él denomina Embriófitos sifonógamos.

El ordenamiento propuesto por Engler se desarrolla en el capítulo 4.

#### 4.3.9. Clasificación de Engler y Prantl (1936)

- 1 Plantas sin semillas.
  - División **Pteridófitos**
- 1' Plantas con semillas.
  - División **Espermatófitos**
  - 2 Óvulos desnudos, sobre carpelos abiertos, sin estilo ni estigma. Polinización directa sobre la micrópila del óvulo, fecundación simple. Leño secundario con traqueidas, rara vez con tráqueas.
    - Subdivisión **Gimnospermas**
  - 2' Óvulos encerrados en un ovario, con estilo y estigma. Polinización indirecta sobre el estigma, fecundación doble. Leño secundario con traqueidas y con tráqueas, rara vez sin las últimas.
    - Subdivisión **Angiospermas**
  - 3 Embrión con un cotiledón. Flores ordinariamente trímeras. Hojas generalmente con vaina y lámina. Láminas con nervaduras paralelas. Haces vasculares cerrados, sin crecimiento secundario.
    - Clase **Monocotiledóneas**

- 3' Embrión con dos cotiledones. Flores ordinariamente 4-5-meras, excepcionalmente 3-meras. Hojas generalmente sin vaina y con lámina retinerada. Haces vasculares abiertos, con crecimiento secundario.

Clase **Dicotiledóneas**

- 4 Perianto nulo, simple o doble, en cuyo caso las piezas de la corola (pétalos) son libres entre sí.

Subclase **Dialipétalas**

- 5 Flores aclamídeas o monoclamídeas.

- 6 Flores aclamídeas o con perigonio bracteóide, sepaloíde.

Órdenes **Sepaloídeanos**<sup>3</sup>

- 6' Flores con perigonio coloreado, corolino.

Órdenes **Petaloídeanos**<sup>3</sup>

- 5' Flores diclamídeas, con cáliz y corola.

Órdenes **Corolianos**<sup>3</sup>

- 4' Perianto doble, con las piezas de la corola soldadas entre sí.

Subclase **Gamopétalas**

- 5 Flores pentacíclicas, o tetracíclicas con estambres opositipétalos.

Órdenes **Pentacíclicos**

- 5' Flores tetracíclicas, con estambres alternipétalos, o en número menor que las piezas de la corola, en general soldados a la misma.

Órdenes **Tetracíclicos**

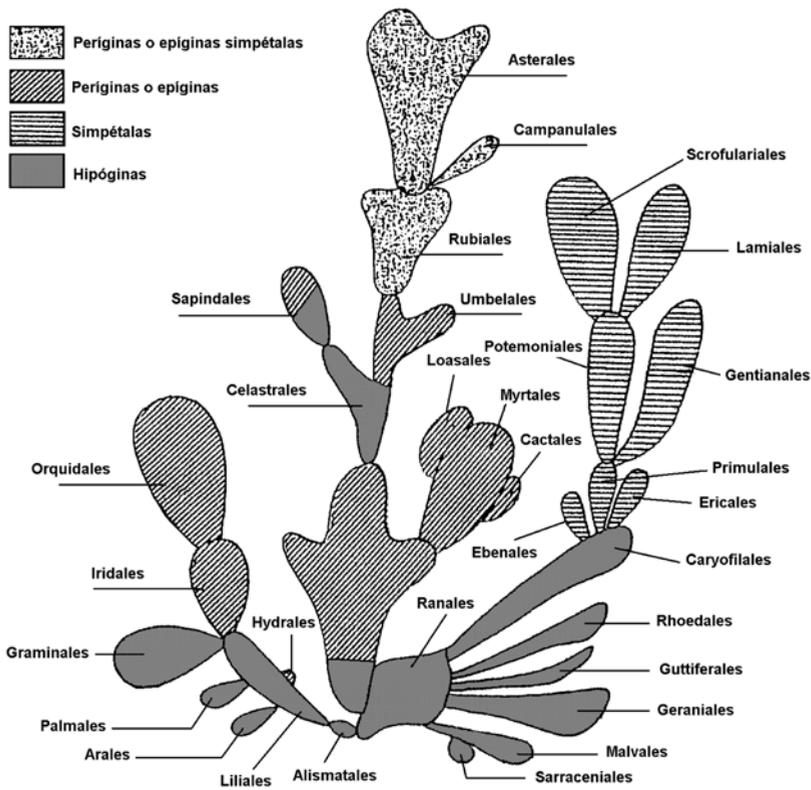
Puede decirse que el sistema de Engler y Prantl fue perfeccionado por numerosos autores como Rendle (1925) y Wettstein (1935).

Las mismas ideas de Engler guiaron a Richard von Wettstein (1863-1931), quien en su libro *Handbuch der Systematischen Botanik* (1935, cuarta edición) establece una nueva clasificación filogenética. Este autor incluye Briófitos, Helechos y Plantas superiores en un solo grupo, Cormófitas, segregado en 2 divisiones: Arquegoniadas y Antófitas. Conviene recordar que las herramientas utilizadas para construir filogenias<sup>4</sup> han cambiado radicalmente durante el siglo XX y que las clasificaciones consideradas naturales lo fueron mientras las herramientas utilizadas se consideraron "buenas" para reconstruir filogenias.

Coulter y Chamberlain (1904) publicaron un trabajo donde cuestionan las ideas de la escuela engleriana y proponen una nueva hipótesis. Dichos autores postularon que las Angiospermas más primitivas serían hermafroditas y presentarían las piezas dispuestas en espiral. Estas ideas son el germen para una nueva escuela (la escuela ranaliana –o escuela de las Ranales–), cuyos más destacados seguidores fueron: Bessey, Hutchinson, Soo, Takhtajan, Cronquist y Ehrendorfer.

#### 4.3.10. El sistema de Bessey (1915)

El botánico estadounidense Charles E. Bessey (1845-1915) publica –en 1915– *The Phylogenetic taxonomy of flowering plants*. Este sistema de clasificación no fue muy detallado y solamente consistió en una breve sinopsis de las familias y órdenes, acompañada por un esquema que mostraba las relaciones entre grupos y una serie de ideas evolutivas. En esta clasificación, los distintos órdenes de las plantas con flores se representan gráficamente en un árbol genealógico conocido como el “cactus de Bessey” (Figura 1.1.).



**Figura 1.1.** Ordenamiento propuesto por Bessey. Obsérvese que los grupos primitivos se ubican en la parte inferior de la figura y los grupos evolucionados están en la parte superior

El diagrama cactiforme comienza con el grupo más primitivo de los Espermatófitos, el orden Ranales, y se ramifica en tres partes: **a)** la rama derecha que contiene a las Dicotiledóneas hipóginas y simpétalas (de Ranales a Scrofulariales), **b)** la rama izquierda que representa a las Monocotiledóneas (de Alismatales a Orquidales) y **c)** la rama intermedia que incluye a las Dicotiledóneas períginas y epíginas (de Ranales a Asterales). Las plantas con pétalos soldados se ubican en la porción superior de cada rama de las Dicotiledóneas. El parentesco entre los órdenes se indica por la posición relativa de los mismos,<sup>5</sup> y el área de cada penca del cactus es aproximadamente proporcional al número de especies que contiene ese orden.

La clasificación de Bessey, a pesar de representar desde una óptica evolutiva una propuesta sólida y distinta del sistema de Engler y Prantl, solamente fue empleada en Estados Unidos de América.

Otro botánico que contribuyó notablemente en el avance de la sistemática fue John Hutchinson, cuyos principios generales han repercutido en la construcción de las clasificaciones posteriores.

#### **4.3.11. El ordenamiento lineal de Hutchinson**

Hutchinson (1884-1972), en su obra *The families of flowering plants* (1926), realizó una clasificación en la que da especial importancia al porte leñoso o herbáceo de las plantas, por lo que reconoce –en algunos grupos– un origen polifilético<sup>6</sup> (algunos órdenes como por ejemplo Umbeliflorales aparecen dos veces). De esta manera, Hutchinson mantiene la separación de Dicotiledóneas (Figura 1.2.a) y Monocotiledóneas (Figura 1.2.b), pero propone un ordenamiento evolutivo y revolucionario. Abandona la separación entre Arquiclamídeas y Metaclamídeas de Engler por considerarlas artificiales y sugiere una redistribución de las familias en series ascendentes. Dentro de estas series, la línea de familias de Dicotiledóneas leñosas (árboles y arbustos) comienza con las Magnoliáceas y termina con las Verbenáceas; mientras que la línea de familias herbáceas comienza con las Ranunculáceas y termina con las Labiadas.

Los principios fundamentales que adoptó Hutchinson para la clasificación de las plantas con flores se comentan a continuación:

**1)** La evolución es ascendente (progresiva) o descendente (regresiva): esta última incluye la degradación y degeneración.

**2)** La evolución no incluye necesariamente a todos los órganos de la planta al mismo tiempo; uno o varios órganos vegetales pueden progresar mientras otro u otros retrogradan o se mantienen en estado estacionario.

**3)** La evolución generalmente es constante una vez iniciada.

**4)** Para ciertos caracteres, es posible reconocer un estado primitivo y un estado evolucionado o derivado (Cuadro 1.1).

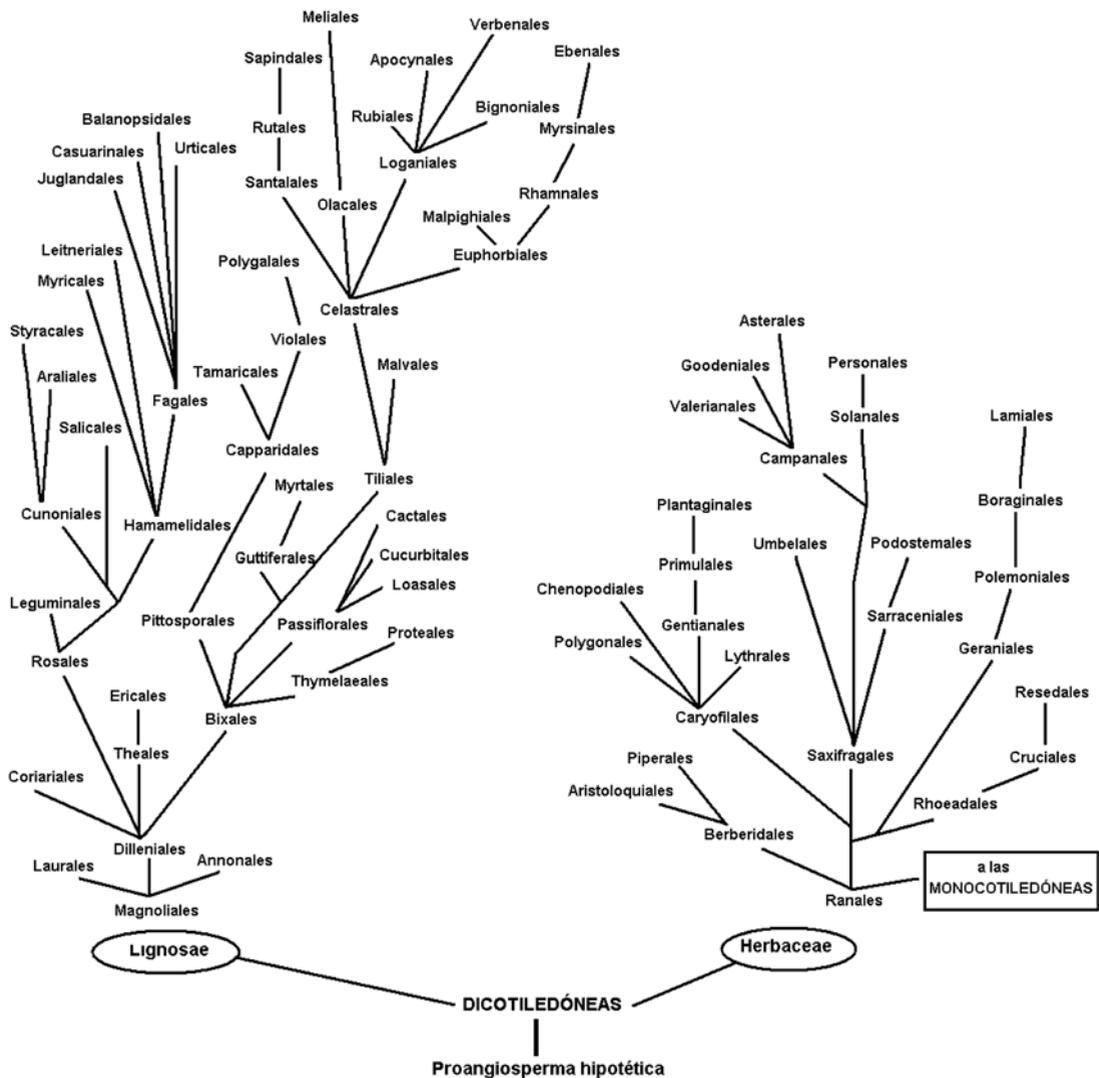


Figura 1.2.a. Ordenamiento de Hutchinson para las Dicotiledóneas

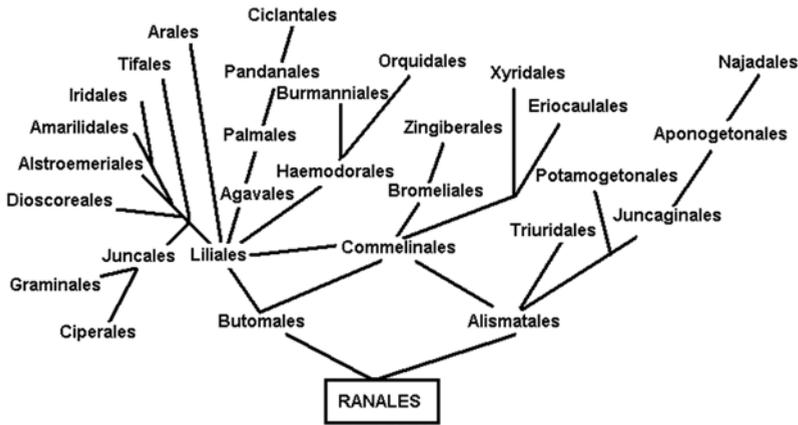


Figura 1.2.b. Ordenamiento de Hutchinson para las Monocotiledóneas

Cuadro 1.1. Caracteres primitivos y derivados propuestos por Hutchinson

Carácter	Estado primitivo	Estado derivado
Hábito	árboles y arbustos	hierbas
	árboles y arbustos	hierbas trepadoras
	plantas terrestres	plantas acuáticas
	plantas epífitas	plantas acuáticas
	plantas parásitas	plantas acuáticas
Ciclo ontogenético	perennes o bienales	anuales
Disposición de los elementos vasculares	ordenados en cilindro	dispersos
Disposición de las hojas sobre el tallo	espiralada	verticilada u opuesta
Tipos de hojas	simples	compuestas
Sexualidad de las flores	perfectas	unisexuales
Sexualidad de las plantas	monoicas	dioicas
Disposición de las flores	simples o solitarias	en inflorescencias
Disposición de las partes florales	espiralada	verticiladas y valvadas
Caracteres florales	flores polímeras (con muchas partes)	flores oligómeras (con pocas partes)
	con pétalos	sin pétalos
	pétalos libres	pétalos soldados
	actinomorfas	cigomorfas
	hipóginas o períginas	epíginas

Estambres	numerosos	pocos
	libres	soldados
Carpelos	libres	soldados
Semillas	con endosperma	sin endosperma
Frutos	policárpicos	oligocárpicos
	agregados	simples

En la actualidad, los principios enunciados por Hutchinson son ampliamente aceptados.

#### 4.3.12. El sistema de Cronquist (1981)

El botánico estadounidense Arthur Cronquist (1919-1992) publicó, en 1960, una clasificación que divide al Reino Vegetal en dos Subreinos: Cormobionta y Talobionta (Cuadro 1.2). Este ordenamiento estaba basado en: **a)** el tipo de nutrición, **b)** en la presencia o ausencia de clorofila y otros pigmentos, **c)** en los tipos de cilios o flagelos, **d)** en la estructura del núcleo y de la pared celular, y **e)** en ciertos caracteres histológicos.

Seis años después de la publicación del sistema de Cronquist, este autor y otros dos prestigiosos botánicos publicaron el trabajo *On the higher taxa of Embryophyta* (Cronquist *et al.*, 1966). En dicha contribución se establece una clasificación del subreino Cormobionta en la que reconocen ocho Divisiones.

**Cuadro 1.2.** Subreinos y Divisiones establecidas por Cronquist *et al.* (1966)

Subreinos	Talobionta	Cormobionta
Divisiones	Schizófitas	Briófitas
	Rodófitas	Psilófitas
	Chlorófitas	Lepidófitas
	Euglenófitas	Calamófitas
	Pirrófitas	Filicófitas
	Crisófitas	Coniferófitas
	Faeófitas	Cicadófitas
	Hongos	Antófitas

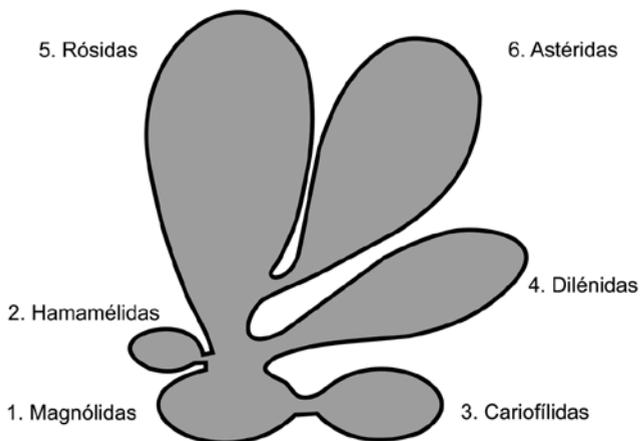
En 1968 Cronquist estableció que las Angiospermas (con categoría de División) están formadas por dos grandes Clases: Magnoliópsidas y Liliópsidas, reconociendo además las siguientes Subdivisiones (Figura 1.3 y Cuadro 1.3):

**Cuadro 1.3.** Clases y subclases de Magnoliófitas (Angiospermas) establecidas por Cronquist

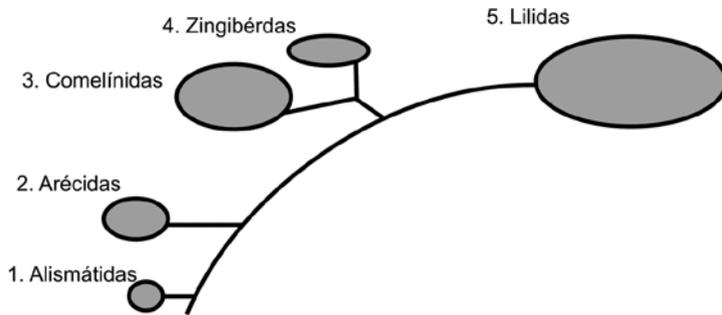
Clases	Magnoliópsidas (Dicotiledóneas)	Liliópsidas (Monocotiledóneas)
Subclases	Magnóliidas	Alismátidas
	Cariofilidas	Lílidas
	Hamamélidas	Comelínidas
	Rósidas	Arécidas
	Dilénidas	Zingibéridas
	Astéridas	

Esta clasificación sufre dos nuevas modificaciones. En 1981, Cronquist publica la obra *An integrated system of classification of flowering plants* y posteriormente, en 1988, presenta el libro titulado *The evolution and classification of flowering plants*. El sistema propuesto por Cronquist se desarrolla en el capítulo 4.

a) Subclases de Magnoliópsidas



b) Subclases de Liliópsidas



**Figura 1.3.** Esquema del ordenamiento propuesto por Cronquist para las Subclases de Magnoliópsidas (Dicotiledóneas) y de Liliópsidas (Monocotiledóneas). El tamaño de las subclases es proporcional al número de especies que la integran

#### 4.4. Las escuelas clasificatorias actuales

Es muy común que se considere a la sistemática como una parte estática de la biología; sin embargo, en este capítulo hemos tratado de presentar su naturaleza cambiante, dinámica, generalmente asociada con la profundización del conocimiento y de los avances tecnológicos.

Desde la década de los sesenta comenzó a cuestionarse las bases teóricas y metodológicas de la clasificación. Es entonces cuando surgen las tres escuelas que llegan a la actualidad (Lanteri, 1989):

- a) Evolucionismo,
- b) Feneticismo (taxonomía numérica) y
- c) Cladismo (sistemática filogenética).

Este período se caracterizó por el replanteo de ciertos problemas biológicos y filosóficos relacionados con la clasificación (como por ejemplo, la definición del concepto de especie), la utilización de nuevas fuentes de caracteres (principalmente datos bioquímicos, moleculares y genéticos), la aparición de computadoras y la creación de *software* específicos para utilizar en sistemática. A continuación se presenta un breve comentario sobre dichas escuelas:

a) *Evolucionismo*: desarrollado —entre otros— por el paleontólogo George Gaylord Simpson (1961) y el ornitólogo Ernst Mayr (1969). La escuela evolucionista postula

que las clasificaciones deben ser consistentes con la historia evolutiva de los organismos y que la misma debe contemplar no sólo el origen, número y secuencia de las ramificaciones del árbol (cladística), sino también el grado de divergencia evolutiva entre taxones (patrística) expresado por la longitud de sus ramas. La delimitación de los taxones se realiza sobre la base de su homogeneidad interna y sobre el grado de discontinuidad con los taxones restantes. El evolucionismo no ha desarrollado una metodología explícita para la construcción de la filogenia y solamente se conocen algunas propuestas (Estabrook, 1978; Stuessy, 1987).

**b) Feneticismo o Taxonomía numérica:** esta metodología, que busca obtener clasificaciones objetivas, fue propuesta casi simultáneamente por dos entomólogos (Michener y Sokal, 1957), dos biólogos (Cain y Harrison, 1958) y un bacteriólogo (Sneath, 1958). Las clasificaciones obtenidas se basan en considerar simultáneamente un gran número de caracteres sin “peso a priori”, tomados de todas las partes del cuerpo de los organismos y de todo su ciclo vital. De esta manera se puede cuantificar la similitud entre unidades taxonómicas operacionales (OTU) (individuos, poblaciones o taxones de cualquier rango), aplicando técnicas de análisis multivariado. Las relaciones taxonómicas expresadas en las clasificaciones obtenidas son relaciones de similitud fenética, es decir de semejanza fenotípica. Un ejemplo de los resultados que se pueden obtener al utilizar la taxonomía numérica se presenta en la Figura 1.4. Luego de una etapa de apogeo durante las décadas de los sesenta y los setenta, el feneticismo como filosofía clasificatoria está en retroceso. No obstante, las técnicas numéricas (análisis de componentes principales, análisis de coordenadas principales, etc.) resultan herramientas útiles para resolver problemas de microtaxonomía (es decir, delimitación por debajo del nivel de especies).

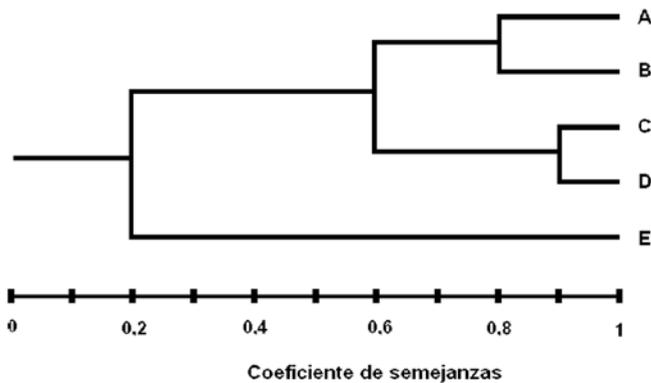
**(a) Matriz de datos (0=ausencia, 1=presencia del caracter)**

Caracteres	Taxones				
	A	B	C	D	E
1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	1	1
3	0	0	0	0	1
4	0	1	1	1	0
5	0	0	0	0	1
6	0	0	1	1	0
7	0	1	1	0	0
8	0	0	0	0	1
9	1	1	1	1	0
10	1	1	0	0	0

(b) Matriz de semejanza (caracteres comunes/caracteres totales)

	A	B	C	D	E
A	1	8/10	5/10	6/10	3/10
B	0,8	1	7/10	6/10	1/10
C	0,5	0,7	1	9/10	2/10
D	0,6	0,6	0,9	1	3/10
E	0,3	0,1	0,2	0,3	1

(c) Fenograma<sup>7</sup> obtenido a partir de los coeficientes de semejanzas



**Figura 1.4.** Matrices (a y b) y fenograma (c) obtenido al utilizar Taxonomía numérica (adaptado de Sitte *et al.*, 2004)

**c) Cladismo o Sistemática filogenética:** esta escuela comienza su desarrollo durante 1980, fecha en la que se traduce al inglés una obra del entomólogo alemán Willi Hennig publicada en 1950. El cladismo postula que la diversidad de organismos tiene su estructura jerárquica dada por la genealogía y que la clasificación biológica debe reflejar esa filogenia en un cladograma (Figura 1.5). La similitud expresada es la similitud debida al antecesor común, y las distancias entre taxones no son importantes a los fines de la clasificación. El cladismo ha experimentado un notable desarrollo desde la década de los ochenta debido a la profundización de sus procedimientos metodológicos y a la aparición de nuevos *software* que permiten obtener todos los cladogramas de mayor simplicidad en un tiempo más breve. En la actualidad resulta una herramienta útil para resolver problemas de macrotaxonomía (es decir, delimitación por encima del nivel de especies). En este sentido, un grupo de taxónomos, denomi-

nado APG (ver a continuación), presentó un nuevo sistema de clasificación para las Angiospermas incorporando a los caracteres morfológicos la información aportada por las nuevas técnicas de análisis del ADN presente en las mitocondrias, el núcleo y en los cloroplastos. El tratamiento de esta nueva clasificación excede los objetivos del presente capítulo, sin embargo representa un ejemplo más del estado dinámico que tiene la clasificación de plantas.

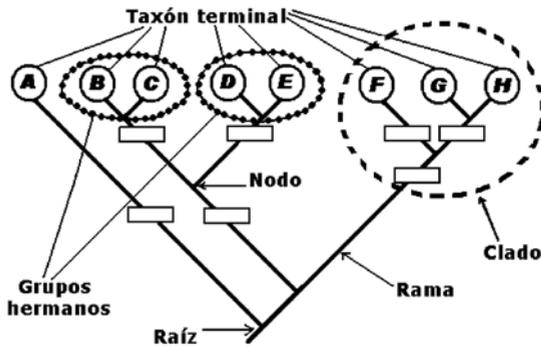
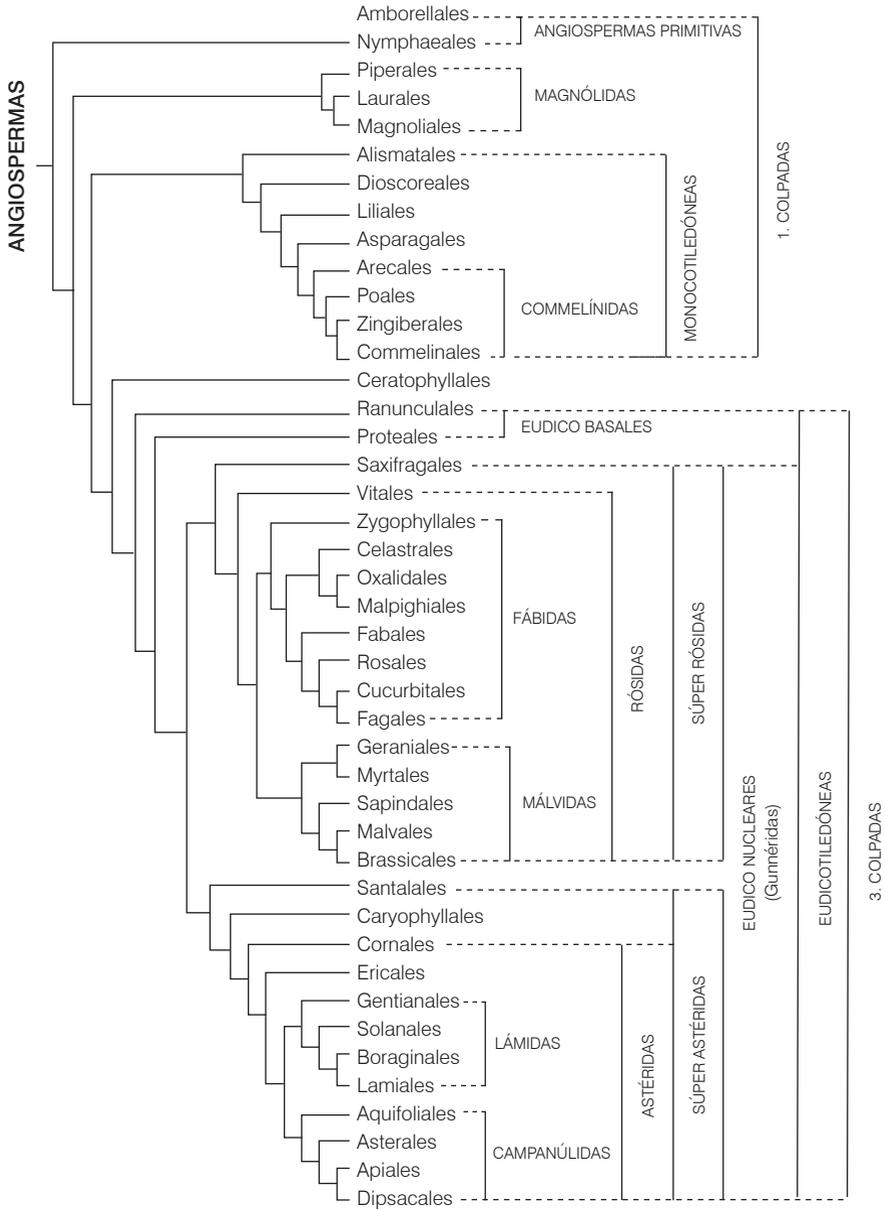


Figura 1.5. Esquema de un cladograma<sup>8</sup> indicando sus partes

#### 4.5. El sistema APG

En la actualidad, el sistema que ha cobrado un notable impulso es el resultado de la interacción de los científicos más destacados del mundo. Este sistema de clasificación filogenética se denomina APG (acrónimo del inglés, Angiosperm Phylogeny Group), y se traduce como, “grupo de filogenia de las Angiospermas”. Los primeros resultados fueron publicados en 1998, como APG I, luego le siguió el APG II, publicado en 2003 y posteriormente APG III, publicado en 2009. Finalmente se presentó una cuarta propuesta denominada APG IV (2017). A continuación se presenta el cladograma de la propuesta más reciente (Fig. 1.6).



**Figura 1.5.** Árbol filogenético de las Angiospermas, basado en APG IV, donde se muestran las relaciones filogenéticas de los principales Órdenes.

Iniciamos el desarrollo del capítulo mostrando que la tarea de clasificar es una actividad eminentemente humana que comenzó con los albores del conocimiento y ha evolucionado a través del tiempo. Lo paradójico es que todavía exista incertidumbre y/o discrepancia acerca de la naturaleza de la clasificación. Tal vez, parte de la respuesta a esta incertidumbre se deba a que las clasificaciones elaboradas tuvieron objetivos diversos y, por esta razón, los taxónomos no llegaron a resumir acuerdos sobre cuál es el mejor método para clasificar.

---

### Páginas de interés

Tree of life (TOL)

<http://www.tolweb.org/angiosperms>

Angiosperm phylogeny website

<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html>

## Notas

1. La Real Academia Española define *especie* como un conjunto de cosas semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes.
2. Fusión de la óosfera y de la célula media, cada una con una gameta masculina.
3. Término propuesto por Lucien Hauman (1910).
4. Filogenia: parte de la biología que se ocupa de las relaciones de parentesco entre los distintos grupos de seres vivos.
5. Órdenes vecinos tienen parentescos más próximos.
6. Grupo que no contiene al antepasado común más reciente de todos sus miembros.
7. Fenograma es un diagrama que expresa las relaciones de similitud entre las unidades de estudio.
8. Cladograma es un diagrama que representa relaciones de parentesco entre taxones, debidas a la presencia de un antecesor común.

# Capítulo 2

## Nomenclatura vegetal

*Hugo Francisco Gutiérrez*

### 1. El proceso de clasificar

Clasificar significa reunir objetos en clases según sus atributos comunes. Las clasificaciones sirven para ordenar instrumentos, libros, vestimentas, organismos, y también conceptos e ideas. Según Ernst Mayr, biólogo de la Universidad de Harvard, cualquier intento de clasificación requiere el cumplimiento de las siguientes reglas básicas:

- las entidades que se van a clasificar deben agruparse en clases que sean lo más homogéneas posibles,
- cada entidad individual debe incluirse en la clase con aquellos miembros que comparta el mayor número de atributos,
- si una entidad es tan diferente que no puede incluirse en ninguna de las clases ya establecidas, deberá crearse una clase aparte para ella,
- el grado de diferencia entre las clases se expresa ordenándolas en una jerarquía de conjuntos. Esto es, grupos menores incluidos en un grupo mayor.

Cuando estas reglas se aplican a la clasificación de los seres vivos, son necesarias unas cuantas reglas adicionales, muchas de las cuales trataremos a continuación, pero antes vamos a considerar una serie de definiciones.

#### 1.1. Clasificación y nomenclatura

Según Jeffrey (1976) los componentes más importantes de la Sistemática son la clasificación y la nomenclatura.

Clasificación: es el proceso a través del cual se establecen y definen los grupos sistemáticos. En la práctica, el término clasificar se usa tanto para el proceso de ordenar las plantas en una jerarquía de clases como para el sistema que produce.

Nomenclatura: (del latín *nomen*, nombre y *calare*, llamar; esto es “llamar por el nombre”), es la aplicación de nombres a los grupos creados por la clasificación. Davis y Heywood (1963) definen nomenclatura como la aplicación de nombres técnicos distintivos a los taxones, de acuerdo a un conjunto de reglas internacionales.

Durante sus investigaciones, los botánicos sistemáticos primero culminan el trabajo de clasificación (es decir, la obtención del mejor ordenamiento posible), y posteriormente comienzan por dar nombres a los grupos que han establecido. Por ello, la clasificación es anterior a la nomenclatura. De esta manera, la finalidad de la nomenclatura botánica es proporcionar un sistema de nombres simples y precisos (inequívocos) que puedan ser usados por todas las personas del mundo, evitando la ambigüedad ocasionada por los nombres comunes o vernáculos.

## 1.2. Clasificación y determinación

*Clasificar* significa ordenar elementos en clases definidas que, en conjunto, constituyen un sistema; mientras que *determinar* implica encontrar la ubicación de esos elementos dentro del sistema. Por ello, la determinación es una labor posterior a la clasificación. Además, la clasificación es una actividad de síntesis, mientras que la determinación es básicamente analítica.

Cuando a través de un libro de texto buscamos obtener el nombre científico de una planta coleccionada, estamos determinando el material que ya fue clasificado. Así, el objetivo de la determinación es encontrar un nombre que nos permita obtener más información. Sólo cuando se coleccionan plantas desconocidas para la ciencia, se las debe clasificar. En el proceso de clasificación, el material colectado recibirá un nombre y tendrá una ubicación exclusiva dentro de un sistema.

En el lenguaje coloquial los términos determinación e identificación se suelen utilizar como sinónimos. Siendo estrictos a la hora de separar dichos términos, debemos decir que “determinar” es poner límites a los taxones, mientras que el proceso de “identificación” se refiere a aspectos particulares que hacen que un individuo se diferencie estrictamente de otro.

Hay que tener presente que no se clasifican los individuos, sino las unidades que contienen individuos; por lo tanto, las unidades se clasifican y los ejemplares se determinan (De La Sota, 1967).

## 2. Concepto de especie biológica

Del mismo modo que los fisicoquímicos emplean unidades como: ergios, grados centígrados, moles, etc., los biólogos tienen una unidad fundamental: la *especie*. Sin embargo, en contraste con la exactitud que caracteriza a las unidades de los fisicoquímicos, las especies no son tan fáciles de definir, y pocos biólogos las definen exactamente del mismo modo. Esto se debe a que las especies son unidades vivas y se encuentran sujetas a cambios genéticos y/o ambientales.

Si las especies fuesen fijas e inmutables sería más sencillo definir las claramente, ya que estarían formadas por un conjunto de individuos que fueron, son y –de no extinguirse– serán de características idénticas. Entonces, por su naturaleza siempre cambiante, la determinación de los límites específicos es puramente subjetiva, y por lo tanto, expuesta a las modalidades de la interpretación personal.

Con el tiempo, el concepto de especie fue sufriendo distintas modificaciones en relación con los conocimientos dominantes de cada época (aún hoy, la biología moderna maneja varios conceptos de especies según las disciplinas), así, según Linneo... “contamos tantas especies cuantas formas distintas fueron creadas en el principio”. Hasta el siglo XIX, se creía que las especies habían sido creadas por separado, se consideraba que cada especie estaba formada por los descendientes de la primera pareja creada por Dios. Este concepto de especie se denominó tipológico o esencialista y postulaba cuatro características de la especie:

- los individuos que forman una especie son similares ya que comparten la misma “esencia”,
- existe una clara discontinuidad entre las especies que facilita su separación,
- cada especie es constante en el espacio y en el tiempo,
- la variación dentro de una especie es limitada.

En el siglo XIX se hicieron evidentes las debilidades del concepto tipológico de especie, fue Darwin quien refutó de manera contundente la idea que las especies eran fijas e inmutables. Este concepto tipológico se derrumbaba lentamente dando paso a un nuevo concepto. Los estudios de poblaciones locales y el análisis de las variaciones geográficas permitieron confirmar que las especies están compuestas por poblaciones que cambian de un sitio a otro y que, dentro de una misma población hay variaciones entre los individuos que la componen.

Recién en 1940, Ernst Mayr definió especie como “...el conjunto de poblaciones que poseen características morfológicas, anatómicas, fisiológicas y genéticas similares, interfértiles entre sí, pero incapaces de reproducirse con individuos de otras especies debido a la presencia de barreras genéticas o físicas”. Esta definición es una de las más claras y completas y fue aceptada por la mayoría de los biólogos del mundo. Se la conoce como *concepto biológico de especie*.

Otras definiciones conceptuales de especie, que presentan cierta variación según el enfoque son:

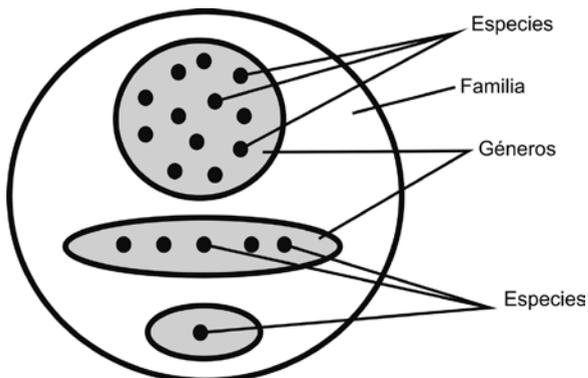
- desde el punto de vista estrictamente taxonómico, especie es la jerarquía comprendida entre el género (o subgénero) y la variedad (o subespecie);
- desde el punto de vista genético, los miembros de una *especie* comparten un reservorio de genes comunes que está efectivamente separado de los genes de otras especies. La clave para mantener la integridad del reservorio génico es el establecimiento de barreras biológicas que aseguren el aislamiento genético;

- desde una perspectiva evolutiva, una especie es un grupo de organismos reproductivamente homogéneo, pero muy cambiante en el tiempo y en el espacio.

### 3. La jerarquía taxonómica

Como se dijo, los individuos con caracteres similares pueden ser agrupados para formar una especie. Del mismo modo, varias especies similares entre sí, pueden agruparse por tener un cierto número de atributos en común y formar un grupo más amplio denominado *género*. A su vez, los géneros pueden reunirse en grupos mayores llamados *familias*, y así sucesivamente. Esta manera de ordenar grupos en forma creciente se denomina *sistema jerárquico de clasificación* (Heywood, 1968).

En todo sistema jerárquico hay una base y un extremo. En la base se encuentran los individuos y en el extremo hay un grupo integrador, denominado *Reino*. Entre ambos extremos, hay varios grupos a diferentes niveles, cada uno de los cuales está subordinado a un solo grupo inmediatamente superior. La estructura así formada se denomina *jerarquía taxonómica*. En definitiva, un sistema de clasificación es un ordenamiento jerárquico de categorías taxonómicas (Jeffrey, 1976).



**Figura 2.1.** Representación gráfica de grupos taxonómicos

El ordenamiento de los grupos sistemáticos (Figura 2.1) dentro de un sistema, alcanza tantos niveles de jerarquía como puedan expresar los diferentes grados de divergencia evolutiva. En la época de Linneo, los naturalistas solamente consideraban la existencia de tres categorías básicas: la especie, el género, y el reino. Posteriormente, se fueron añadiendo categorías intermedias, así, los géneros fueron agrupados en familias, las familias en órdenes, los órdenes en clases, las clases en divisiones y las divisiones en reinos.

Los niveles jerárquicos empleados actualmente para caracterizar la diversidad vegetal, se indican en el Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1.** Categorías taxonómicas empleadas en Botánica (las más utilizadas se dan en negritas)

	<b>Categoría taxonómica (en latín)</b>	<b>Equivalente en Castellano</b>
Mayor Jeraquía    Menor Jeraquía	<b>Regnum</b>	<b>Reino</b>
	<b>Divisio</b>	<b>División</b>
	<b>Classis</b>	<b>Clase</b>
	Subclassis	Subclase
	Superordo	Superorden
	<b>Ordo</b>	<b>Orden</b>
	Subordo	Suborden
	<b>Familia</b>	<b>Familia</b>
	<b>Subfamilia</b>	<b>Subfamilia</b>
	<b>Tribu</b>	<b>Tribu</b>
	Subtribu	Subtribu
	<b>Genus</b>	<b>Género</b>
	Subgenus	Subgénero
	Sectio	Sección
	Subsectio	Subsección
	Serie	Serie
	Subserie	Subserie
	<b>Species</b>	<b>Especie</b>
	Subspecies	Subespecie
	<b>Varietas</b>	<b>Variedad</b>
Subvarietas	Subvariedad	
Forma	Forma	
Subforma	Subforma	

En algunos sistemas se utiliza la categoría informal Superordo (Superorden en castellano) (Takhtajan, 1964). La jerarquía taxonómica puede concebirse como un sistema de conjuntos que incluyen conjuntos (Figura 2.2). Los compartimientos en sí representan las categorías taxonómicas, y el contenido de estos compartimientos (los grupos de organismos que colocamos en ellas) representan las unidades taxonómicas. Esta analogía también facilita la apreciación que las categorías son conceptos puramente abstractos.

#### 4. Taxones y categorías

Si deseamos considerar grupos taxonómicos en general, independientemente de la categoría a la que pertenezcan, utilizamos el término taxón (en plural se denomina taxones). Un *taxón* se define como un grupo de organismos considerado como unidad de cualquier Categoría Taxonómica (Crisci, 1978). Es bastante común que se confundan los términos categoría y *taxón*. Ahora bien, *categoría* es un nivel concreto de la jerarquía taxonómica. Así, cada nivel de la jerarquía (especie, género, familia, orden, etc.) constituye una categoría. Por ejemplo: Orden, Familia y Género son categorías, mientras que Tubiflorales, Solanáceas y *Solanum* son taxones dentro de esas categorías. De manera similar, género y especie son categorías, mientras que *Lycium* y *Solanum tuberosum* son taxones.

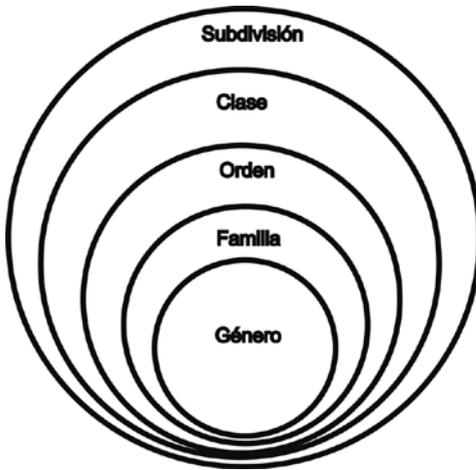


Figura 2.2. Representación gráfica de las principales jerarquías taxonómicas

#### 5. Nombres y códigos

##### 5.1. Los nombres de las plantas

Un nombre es simplemente un símbolo convencional, de naturaleza arbitraria, que sirve como punto de referencia y evita la necesidad de utilizar continuamente una frase descriptiva engorrosa (Jeffrey, 1976). Los nombres —para ser utilizados como vehículo de comunicación— deben ser universales y precisos.

Para referirse a las plantas, la gente común utiliza nombres vernáculos o nombres vulgares. “Camalote”, “quebracho”, “yerba meona” y “cardo”, son ejemplos de nombres vulgares asignados a las plantas. Muchos de estos nombres hacen alusión a ciertas características y/o propiedades de las especies. Así pues, “quebracho” se refiere a su

madera dura, capaz de quebrar hacha; o “yerba meona”, indica la propiedad diurética que posee la planta. Con el tiempo se observó que nombrar a las plantas sólo por su nombre común ocasionaba numerosos inconvenientes, ya que varios nombres eran aplicados a una misma especie; y más problemático aún, un mismo nombre se refería a especies muy distintas entre sí. A modo de ejemplo, en la región pampeana, el término “camalote”, se aplica indistintamente a cinco especies diferentes, como son: *Eichhornia azurea*, *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides indica*, *Panicum elephantipes* y *Pontederia cordata*. Por no ser universales ni concretos, los nombres comunes son confusos ya que no brindan precisión sobre la especie a la que se hace referencia. La nomenclatura biológica intenta evitar los inconvenientes ocasionados por el uso de los nombres comunes.

## 5.2. ¿Qué es la nomenclatura biológica?

La nomenclatura biológica es un conjunto de principios, reglas y recomendaciones que se deben tener en cuenta al aplicar un nombre a los seres vivos. Dichos principios, reglas y recomendaciones se encuentran reunidos en libros denominados códigos internacionales de nomenclatura (CIN).

### *Origen y breve historia del código internacional de nomenclatura*

El Código es un documento muy complejo que cuenta con más de 150 años. Fue publicado por primera vez por Alfonso De Candolle, en 1867, bajo el título “Lois de la nomenclature botanique” (Leyes de la nomenclatura botánica). En el siglo 20, dichas normas fueron sustituidas inicialmente por las Reglas de Nomenclatura (4 ediciones oficiales, de 1906 a 1950) y luego por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (12 ediciones, de 1952 a 2012). Dicho libro se revisa periódicamente cada 6 años, durante las reuniones de la Sección de Nomenclatura de los Congresos Internacionales de Botánica. La 12° edición del Código (conocida como código de Melbourne), cambió su nombre a: “Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas”. La última edición es el Código de Shenzhen (2018).

El Código funciona por consenso internacional, es decir, la mayoría de los botánicos del mundo acordaron seguir las reglas en forma voluntaria. Los nombres de plantas publicados bajo estas reglas tienen aceptación mundial, los autores que no las respetan proponen nombres que son ignorados por la comunidad científica internacional.

Entre las funciones del código figura también la de establecer las formas correctas de escritura de términos específicos. A modo de ejemplo se presentan algunos vocablos:

Forma correcta	forma incorrecta
taxón (singular) y taxones (plural)	taxon (singular) y táxones (plural)
basónimo	basiónimo
holotipo	holótipo
protólogo	protologo
ejemplar	espécimen
pliego de herbario	cartulina de herbario
nombre de especie	nombre específico
nombre de género	nombre genérico
nombre en rango nuevo	combinación nueva o nombre de taxón nuevo
nombre de reemplazo	substituto de reemplazo expreso
bríofitos	briofitas
pteridófitos	pteridofitas
espermátófitos	espermatofitas

Los nombres científicos de las plantas están regulados por el Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas. Por su parte, los nombres de los animales están regulados por el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica y los clasificados como bacterias están incluidos en el Código Internacional de Nomenclatura Bacteriológica.

El Código Internacional de Nomenclatura está dividido en tres partes:

- 1) Principios básicos del sistema de nomenclatura botánica.
- 2) Reglas para poner en orden la nomenclatura antigua.
- 3) Recomendaciones para conseguir uniformidad y claridad en la nomenclatura actual.

### 5.3. Principios del Código Internacional de Nomenclatura Botánica

*Principio 1:* la nomenclatura botánica es independiente de la nomenclatura zoológica y bacteriológica.

*Principio 2:* la aplicación de nombres a los grupos taxonómicos de categoría de familia o inferior se determina por medio de tipos nomenclaturales.

*Principio 3:* la nomenclatura de un grupo taxonómico se basa en la prioridad de publicación.

*Principio 4:* cada grupo taxonómico no puede tener más de un nombre correcto, es decir, el más antiguo de conformidad con las reglas (salvo excepciones especificadas en el Código).

*Principio 5:* los nombres científicos se deben expresar en latín.

*Principio 6:* las reglas de nomenclatura tienen efecto retroactivo, salvo indicación en contra.

## 5.4. Reglas y recomendaciones de los nombres científicos

### 5.4.1. Alfabeto e idioma

Para ser universales, los nombres científicos deben escribirse en el mismo alfabeto y en el mismo idioma (Jeffrey, 1976). Los códigos de nomenclatura requieren que todos los nombres científicos sean formas en latín, escritos en alfabeto latino y sometido a las reglas gramaticales latinas. Los nombres científicos de los organismos vivos son así, nombres latinos o latinizados, incluso en el caso que derive de un idioma distinto del latín.

### 5.4.2. Nombre de taxones superiores a la categoría de género

Los nombres de taxones superiores a la categoría de género consisten en un solo término y por ello son llamados uninominales. Generalmente son sustantivos en plural o adjetivos usados como sustantivos. Así, la categoría de un taxón debe evidenciarse a partir de su nombre. En muchos casos, los códigos estipulan terminaciones normalizadas para los nombres de todos los taxones de una categoría taxonómica determinada (Cuadro 2.2). Por ejemplo: Urticales y Papaverales, son taxones con rango de Orden, ya que terminan en “ales”; mientras que *Casuarinaceae*, *Solanaceae*, *Portulacaceae*, son taxones con rango de Familia, ya que terminan en “aceae”.

Las terminaciones -ales e -ineae son obligatorias en el código de Botánica para los nombres de órdenes y subórdenes respectivamente, siempre que estén basados en el nombre de una de las familias en ellas incluidas.

**Cuadro 2.2.** Terminaciones normalizadas para los nombres de los taxones

Categoría	Terminación latina	Ejemplo	Terminación en castellano	Ejemplo
División	-phyta	Magnoliophyta	-fitas	Magnoliófitos
Clase	-opsida	Liliopsida	-ópsidas	Liliópsidos
Subclase	-ideae	Commelinideae	-idas	Commelinidas
Orden	-ales	Cyperales	-ales	Cyperales
Familia	-aceae	Poaceae	-áceas	Poáceas
Subfamilia	-oideae	Panicoideae	-oideas	Panicoideas
Tribu	-eae	Paniceae	-eas	Paníceas
Subtribu	-ineae	Setariineae	-íneas	Setariíneas

### 5.4.3. Nombre de géneros

Los nombres de géneros son también uninominales. Son sustantivos en singular; su inicial se escribe con mayúscula, por ejemplo: *Commelina*, *Ficus*, *Punica*, etc.

El nombre de género puede referirse a una característica particular de la planta que se designa (*Punica*), o puede haber surgido del nombre vulgar (*Ficus*), o hacer referencia a su semejanza con otros géneros (*Citronella*), o bien pueden estar dedicados a botánicos o personas célebres (*Parkinsonia*). Por ejemplo:

*Punica*: nombre derivado del latín *puniceus*, rojo, purpúreo.

*Ficus*: antiguo nombre latino de la higuera común.

*Citronella*: diminutivo latino del nombre *Citrus* (limonero).

*Parkinsonia*: en honor al botánico inglés John Parkinson (1567-1650).

#### 5.4.4. Nombre de taxones ubicados entre género y especie

El nombre de cada taxón ubicado entre género y especie es binominal, y resulta de una combinación del nombre de género con otro término propio, precedido por una palabra que indica su categoría taxonómica, por ejemplo:

*Setaria* subgen. *Setaria*

*Bromus* sect. *Ceratochloa*

	Género	Categoría taxonómica	Término propio del taxón (se inicia con letra mayúscula)
Ejemplo 1	<i>Setaria</i>	subgénero	<i>Setaria</i>
Ejemplo 2	<i>Bromus</i>	sección	<i>Ceratochloa</i>

*Setaria* (nombre del subgénero de *Setaria*) y *Ceratochloa* (nombre de la sección de *Bromus*) siempre van ubicados al final y pueden ser: un sustantivo en singular o un adjetivo en plural

#### 5.4.5. Nombre de las especies

Las especies se denominan según el sistema binario de nomenclatura propuesto por Linneo en su obra *Species Plantarum* (1753). En este sistema se emplean dos términos: un nombre de género y otro de la especie, este último también se denomina epíteto específico. Por llevar dos términos, los nombres de las especies, se llaman binominales, o binarios. Por ejemplo:

*Pontederia cordata*

*Parkinsonia aculeata*

	Género (se inicia con letra mayúscula)	Epíteto específico (se escribe en minúscula)
Ejemplo 1	<i>Pontederia</i>	<i>cordata</i>
Ejemplo 2	<i>Parkinsonia</i>	<i>aculeata</i>

Los epítetos específicos generalmente son adjetivos agregados al nombre de género, con el cual deben concordar gramaticalmente. Pueden indicar una característica de la especie, de la localidad en que crece, o estar dedicado a una persona. Por ejemplo:

*cordata* (del latín *cordis*, corazón), significa: en forma de corazón, aludiendo a las hojas de esta planta.

*aculeata* (del latín *aculeus*, aguijón), significa: provisto de aguijones.

El nombre de especie o epíteto específico carece por sí mismo de validez y no puede usarse solo cuando se hace referencia a un organismo. Por ejemplo: *japonica*, por sí mismo significa japonés(a) y puede no referirse a un tipo de planta en particular. Además, en combinación con otros nombres genéricos, forma los nombres de varias especies vegetales. Por ejemplo:

*Anemone japonica*

*Primula japonica*

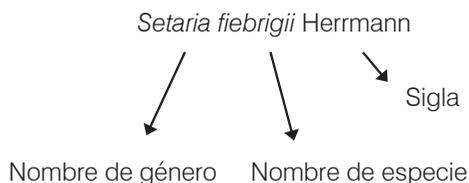
*Chaenomeles japonica*

Para que el nombre dado a una especie sea completo, preciso y fácilmente verificable, es necesario incluir el autor que publicó, por primera vez, el nombre en cuestión. Esto último se conoce como "sigla". La sigla forma parte del nombre de la planta y se cita con el propósito de brindar mayor precisión (ver homónimos ilegítimos en ítem 5.5.4.1).

El apellido del autor del nombre generalmente está abreviado, salvo cuando el mismo es muy corto. La abreviatura del autor no es caprichosa ni antojadiza, sino que está estandarizada en un libro denominado *Authors of plant names* (Brummitt y Powell, 1992). Por lo tanto, cuando se desconoce la forma correcta de escribir una sigla determinada, se debe consultar dicho libro. Para algunos autores solamente se coloca la inicial del apellido, por ejemplo:

Nombre completo del autor	Nombre completo del autor
Carl von Linné	L.
Agustín P. de Candolle	DC.

Veamos en el siguiente ejemplo las partes que componen el nombre científico de una especie:



### 5.4.6. Tipos de siglas

En cuanto a la sigla, se reconocen dos tipos:

*Sigla simple*: indica el nombre del autor (o de los los autores) del nombre científico. Observe que no hay paréntesis en la sigla. Ejemplos:

*Schinopsis balansae* Engler

*Victoria cruziana* Orb.

*Justicia brandegeana* Wash. & L.B. Sm.

*Schinopsis heterophylla* Ragon. & J. Castigl.

*Sigla doble*: cuando un nombre de especie es transferido de un género a otro, o de una variedad a una especie; el binomio resultante es un nombre de rango nuevo. Este nombre propuesto (nueva combinación) presentará dos autores (por ello se llama sigla doble): el nombre del autor que creó el epíteto entre paréntesis, seguido por el nombre del autor que realizó la transferencia (revisor). Ejemplo: Scribner y Merrill, en 1901 describen una especie del género *Panicum* como *Panicum unispicatum* Scribner y Merrill. Posteriormente, un revisor de apellido Nash, consideró que dicha especie pertenecía al género *Paspalum* y realizó la transferencia correspondiente, resultando la siguiente combinación:

*Paspalum unispicatum* (Scribner y Merrill) Nash

↓ ↙  
Sigla doble (dos autores)

La colocación del nombre del autor luego del nombre de especie sólo es una referencia abreviada, cuyo uso ayuda a la precisión nomenclatural. De esta manera, una sigla doble se reconoce por presentar autor(es) de nombres de plantas entre paréntesis.

### 5.4.7. Nombres de taxones de categoría inferior a la especie

El código de Botánica reconoce varias categorías de taxones inferiores a la de especie (Cuadro 2.1). El nombre de cada taxón se forma con el nombre de la especie, seguido del término propio del taxón precedido por una palabra que indica la categoría taxonómica correspondiente. Por ejemplo:

*Limnobium spongia* subsp. *laevigatum*

*Brassica oleracea* var. *gemmifera*

Los nombres así formados son trinominales.

	Género	Epíteto específico	Categoría taxonómica	Término propio del taxón (se escribe en minúscula)
Ejemplo 1	<i>Limnobium</i>	<i>spongia</i>	subespecie	<i>laevigatum</i>
Ejemplo 2	<i>Brassica</i>	<i>oleracea</i>	variedad	<i>gemmifera</i>

En determinadas ocasiones los nombres pueden ser tetranominales o pentanominales. Para cada caso se presenta un ejemplo hipotético:

*Silene dioica* subsp. *zeilandica* var. *pilosa* (nombre tetranominal) y

*Silene dioica* subsp. *zeilandica* var. *pilosa* f. *nana* (nombre pentanominal)

## 5.5. Principios operativos de la nomenclatura

### 5.5.1. Objetivos de los códigos

Los códigos de nomenclatura procuran asegurar que un taxón sólo tenga un nombre mediante el cual sea identificado (es decir, que el nombre sea universal e inequívoco). Para lograr este objetivo, los códigos presentan ciertos pasos que deben seguirse en la asignación de nombres y en el uso de estos nombres. Estos pasos están basados en tres principios operativos: tipificación, publicación y prioridad.

### 5.5.2. Tipificación

Según el código de nomenclatura, la aplicación de nombres está determinada por tipos nomenclaturales. Tipificación es el proceso donde se designa un tipo nomenclatural.

Así como la publicación es el medio por el cual los nombres se incluyen en la nomenclatura biológica; la tipificación es el medio por el cual estos nombres se adjudican a los taxones (Jeffrey, 1976). La tipificación tiene por finalidad obtener la máxima estabilidad y certidumbre en la aplicación de los nombres. De esta manera, un nombre estará permanentemente asociado con su tipo nomenclatural.

#### 5.5.2.1. ¿Qué es un tipo nomenclatural?

El tipo de un nombre es el elemento que se describe en su publicación original. El término “elemento” significa aquí diversas cosas de acuerdo a la categoría taxonómica a la que se hace referencia. Según el código de Botánica, el tipo de un nombre de familia es un género; el tipo de un nombre de género es una especie y el tipo de un nombre de especie o de un taxón infraespecífico es un (o varios) ejemplar(es) de herbario. Resumiendo:

El tipo de un nombre de familia es un género.
---

Ejemplo 1: la familia *Achatocarpaceae* está formada por dos géneros (*Achatocarpus* y *Phaulothamnus*); de ellos, el género tipo es *Achatocarpus* (y por ello le da nombre a la familia).

Ejemplo 2: en la familia *Papaveraceae* (con 23 géneros), el género tipo es *Papaver*.

El tipo de un nombre de género es una especie.

Ejemplo 1: la especie tipo del género *Achatocarpus* es *Achatocarpus nigricans*.

Ejemplo 2: la especie tipo del género *Papaver* es *Papaver somniferum*.

El tipo de un nombre de especie o categoría inferior a especie (como subespecie, variedad, forma, etc.) es un ejemplar de herbario (rara vez puede ser una figura o una descripción).

Ejemplo 1: el tipo de *Achatocarpus nigricans* es un ejemplar de herbario, recolectado en Colombia, por un coleccionista de apellido Triana. Dicho ejemplar se conserva en el Herbario de Kew (Inglaterra).

Ejemplo 2: el tipo de *Papaver somniferum* es un ejemplar de herbario, recolectado en Europa, cuyo coleccionista y fecha de recolección se desconocen. Dicho ejemplar se conserva en el Herbario de la Sociedad Linneana de Londres (Inglaterra), con el número LINN-669/8.

La información referida a los tipos nomenclaturales se puede obtener de:

<https://www.tropicos.org/nameSearch>

Cuando se elige un ejemplar de herbario para dar nombre a una especie no tiene –necesariamente– que ser el más representativo en términos de variabilidad. Un ejemplar es sólo un individuo de la población, es decir, es una variante de una población siempre variante; sólo es importante por su asociación permanente con el nombre del taxón. En definitiva, son los nombres los que tienen tipos (de allí su denominación como tipos nomenclaturales) y no los taxones (Davis y Heywood, 1963). Por ello, el tipo de un nombre es un concepto puramente nomenclatural y carece de significado para la clasificación.

#### 5.5.2.2. Clases de tipos

Para la categoría «especie», el código de Botánica reconoce varias clases de tipos, de los cuales los más importantes son los que se mencionan a continuación:

*Holotipo*: es el ejemplar de herbario designado por el autor como tipo nomenclatural. El holotipo es mencionado por el autor del nombre en la descripción original, para la correcta interpretación del taxón.

*Isotipo*: es cualquier duplicado del holotipo.

*Sintipo*: es cada uno de los ejemplares citados en la descripción original, sin que el autor haya designado a uno de ellos como holotipo. Un duplicado de un sintipo es un isosintipo.

*Lectotipo*: es un ejemplar de herbario que se elige *a posteriori* de la publicación original para que sirva como tipo nomenclatural. La razón de esta nueva designación solamente obedece a causas especiales. Por ejemplo: **a)** puede ocurrir que el holotipo elegido originalmente se perdió o fue accidentalmente destruido. En este caso – si existe– debe escogerse a un isotipo como lectotipo.

**b)** puede ocurrir que el material designado como tipo pertenece a más de un taxón. En ciertos grupos críticos o complejos, los sintipos originalmente designados corresponden a más de un taxón. Por ello resulta necesaria la elección de un lectotipo.

Dentro de lo posible el lectotipo debe elegirse entre los ejemplares realmente vistos por el autor cuando describió la especie. Cuando todo el material tipo –que analizó el autor del nombre– está irremediablemente perdido o fue destruido, puede elegirse un *neotipo*. Davis y Heywood (1963) consideran que el neotipo no es realmente un tipo, ya que no es un acto del autor sino un ejemplar que representa una opinión taxonómica posterior. Dicho ejemplar debe concordar con la descripción original.

*Paratipos*: son todos los ejemplares de herbario citados en la descripción original, distintos del holotipo, de los isotipos y de los sintipos. Un duplicado de un paratipo es un isoparatipo.

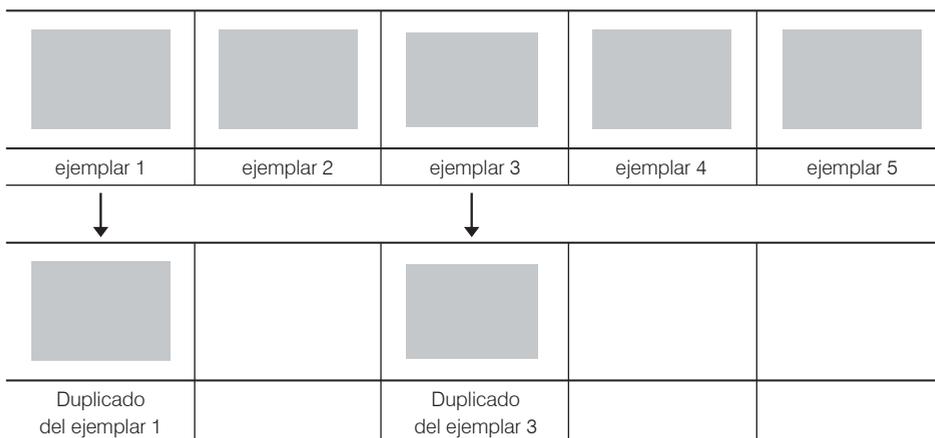
*Clastotipo*: es un fragmento del ejemplar tipo.

Epitipos (*epitypus*): es un ejemplar o una ilustración seleccionados para servir de tipo interpretativo cuando se demuestre que el holotipo, o el lectotipo o neotipo designados previamente, o todo el material original asociado con un nombre válidamente publicado, es ambiguo y no puede ser identificado críticamente a efectos de la aplicación precisa del nombre a un determinado taxón. La designación de un epitipo no es efectiva si no cita explícitamente el holotipo, lectotipo o neotipo que el epitipo respalda

Para comprender estos conceptos, vamos a desarrollar un ejemplo hipotético.

Un taxónomo (llamado *autor 1*), luego de revisar los ejemplares depositados en un herbario, descubre que un grupo de ellos presenta una serie de caracteres que nunca antes fueron descritos. Su experiencia adquirida, luego de estudiar durante mucho tiempo ese grupo taxonómico, le sugiere que se trata de una especie “nueva para la ciencia”. Entonces, el taxónomo decide separar los ejemplares con esos caracteres diferenciales.

En total, el autor 1 separa 7 ejemplares de herbario, los ordena y tiene una situación como la esquematizada en la Figura 2.3.



**Figura 2.3.** Representación esquemática de un problema de tipificación hipotético (ver explicación en el texto)

Luego de una serie de estudios preliminares, el autor 1 decide dar a conocer su hallazgo; por tal razón deberá: **a)** realizar una descripción latina de la especie, **b)** ponerle un nombre a la especie nueva, **c)** elegir un tipo y **d)** publicar sus resultados en una revista internacional. En el proceso de elegir un tipo nomenclatural (ítem **b)**, pueden darse los siguientes casos:

- *Caso 1:* el *autor 1* elige como tipo nomenclatural al ejemplar 3. A partir de este momento, el ejemplar 3 será el holotipo de la “nueva especie”. El duplicado del ejemplar 3 será entonces un isotipo (duplicado del holotipo). Los ejemplares 1, 2, 4 y 5 serán paratipos y el duplicado del ejemplar 1 será un isoparatipo.

- *Caso 2:* el *autor 1* no elige ninguno de los ejemplares como holotipo. Entonces, los 5 ejemplares serán sintipos y los duplicados (1 y 3) serán isosintipos.

- *Caso 3:* ocurre lo mismo que lo mencionado en el caso 1. Pero, accidentalmente se perdió el holotipo. Un nuevo autor (*autor 2*) puede designar un ejemplar como lectotipo (en reemplazo del holotipo perdido). La prioridad para ser lectotipo estará dada por el siguiente orden: 1) isotipo, 2) algún paratipo y 3) el isoparatipo.

- *Caso 4:* ocurre lo mismo que lo mencionado en los casos 1 y 3. Solamente que ahora, como consecuencia de una guerra se desconoce la ubicación de todos los ejemplares (originales y duplicados) que permitieron dar nombre a la especie y sólo se cuenta con un ejemplar (ejemplar X), que se supone procede del mismo lugar que el mencionado por el *autor 1* en su descripción original. Posteriormente, un nuevo autor (*autor 2*), después de revisar varios ejemplares que integran esta especie, elige al ejemplar X como tipo nomenclatural, entonces éste será un Neotipo.

- *Caso 5:* ocurre lo mismo que lo mencionado en el caso 1. Pero, posteriormente un incendio destruye parte de los materiales del herbario y sólo se puede rescatar un fragmento del ejemplar 3. Esa parte o fragmento del ejemplar será un clastotipo.

### 5.5.3. Publicación

Hay dos condiciones básicas que deben tenerse en cuenta antes de proponer correctamente un nombre, dentro del sistema de la nomenclatura biológica:

- a) debe estar publicado en un medio que cumpla los requerimientos del código.
- b) debe estar acompañado de un tipo designado y de una breve descripción en latín o en inglés.

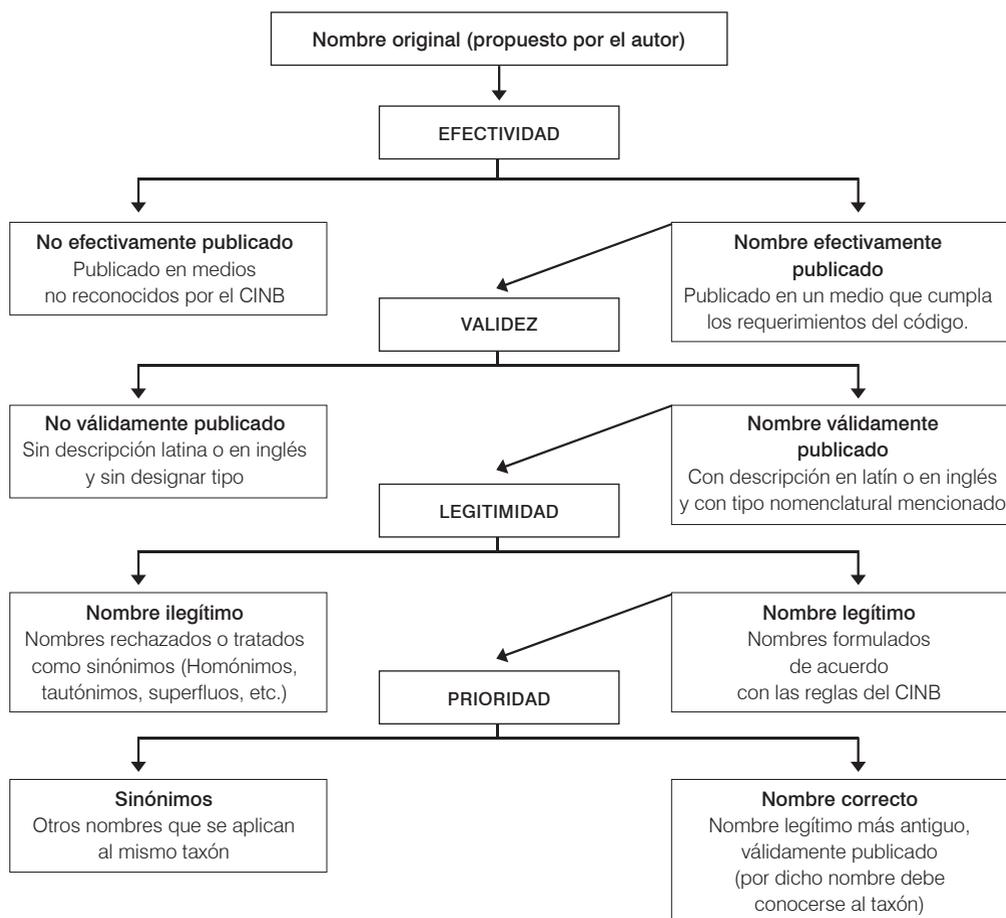
En relación a la primera condición, el código establece que la publicación original de un nombre debe realizarse en una revista científica, (medio escrito e impreso) que tenga continuidad en el tiempo y que pueda estar disponible al público interesado en la misma. A partir del 1 de enero de 2012, el código de nomenclatura también permite la publicación en línea (*on line*) en Formato de Documento Portátil (PDF), en una publicación con ISSN (Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas) o con ISBN (Número Internacional Normalizado de Libros) (Artículos 29 y 30 del CIN, pág. 64-71). Si satisface la primera condición, el nombre se considera *efectivamente publicado* (Figura 2.4).

Además, el código requiere que la publicación original de un nombre vaya acompañada de un tipo designado y de una descripción del taxón en latín o en inglés (requisito válido a partir del 01 de enero de 2012), pudiendo llevar además una descripción más detallada en el idioma vernáculo. Cumpliendo ambos requisitos el nombre se considera *válidamente publicado* (Figura 2.4).

### 5.5.4. Prioridad

Antiguamente podía ocurrir que una misma especie o taxón, recibiera (por error) dos o más nombres científicos. Este inconveniente debe solucionarse para asegurar que los nombres correctos sean únicos, evitando así todo tipo de confusión. Si cada uno de los distintos nombres científicos fue establecido respondiendo a lo que solicita el código de nomenclatura, deberá prevalecer uno y sólo uno de ellos. La decisión para determinar cuál será el nombre correcto del taxón, surge del principio de prioridad.

El principio de prioridad establece que, cuando dos o más nombres se refieren al mismo taxón, éste debe ser conocido por el más antiguo. Por más antiguo se entiende “al primer nombre válidamente publicado”. De esta manera, siempre habrá un nombre mediante el cual ese taxón será correctamente conocido (Figura 2.4), dicho nombre se denomina *nombre correcto*; los nombres restantes se denominan *sinónimos*.



**Figura 2.4.** Conjunto de requisitos –que operan a modo de filtros– estipulados en el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (CINB) para que el nombre de un taxón sea considerado correcto

#### 5.5.4.1. Limitaciones al principio de prioridad

Existen ciertas limitaciones con respecto al funcionamiento del principio de prioridad:

1) *Fecha de partida*: la fecha de partida para los nombres de todas las especies vegetales se considera el 1 de mayo de 1753, día que fue publicada la obra *Species Plantarum* de Linneo.

2) *Limitaciones de prioridad con respecto a la categoría taxonómica*:

a. Según el código de botánica, la prioridad no se aplica a nombres de taxones por encima de la categoría de familia.

b. Para familias o taxones inferiores, la prioridad está restringida a cada categoría, y en ningún caso un nombre tiene prioridad cuando cambia de categoría. De esta forma, cuando *Campanopsis* (nombre establecido en 1810) pasa de la categoría “sección” a la categoría de “género”, debe llamarse *Walhenbergia* (nombre establecido en 1812) que es el nombre más antiguo para el taxón de categoría genérica.

**3) Legitimidad:** para cuestiones de prioridad, el nombre de un taxón es legítimo si está de acuerdo con las previsiones del código. Por otro lado, un “nombre ilegítimo” (*nom. illeg.*) es aquel que no está de acuerdo con lo que estipula el código de nomenclatura, y debe ser ignorado. Existen varias clases de nombres ilegítimos que, a pesar de estar válidamente publicados, no pueden ser usados como nombres correctos. Los más importantes son:

a. *Homónimo ilegítimo* (del latín, *homonymum illegitimum*, en forma abreviada es *hom. Illeg.*): los homónimos son nombres que se escriben de manera idéntica, pero están basados en tipos diferentes. Dichos nombres causan confusión, por ello, el código establece que entre dos o más homónimos quedan excluidos para el uso todos, excepto el más antiguo. Por ejemplo: *Setaria hassleri* Hermann (1910) es un homónimo posterior de *Setaria hassleri* Hackel (1904). En este ejemplo, dos autores Hermann y Hackel utilizaron el mismo nombre de especie (*hassleri*) para dos ejemplares depositados en herbarios distintos, que corresponden al género *Setaria*. El nombre más antiguo *Setaria hassleri* Hackel (1904) es el nombre correcto y *Setaria hassleri* Hermann (1910) es un sinónimo.

b. *Nombre ilegítimo y superfluo* (del latín, *nomen illegitimum et superfluum*, en forma abreviada es *nom. illeg. superfl.*): nombre que se aplica a un taxón que, tal como lo circunscribió su autor, incluye expresamente el tipo de otro nombre que es anterior y legítimo (y por regla debería haber sido adoptado). Por ejemplo: *Chrysophyllum sericeum* Salisb. (1796) es ilegítimo, por ser un nombre superfluo para *C. cainito* L. (1753)..

c. *Tautónimo*: un tautónimo es un nombre científico donde el nombre de especie repite exactamente el nombre de género. Por ejemplo: *Lycopersicum lycopersicum*, *Linaria linaria*, *Avena avena*.

Otros nombres ilegítimos menos comunes son:

d. *Nombre ambiguo* (del latín, *nomen ambiguum*, en forma abreviada es *nom. ambig.*): un nombre ambiguo es aquel que ha sido usado durante mucho tiempo por distintos autores en sentidos diferentes, constituyendo una fuente permanente de error y de confusión. El nombre es ambiguo por utilizarse con dos significados distintos. Según el código de botánica, estos nombres deben ser rechazados.

e. *Nombre confuso* (del latín, *nomen confusum*, en forma abreviada es *nom. conf.*): un nombre confuso es aquel que está basado en un tipo constituido por dos o más elementos enteramente discordantes, de entre los cuales es imposible seleccionar un lectotipo. Es decir, es un nombre establecido como resultado de una confusión entre las formas pertenecientes a dos entidades distintas. Según el código de botánica son ilegítimos y deben rechazarse.

#### 5.5.4.2. Sinónimos

Hablamos de sinónimos cuando dos o más nombres se aplican al mismo taxón.

Hemos mencionado anteriormente que, según el principio de Prioridad, de una serie de nombres científicos sólo uno de ellos puede ser el nombre por el cual se conozca correctamente al taxón. En general, este nombre es el más antiguo de los nombres válidamente publicados. Los restantes nombres, excluido el nombre correcto, se denominan *sinónimos*.

Los excesos de nombres aplicados a un mismo taxón obedecen fundamentalmente a dos causas:

- 1) a la falta de información de los nombres publicados previamente.
- 2) a las insuficientes apreciaciones de la variabilidad que pueda existir dentro de la especie (plasticidad fenotípica).

#### 5.5.4.3. Sinónimos nomenclaturales y sinónimos taxonómicos

Los sinónimos pueden ser de dos tipos: nomenclaturales o taxonómicos.

Los sinónimos nomenclaturales son *sinónimos basados en el mismo tipo*. Por ello, su sinonimia es absoluta y no es una cuestión de opinión taxonómica. También se denominan sinónimos obligados, objetivos u homotípicos. Por ejemplo:

Nombre correcto: *Setaria paucifolia* (Morong) Lindm. (válidamente publicado por Lindman en 1900).

Basónimo:\* *Chamaeraphis paucifolia* Morong. (válidamente publicado por Morong en 1893, pero erróneamente adjudicado al género *Chamaeraphis*). Tipo: Paraguay. Central Paraguay, *Morong* 418, años 1888-1890.

Cuando el nombre correcto posee sigla doble, el tipo nomenclatural del nombre en rango nuevo (es decir, de la nueva combinación) corresponde al tipo del basónimo. En otras palabras, cuando se cambia el rango de un taxón (de especie a variedad) o se transfiere el taxón a otro género, automáticamente retiene el mismo tipo, ya que el nombre de especie está permanentemente asociado al tipo.

Los *sinónimos taxonómicos* son sinónimos basados en tipos diferentes. También se denominan sinónimos subjetivos o heterotípicos. Por ejemplo:

Nombre correcto: *Setaria paucifolia* (Morong) Lindm., (válidamente publicado por Lindm. en 1900). Tipo: Paraguay. Central Paraguay, *Morong* 418, años 1888-1890 (publicado como *Chamaeraphis paucifolia* Morong). Sinónimo: *Setaria glaziovii* Hack., (publicado en 1901). Tipo: Brasil. "In prov. Goyaz, *Glaziow* 22417".

---

\* El término basónimo se define en la página 53.

#### 5.5.4.4. Importancia de los sinónimos

Los sinónimos son una herramienta importante para obtener más información sobre un taxón. Por ejemplo: ¿qué información sobre *Sapium haemastospermum* aporta el libro de Jorge Hieronymus, titulado “Plantas diafóricas”? Si la búsqueda se realiza solamente por el nombre correcto, la respuesta a la pregunta planteada es: ninguna información. Sin embargo, cuando a través de catálogos y monografías se encuentra que *Sapium aucuparium* es un sinónimo de *S. haemastospermum*, ahora la búsqueda se puede realizar sobre la base de dos nombres científicos (el nombre correcto y su sinónimo). Para *S. aucuparium*, Hieronymus realiza el siguiente comentario “posee una savia blanca, lechosa, pegajosa y muy venenosa que, sin embargo, se usa contra úlceras sifilíticas, verrugas, etc. mientras que el extracto de las hojas ha sido empleado contra los reumatismos crónicos, gota, neuralgia facial, ciática, etc.”. El comentario, relacionado a las propiedades medicinales de la especie, podía haber pasado inadvertido si no se hubiese tenido en cuenta el sinónimo. Este ejemplo ilustra la utilidad de todo sinónimo.

### 5.6. Otras consideraciones sobre los nombres botánicos

#### 5.6.1. Nombre a conservar

Nombre a conservar (del latín, *nomen conservandum*; en forma abreviada es *nom. cons.*) son nombres que, aunque no cumplen con las reglas de Código Internacional de Nomenclatura, deben ser conservados por ser de uso corriente. Por ejemplo: según el código de nomenclatura, los nombres de las familias, deben terminar en *-aceae*. Sin embargo, hay ocho excepciones que están permitidas como alternativas correctas de nombres de familias botánicas (Cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3.** Nombres a conservar (excepciones que no terminan en *-aceae*) y nombres alternativos de Familias Botánicas

Nombre a conservar	Nombre alternativo	Nombre a conservar	Nombre alternativo
Compositae	Asteraceae	Leguminosae	Fabaceae
Cruciferae	Brassicaceae	Labiatae	Lamiaceae
Gramineae	Poaceae	Umbelliferae	Apiaceae
Guttiferae	Clusiaceae	Palmae	Arecaceae

Este cuadro nos muestra que la familia Compositae (castellanizada como Comuestas) es equivalente a Asteraceae, de la misma manera que Palmae (castellanizada como Palmeras) es equivalente a Arecaceae.

### 5.6.2. Nombre desnudo

(del latín, *nomen nudum*, en forma abreviada es *nom. nud.*). Cuando se publica un nombre nuevo sin la descripción latina (o en inglés) correspondiente, dicho nombre se considera desnudo.

### 5.6.3. Uso de “in” y de “ex”

Algunas veces la citación del autor contiene nombres ligados por las preposiciones latinas “in” o “ex”.

Cuando se cita *Viburnum ternatum* Rehder “in” Sargent, significa que Rehder fue responsable de publicar el nombre *Viburnum ternatum* en un trabajo editado (o escrito) por Sargent. En este caso, el apellido que está antes de la preposición “in” corresponde al autor del nombre y, si es necesario utilizar la forma abreviada del nombre científico, se puede omitir “in Sargent” (quedando por lo tanto, *Viburnum ternatum* Rehder).

Cuando se cita *Setaria pampeana* Parodi “ex” Nicora, significa que Nicora fue la responsable de la publicación válida del nombre *Setaria pampeana*. El epíteto “pampeana” fue creado por Parodi, pero nunca lo publicó válidamente. Simplemente, Parodi pudo haber escrito el nombre en la etiqueta de un ejemplar de herbario, o en un manuscrito. En este caso, el nombre posterior a “ex”, es el que corresponde al autor de la publicación, y el nombre anterior a “ex”, es el que puede ser omitido en caso de utilizar la forma abreviada del nombre científico (quedando por lo tanto, *Setaria pampeana* Nicora).

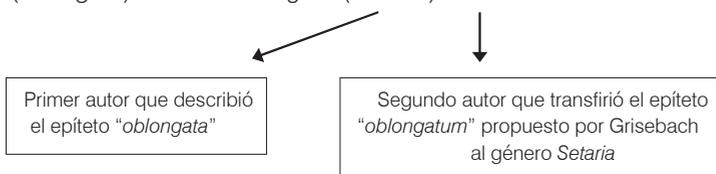
### 5.6.4. Uso del paréntesis y de la doble citación

Si una especie fue originalmente descrita en un género y posteriormente resulta transferida a otro, deberá tener un nombre científico nuevo que refleje la combinación. Este nombre tendrá 2 autores (el autor original y el revisor) y por lo tanto constituirá una sigla doble.

Por ejemplo: *Panicum oblongatum* fue originalmente descrito por Grisebach en 1874 y posteriormente transferido al género *Setaria* por Parodi en 1928. Así, el nombre que resulta de la nueva combinación es *Setaria oblongata* (Grisebach) Parodi, es decir, un nombre en rango nuevo:

Nombre original: *Panicum oblongatum* Griseb.

Nombre correcto (corregido): *Setaria oblongata* (Griseb.) Parodi



En este ejemplo, *oblongata* y *oblongatum* son los mismos nombres de especies (o epítetos) y, la variación en su escritura obedece a razones de concordancia de la gramática latina.

Se define como “basónimo” al nombre científico cuyo nombre de especie o varietal debe mantenerse por derecho de prioridad al cambiar de género la especie, o de especie la variedad.

Siguiendo con nuestro ejemplo, decimos que *Panicum oblongatum* Griseb., es el basónimo de *Setaria oblongata* (Griseb.) Parodi.

Para recordar: todos los nombres científicos que posean sigla doble, deben tener un basónimo, y el ejemplar tipo del nombre en rango nuevo debe corresponder al ejemplar tipo del basónimo.

### 5.6.5. Uso de corchetes

Según el Código de Botánica, el autor se cita entre corchetes sólo cuando el nombre establecido es anterior a la fecha de partida.

Por ejemplo: *Lupinus* [Tournefort] L.

Significa que el nombre de género *Lupinus* L. (1753), había sido publicado por Tournefort, en una fecha anterior a la fecha de partida (en este ejemplo, el año de publicación es 1719).

### 5.7. Normas para la escritura de los nombres científicos

**a)** Los nombres de las especies deben escribirse en letra cursiva (itálica), subrayados o en negrita.

**b)** La primera letra del género o categoría superior debe escribirse en mayúscula (el resto del nombre va en minúscula).

**c)** Ningún nombre científico lleva acento.

**d)** Cuando en un trabajo científico, se menciona por primera vez un taxón determinado, para que dicha citación sea correcta es necesario mencionar la sigla correspondiente del taxón bajo estudio. Por ejemplo:

	Forma incompleta	Forma correcta
Para familia	<i>Bromeliaceae</i>	<i>Bromeliaceae</i> Juss.
Para género	<i>Aechmea</i>	<i>Aechmea</i> Ruiz & Pav.
Para especie	<i>Aechmea distichantha</i>	<i>Aechmea distichantha</i> Lem.

e) Los nombres de los híbridos (también llamados nototaxones) van precedidos del signo "x". Por ejemplo:

1. híbridos entre géneros: X **Schedolium loliaceum**: híbrido entre *Schedonorus pratensis* y *Lolium perenne*

2. híbridos entre especies: **Platanus x acerifolia**: híbrido entre *Platanus occidentalis* y *Platanus orientalis*

---

### **Páginas de interés**

Versión oficial del Código de Nomenclatura

[https://jolube.files.wordpress.com/2018/08/codigo\\_nomenclatura\\_botanica\\_shenzhen2018.pdf](https://jolube.files.wordpress.com/2018/08/codigo_nomenclatura_botanica_shenzhen2018.pdf)

Listado de todas las especies vegetales

<http://www.theplantlist.org/>

International Plant Names Index

[www.ipni.org](http://www.ipni.org)

Trópicos- Missouri Botanical Garden

[www.tropicos.org/](http://www.tropicos.org/)

Flora Argentina

<http://www.floraargentina.edu.ar/>

Royal Botanic Garden

[www.rbgekew.org.uk](http://www.rbgekew.org.uk)

Directorio Botánico

[www.botany.net/IDB](http://www.botany.net/IDB)

# Capítulo 3

## Espermatófitos

*Hugo Francisco Gutiérrez*  
*José Francisco Pensiero*

### 1. Espermatófitos

El término *espermatófitos* proviene del griego *sperma*, semilla y *phyto*, planta, y se refiere a las plantas productoras de semillas.

Este grupo de vegetales vasculares incluye a las Gimnospermas (pinos, abetos, cipreses, etc.) y a las Angiospermas (Dicotiledóneas y Monocotiledóneas), y ha recibido diferentes nombres, como ser: Embriófitas sifonógamas y Fanerógamas.

*Embriófitas sifonógamas* (término propuesto por Engler). *Embriófitas* significa plantas que forman embrión y *sifonógamas* alude al tubo polínico o sifón polínico que desarrolla el grano de polen en el tejido materno para lograr la fusión de las gametas (los órdenes Cicadales y Ginkgoales de las Gimnospermas representan la excepción de este término).

*Fanerógamas* (del griego *phaneros*, visible, presente y *gamos*, unión sexual), plantas en las cuales los órganos reproductivos son visibles o evidentes.

Si bien los términos anteriores pueden ser utilizados como sinónimos, para el desarrollo de este capítulo hemos optado la denominación de Espermatófitos, ya que nos parece el nombre más adecuado para designar a este grupo de plantas, al denotar su característica distintiva, esto es, la presencia de semilla.

#### 1.1. Surgimiento de las plantas con semillas

Probablemente, las plantas con semillas se originaron a finales del período Devónico (cuadro 3.1) a partir de antecesores progimnospérmicos, hace aproximadamente 380 millones de años. Este grupo contiene los vegetales que, en la actualidad, han sido capaces de colonizar casi todos los hábitats terrestres y convertirse en los organismos dominantes. Las razones de este predominio se deben a la adquisición, a lo

largo de su historia evolutiva, de un conjunto de adaptaciones estructurales y funcionales relativamente superiores a las desarrolladas por el resto de los vegetales. Sin dudas, la eliminación de la dependencia del agua externa en el proceso sexual y la protección (y dispersión) de sus semillas, son las principales ventajas de las Gimnospermas y Angiospermas, sobre los Pteridófitos (“helechos”).

## 1.2. Las causas del predominio

Existe consenso generalizado entre biólogos, para considerar que los siguientes caracteres permitieron la supremacía de los Espermatófitos (Curtis y Barnes, 1993; Izco *et al.*, 1997):

**a)** Aparición de la semilla. Es la innovación más importante en el éxito de las plantas vasculares sobre la Tierra. La semilla es una estructura compleja por medio de la cual la planta, en estado embrionario, puede dispersarse y permanecer latente hasta que las condiciones se tornen favorables para su supervivencia. Así, sus funciones se asemejan a las esporas de las bacterias, pero su estructura es mucho más compleja. Una semilla incluye el embrión (el esporófito latente, joven), una reserva de tejido nutritivo (el endosperma o el protalo) y una cubierta protectora externa (la cubierta seminal).

**b)** Desarrollo de sistemas conductores más complejos y eficientes que el desplegado por los Pteridófitos. Junto con el desarrollo de raíces, hojas y sistemas conductores eficientes (xilema y floema), las plantas fueron capaces de adquirir abastecimientos adecuados de agua y alimentos, y distribuirlos entre todas las células que constituyen su organismo.

**c)** Reducción en el tamaño del gametófito. En las plantas primitivas el gametófito está separado del cuerpo de la planta que lo originó y es nutricionalmente independiente del esporófito. En los Espermatófitos, el gametófito se ha reducido a un tamaño microscópico y a una condición de dependencia. Así, el gametófito masculino comienza su desarrollo en el interior de unas estructuras (los granos de polen) provistas de una pared altamente resistente, que lo protege de la deshidratación y de la acción nociva de los rayos ultravioletas durante su travesía hasta alcanzar el órgano sexual femenino. El gametófito femenino se encuentra en el interior de los óvulos (o primordios seminales), viviendo a expensas del esporófito materno. Los óvulos pueden insertarse directamente sobre brácteas (denominadas megasporófilos), o bien ubicarse en el interior de estructuras más especializadas llamadas carpelos.

Como caracteres de menor importancia se pueden mencionar:

**d)** La adquisición de tejidos con funciones de protección, a menudo impermeabilizados por la presencia de sustancias ceras que impiden la pérdida de agua, y aparatos estomáticos más o menos complejos que regulan el intercambio gaseoso con el ambiente. Estas adquisiciones no son exclusivas de los espermatófitos pero sí adquieren en este grupo su máximo grado de elaboración.

e) El desarrollo de los tejidos de sostén (como esclerenquima y colénquima) y el endurecimiento de las paredes celulares de los elementos xilemáticos mediante deposiciones de lignina, les permitió a muchos representantes de los Espermatófitos alcanzar gran tamaño, facilitándoles así la competencia por recursos (luz, agua, nutrientes y espacio físico).

## 2. Sistemática de Espermatófitos

Si comparamos el sistema de clasificación de Engler con el propuesto por Cronquist, vemos diferencias a nivel de categorías taxonómicas y en los nombres otorgados a los grupos. Así, para Engler los Espermatófitos son una División integrada por dos Subdivisiones (Gimnospermas y Angiospermas), mientras que para Cronquist *et al.*, (1966) es un Subreino (denominado de las Embriobiontas) en el que se reconocen dos Divisiones (Pinófitas y Magnoliófitas).

La siguiente clave permite diferenciar estos grupos taxonómicos.

### *Clave para diferenciar los grupos de Espermatófitos*

- 1 Hojas carpelares abiertas llevando óvulos desnudos; no hay ovario, estilo ni estigma. Polinización directa sobre la micrópila del óvulo; fecundación simple. Semillas desnudas o acompañadas por brácteas formando pseudocarpos (falsos frutos). Xilema secundario con traqueidas, rara vez con tráqueas. Árboles o arbustos con estructuras reproductivas siempre unisexuales, sin perianto diferenciado.

(Según Engler) Subdivisión: **Gimnospermas** Prantl, (1874).  
(Según Cronquist) División: **Pinófitas** Cronquist *et al.*, (1966).

- 1' Hojas carpelares cerradas formando ovario; flores con estilo y estigma. Polinización indirecta sobre el estigma; fecundación doble. Semillas protegidas en frutos. Xilema secundario con traqueidas y con tráqueas, rara vez sin las últimas. Plantas herbáceas o leñosas, anuales o perennes, con flores perfectas (hermafroditas) o imperfectas, preferentemente diclamídeas (a veces monoepiantadas o desnudas).

(Según Engler) Subdivisión: **Angiospermas** A. Br. et Doell, (1857).  
(Según Cronquist) División: **Magnoliófitas** Cronquist *et al.*, (1966).

La separación entre Gimnospermas y Angiospermas fue señalada en 1825 por el botánico Robert Brown, al comprobar la falta de envolturas carpelares en los óvulos de las Gimnospermas.

En la República Argentina, las Gimnospermas están representadas por 5 familias, 13 géneros y 27 especies nativas o naturalizadas (“Flora Argentina”, disponible en: [www.floraargentina.edu.ar](http://www.floraargentina.edu.ar), consulta mayo de 2019). Por su parte las Angiospermas cuentan con 217 familias, 2.000 géneros y alrededor de 10.000 especies.

A continuación se describen las particularidades de ambos grupos de vegetales.

### 3. Gimnospermas (“Semillas desnudas”)

El término “gimnosperma” proviene del griego (*gymnos*, desnudo y *sperma*, semilla) y denota la característica más importante de este grupo de plantas; esto es, la presencia de óvulos desnudos y, por extensión, de semillas no encerradas a la madurez en un fruto. Por lo tanto, el término “fruto” resulta incorrecto para las Gimnospermas (para referirse a esta estructura se puede usar el término pseudocarpo que significa “falso fruto”).

#### 3.1. Origen de las Gimnospermas

Las Gimnospermas incluyen antiguas líneas de plantas con semillas, que surgieron durante el período Carbonífero de la Era Paleozoica hace aproximadamente 350 millones de años y alcanzaron su máximo esplendor durante la Era Mesozoica (hace 250-200 millones de años), período del que se conoce gran cantidad de representantes fósiles.

En el Cuadro 3.1 se presentan los diferentes períodos que acontecieron a lo largo de la historia evolutiva de la Tierra.

**Cuadro 3.1.** Surgimiento de las Gimnospermas y Angiospermas en las eras geológicas

Era	Período	Época	Inicio (millones de años)	
Precámbrica			4600	
Paleozoica		Cámbrico	570	
		Ordovícico	510	
		Silúrico	438	
		Devónico	410	
		Carbonífero	355	
		Pérmico	300	
Mesozoica		Triásico	250	
		Jurásico	205	
		Cretácico	135	

Era	Período	Época	Inicio (millones de años)
			4600
Cenozoica	Terciario	Paleoceno	65
		Eoceno	53
		Oligoceno	34
		Mioceno	23
	Cuaternario	Plioceno	5,3
		Pleistoceno	1,6
		Holoceno	Actualidad

Se considera que las Gimnospermas son relictos o remanentes de un grupo que fue numeroso y cuyos antecesores son conocidos solamente en forma fragmentaria por el estudio de los restos fósiles (Paleobotánica). Bajo el término “relictos” se engloba a las especies o grupos sistemáticos que se hallan aislados en una porción restringida de territorio, con respecto a su antigua área de distribución. El carácter relictual de este grupo de plantas queda reflejado al observar que, a nivel mundial, solamente reúne unas 750 especies repartidas en aproximadamente 80 géneros.

### 3.2. Estructuras reproductivas: terminología

En términos reproductivos, todas las especies de Gimnospermas sólo comparten el hecho de llevar los óvulos sobre hojas carpelares más o menos abiertas. Entre sus representantes hay una considerable diversidad en las estructuras reproductivas. Hay diferentes formas de gametófitos masculinos, de gametófitos femeninos, de gametas masculinas, de microsporangios, de óvulos y de embriones. Por un lado, esta diversidad de estructuras reforzó la idea que los diferentes grupos de Gimnospermas están lejanamente relacionados unos con otros, y pueden tener orígenes separados. Por otro, su interpretación generó una terminología imprecisa y confusa. Por ello, antes de referirnos a las generalidades morfológicas del grupo vamos a aclarar los términos utilizados en este capítulo (Cuadro 3.2).

**Cuadro 3.2.** Términos empleados en la descripción de las estructuras reproductivas de las Gimnospermas.  $2n$ = diploide  $n$ = haploide. Para su comparación con las Angiospermas véase el Cuadro 3.5

	♂	♀
<b>Esporófilo (2n)</b>	Hoja polinífera o microsporófilo	Escama ovulífera o megasporófilo
<b>Esporangio (2n)</b>	Sacos de polen o microesporangios	Óvulo o megasporangio

	♂	♀
<b>Espora (n)</b>	Grano de polen (1-nucleado ) o microspora	Megaspora o macrospora
<b>Gametófito (n)</b>	Grano de polen (3-nucleado)	Megagametófito (protalo + arquegonios)
<b>Gameta (n)</b>	Célula espermática	Oófera

### 3.3. Caracteres comunes

Las Gimnospermas presentan una serie de caracteres que se comentan a continuación (ver Cuadro 3.3):

- *Numerosos cotiledones*: el embrión maduro de las Gimnospermas normalmente presenta numerosos cotiledones, cuyo número puede variar de dos a quince.

- *Hábito arbóreo*: en las Gimnospermas predomina el hábito arbóreo (árboles o arbustos, nunca hierbas), presentando sus integrantes larga vida (perennidad) y algunas veces dimensiones notables, como por ejemplo en las “sequoias”. Ello se debe a la actividad de un tejido meristemático denominado *cambium* vascular. Este tejido es el responsable de generar, año tras año, nuevas capas de células hacia el interior y el exterior del tallo, que finalmente resultan en el crecimiento en altura y en grosor del tronco.

- *Traqueidas y células cribosas*: los elementos conductores del xilema están integrados por traqueidas (con excepción en el orden Gnetales que presenta vasos leñosos). Este tejido tiene una doble misión: sostén y conducción. Las traqueidas tienen sus paredes reforzadas con lignina y su conjunto proporciona un importante tejido de sostén, y al mismo tiempo permiten la transferencia de agua y minerales a lo largo y a lo ancho de la planta (función de conducción). Los elementos conductores del floema son, principalmente, las células cribosas (las Gimnospermas no tienen tubos cribosos ni células anexas).

- *Estructuras reproductivas unisexuales (diclinas)*: las especies de Gimnospermas presentan estructuras reproductivas unisexuales (el hermafroditismo está ausente), por lo tanto, las plantas pueden ser monoicas o dioicas. Son diclino monoicas cuando en el mismo árbol coexisten, en lugares separados, las estructuras masculinas y femeninas. Mientras que son diclino dioicas cuando hay individuos que sólo portan estructuras reproductivas ovulíferas (vulgarmente llamado “pie hembra”) e individuos que solamente llevan estructuras reproductivas poliníferas (vulgarmente llamado “pie macho”).

- *Ausencia de “flores propiamente dichas”*: una flor es el resultado de una notable especialización de las hojas para originar estructuras de protección y/o atracción (como sépalos, pétalos o tépalos) y estructuras reproductivas (como estambres o pistilo). En las especies de Gimnospermas no hay un perianto claramente diferenciado, no hay pistilo (es decir, no tienen ovario, ni estilo, ni estigma) y no hay estambre (no tienen filamentos estaminales ni anteras). Por ello, al tratar este grupo hemos creído conveniente

reemplazar el término “flor” por el de “estructura reproductiva”. Además, por su condición de unisexualidad, tampoco nos parece apropiado hablar de “flores pistiladas” y “flores estaminadas”, empleando en su reemplazo los términos “estructura reproductiva femenina” y “estructura reproductiva masculina”.

- *Estructuras reproductivas que llevan óvulos, generalmente reunidas en conos:* la característica distintiva, que le da nombre al grupo, es que sus óvulos se ubican sobre hojas ovulíferas (carpelares) abiertas, también denominadas macrosporófilos o megasporófilos. A su vez, estas hojas ovulíferas se disponen generalmente alrededor de un eje central formando estructuras estrobiliformes conocidas vulgarmente como “piñas” o “conos”.

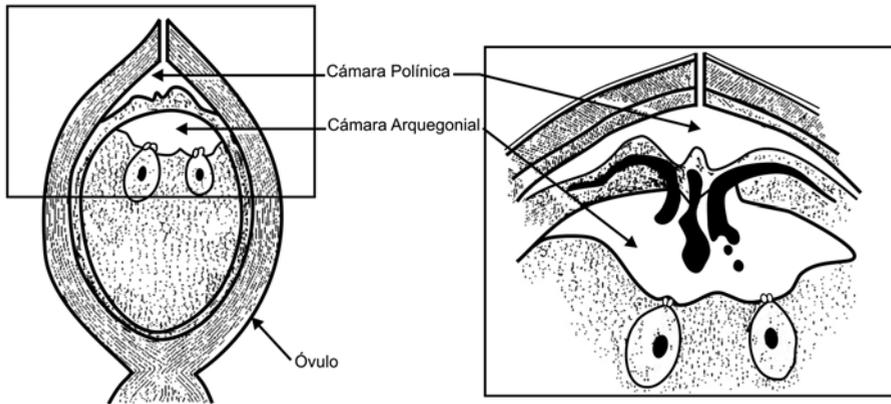
- *Estructuras reproductivas que llevan polen, reunidas en conos:* las Gimnospermas tienen sus granos de polen incluidos en sacos, los que a su vez están insertos en brácteas denominadas hojas poliníferas. Por lo común, las hojas poliníferas se disponen en estructuras amentiformes, conocidas vulgarmente como “conos”.

- *Óvulos con cámara arqueogonial y polínica:* muchas especies de Gimnospermas tienen la particularidad de presentar, en la región micropilar de sus óvulos, dos cámaras: la arqueogonial y la polínica (Figura 3.1). Así, los granos de polen que logran alcanzar el óvulo son primero recibidos en la cámara polínica para pasar luego a la cámara arqueogonial, donde se fusionan con la gameta femenina.

- *Grano de polen multicelular:* en la mayoría de las especies, el grano de polen está integrado por cuatro células: el núcleo generativo, el núcleo del tubo polínico y dos células protálicas. Después de la germinación, las células en el interior del tubo polínico experimentan dos divisiones para dar un total de seis células (se agrega una célula pedicular y dos células espermáticas). En las familias Araucariáceas y Podocarpaceas hay un considerable desarrollo protálico que conduce a un aumento en el tamaño del tubo polínico (considerada condición primitiva), mientras que en las familias Taxodiáceas y Cupresáceas faltan las células protálicas. También es variable, entre las especies, el número de células espermáticas que se liberan en la cámara arqueogonial, aunque sólo una efectúa la fertilización.

- *Fecundación simple:* las Gimnospermas presentan fecundación simple, característica que las diferencia de las Angiospermas que tienen fecundación doble. El gametófito femenino de las Gimnospermas no presenta células polares. El núcleo vegetativo del grano de polen forma el tubo polínico y permite que la gameta masculina fecunde a la oófera, formando el embrión. La materia de reserva de la semilla se forma a partir del protalo (tejido materno que persiste luego de la fecundación del óvulo) generando semillas protaladas. Por dicha razón, se habla de endosperma haploide ( $n$ ) y primario (ya que se encuentra preformado antes de la fusión de las gametas). En síntesis, la única fusión que ocurre es:

Gameta femenina (oófera) + gameta masculina (célula espermática) = Cigoto.



**Figura 3.1.** Corte longitudinal de un óvulo de Gimnosperma mostrando la ubicación de las cámaras polínica y arqueogonial (adaptado de Cronquist, 1969).

### 3.4. Ciclo biológico de las Gimnospermas

Veamos como ejemplo específico, el ciclo ontogenético del género *Pinus* (Figura 3.2). Un árbol de pino (el esporófito maduro), tiene dos tipos de conos, que producen los dos tipos de esporas. Los conos poliníferos son pequeños y generalmente se ubican en las extremidades de las ramas, mientras que los conos ovulíferos son grandes y se presentan hacia la base de las ramas.

En los *conos poliníferos*, las células madres de los granos de polen, ubicadas dentro de los sacos de polen, sufren meiosis y producen microsporas haploides ( $n$ ). Cada microspora se diferencia posteriormente en un grano de polen anemófilo. En *Pinus* y en algunos otros géneros, la capa externa de la pared de los granos de polen (llamada exina) se separa de la capa interna (intina) para formar dos grandes sacos aéreos, aumentando así el volumen del grano de polen sin cambiar de peso, lo que contribuye a su flotabilidad, facilitando su dispersión por el viento.

En los *conos ovulíferos*, las células madres de las macrosporas, ubicadas en el interior de los óvulos, sufren meiosis y producen macrosporas haploides ( $n$ ). De las cuatro células producidas en la meiosis, tres se desintegran y la restante se desarrolla en un diminuto gametófito femenino. Este gametófito haploide crece dentro del óvulo y desarrolla dos o más arquegonios que, normalmente, nacen próximos al extremo donde la nucela se separa de la cámara polínica. Cada arquegonio contiene una sola oófera. El desarrollo completo del óvulo puede llevar desde varios meses a poco más de un año. Cuando el óvulo está receptivo (es decir, preparado para recibir al polen), algunas células de la nucela degeneran formando una gota mucilaginososa, que llega hasta la micrópila, para facilitar la penetración de los granos de polen.

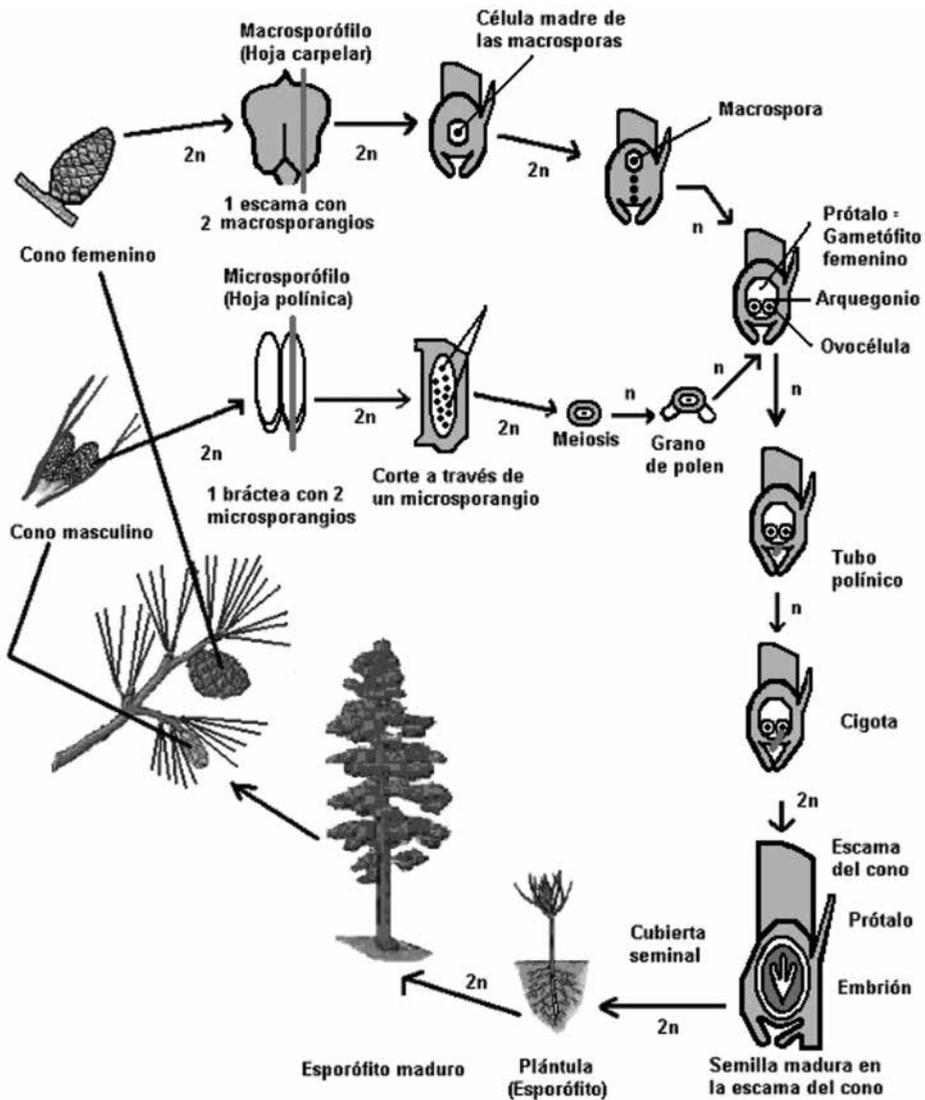


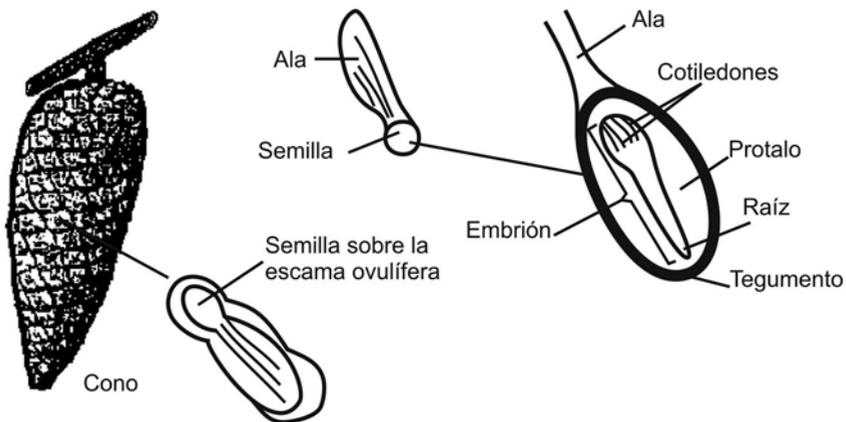
Figura 3.2. Ciclo biológico de un “pino” (adaptado de Curtis y Barnes, 1993)

Los granos de polen que alcanzan la región micropilar resultan hundidos hacia la cámara polínica a medida que la gota mucilaginososa se va secando. De esta manera el polen hace contacto con la nucela. Alrededor de tres meses después el grano de polen completa su desarrollo y produce las gametas masculinas que, en el género *Pinus*, no tienen cilias (ni flagelos). Estas gametas, alojadas en el interior del tubo polínico, son llevadas hacia la oósfera. Después de un período de varias semanas a

casi un año, el tubo polínico alcanza al gametófito femenino. El extremo del tubo polínico se torna turgente y se rompe descargando las gametas masculinas. La fusión de una gameta masculina con la gameta femenina constituye la fertilización (fecundación simple). La célula resultante de la fertilización tiene un número de cromosomas igual a  $2n$  y es la primera célula en la generación esporófitica. Esta célula huevo o cigoto se dividirá mitóticamente dando origen al embrión de la semilla (esporófito joven). Las primeras divisiones celulares ocurren sin que se formen las paredes celulares, existiendo en el embrión un estado temporario de núcleos libres. Luego se forman las paredes celulares y el embrión queda entonces en el interior del cuerpo del gametófito femenino (protalo), que es el principal tejido de reserva de la semilla. A medida que el óvulo madura su tegumento se endurece y forma una cubierta seminal que encierra tanto al embrión como al tejido de reserva. Las semillas quedan alojadas en el interior de los conos que permanecen verdes y cerrados. Una vez que el cono femenino madura, se abre y libera sus semillas; esto ocurre típicamente en el otoño del segundo año, después de la aparición inicial de los conos. En la mayoría de las coníferas, las semillas son aladas y dispersadas por el viento. Al llegar al suelo, si las condiciones del ambiente son propicias, la semilla germinará y por lo tanto se reinicia un nuevo ciclo.

Dado que el polen resistente a la deshidratación es llevado hacia los conos femeninos por el viento y las células espermáticas son llevadas a la oófera por el tubo polínico, los pinos y otras coníferas no dependen del agua libre para la fecundación. Así, ellos pueden reproducirse sexualmente cuando (y donde) los helechos y los briófitos no pueden.

La Figura 3.3 muestra la ubicación de una semilla de pino y sus partes constitutivas.



**Figura 3.3.** Corte longitudinal de una semilla de pino (adaptado de Curtis y Barnes, 1993)

**Cuadro 3.3.** Resumen de los principales caracteres que identifican a las Gimnospermas. Para su comparación con las Angiospermas veasé el Cuadro 3.6

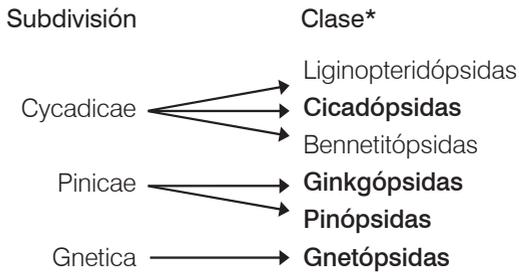
Caracteres	Gimnospermas
Embrión	Las etapas iniciales de la embriogénesis son de núcleo libre (primero hay multiplicación celular y luego formación de pared). Cuando maduro, el embrión presenta de 2 a 15 cotiledones.
Hábito	Son plantas leñosas (predominan los árboles, siendo menos frecuentes los arbustos). No hay plantas anuales.
Sistema vascular	El xilema secundario está integrado por traqueidas y el floema por células cribosas.
Flor	No hay flores propiamente dichas. Las estructuras reproductivas son unisexuales y carecen de perianto. No hay estambres (sino hojas poliníferas). No forman ovario (hay hojas ovulíferas abiertas).
Polinización	Es principalmente anemófila. Los granos de polen llegan hasta la micrópila y penetran en la cámara polínica, luego atraviesan la cámara arquegonial.
Fecundación	Fecundación simple. Gameta masculina + gameta femenina = Cigoto.
Gametófito femenino	Se denomina megagametófito y generalmente es monospórico
Gametófito masculino	Tiene de 2 a 6 células vegetativas y 2 a 20 gametas flageladas (anterozoides ciliados) o sin flagelos.
Fruto	Los óvulos transformados en semillas pueden quedar solitarios y desnudos como en Ginkgo; o pueden estar protegidos por brácteas formando pseudocarpos.
Semillas	En la semilla perdura el protalo como tejido de reserva.

### 3.5. Clases de Gimnospermas

Engler reconoce en la Subdivisión Gimnospermas tres Clases:

- 1) *Cicadópsidas*: comprende los órdenes Cicadales y Ginkgoales.
- 2) *Coniferópsidas*: comprende los órdenes Coniferales y Taxales.
- 3) *Gnetópsidas o Clamidospermas*: comprende el orden Gnetales.

Cronquist *et al.* (1966) reconocen, en la División Pinófitas, tres Subdivisiones (Cycadicae, Pinicae y Gneticae). A su vez, en cada Subdivisión ubican las siguientes Clases:



### 3.6. Órdenes de Gimnospermas

A continuación se mencionan los principales órdenes de cada Clase:

- 1) *Cicadópsidas*: comprende el orden Cicadales.
- 2) *Ginkgópsidas*: comprende el orden Ginkgoales.
- 3) *Pinópsidas*: comprende los órdenes Pinales y Taxales.
- 4) *Gnetópsidas*: comprende el orden Efedrales.

Debido a que el orden Coniferales o Pinales es el grupo mejor representado de las Gimnospermas vivientes (ya que presenta alrededor de 500 especies sobre las 750 que integran la Subdivisión Gimnospermas), se creyó conveniente un desarrollo más detallado de aquellos caracteres que facilitan su reconocimiento o identificación.

### 3.7. Orden Coniferales (Pinales)

Se trata de las Gimnospermas que predominan en la actualidad y que incluyen plantas que nos resultan familiares como los “pinos”, “cedros”, “abetos”, “cipreses”, etc. (vulgarmente denominadas “coníferas”). Sus representantes tienen, en general, gran valor económico y sus bosques constituyen la riqueza de vastas regiones del globo. Su origen se remonta hacia fines del carbonífero (hace 340 millones de años).

Tanto Engler como Cronquist, reconocen que dicho orden está integrado por seis familias: Podocarpáceas, Cefalotaxáceas, Araucariáceas, Pináceas, Taxodiáceas y Cupresáceas. En el Cuadro 3.4 se resumen las principales características de cada familia.

#### 3.7.1. Distribución geográfica

Con relación a su distribución geográfica, podemos decir que:

- las familias Cefalotaxáceas, Pináceas y Taxodiáceas tienen su área de dispersión casi totalmente en el hemisferio norte

---

\* En negrita las clases tratadas en este libro.

- las familias Podocarpaceas y Araucariaceas habitan principalmente en el hemisferio sur
- la familia Cupresaceas se distribuye en ambos hemisferios.

### 3.7.2. Caracteres vegetativos

Las raíces de las “coníferas” generalmente se encuentran relacionadas con hongos, formando asociaciones simbióticas denominadas micorrizas (del griego *mykes*, hongo y *rhiza*, raíz). Algunas especies de Podocarpaceas tienen la particularidad de llevar nódulos radiculares donde habitan bacterias.

Las hojas de las coníferas tienen muchos caracteres propios de especies resistentes a la sequía y, quizás, el origen del Orden debería ser buscado en los tiempos relativamente secos del Pérmico, cuando la aridez creciente de todo el mundo actuó como un poderoso estímulo evolutivo. En el presente habitan preferentemente en regiones templadas y frías, ya que un reducido número de especies se encuentra en zonas tropicales.

La mayoría de las “coníferas” presentan conductos resiníferos en hojas, corteza, conos y a veces, en el leño. Todas las especies del orden Coniferales, constan de hojas simples, que varían considerablemente en forma y tamaño, pudiendo distinguirse cuatro tipos (Figura 3.4):

- hojas aciculares: en *Pinus*, *Cedrus* y *Cryptomeria*.
- hojas lineares y lanceoladas, aplanadas: en *Abies*, *Taxodium*, etcétera.
- hojas escamiformes, reducidas y aplicadas al tallo: en *Thuja*, *Cupressus* y *Juniperus*.
- hojas ovales, anchas y aplanadas (es el tipo menos común): en *Agathis* y algunas especies de *Araucaria*.

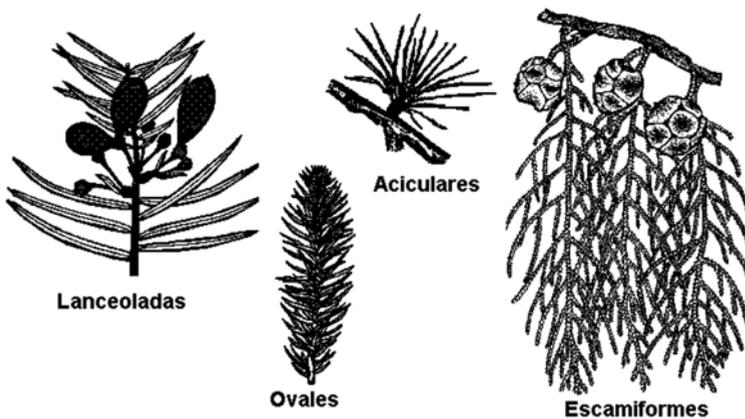
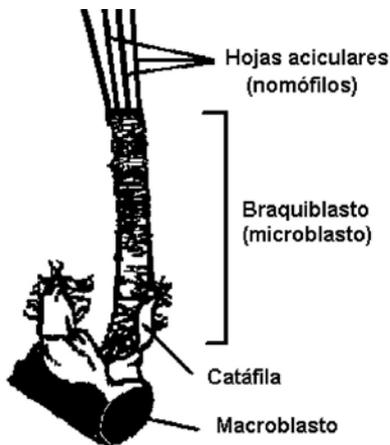


Figura 3.4. Tipos de hojas simples en el orden Coniferales

Ciertos géneros (como *Pinus*) ofrecen la particularidad de tener dimorfismo foliar: *catáfilas* en los macroblastos y *nomófilos* en el extremo de los braquiblastos (Figura 3.5).



**Figura 3.5.** Dimorfismo foliar en el género *Pinus* (adaptado de Boelcke y Vizini, 1986)

En general, las hojas de las “coníferas” son persistentes, pero hay excepciones que poseen hojas caedizas. Como ejemplos de especies de hojas caducas podemos mencionar a: *Larix decidua* (“alerce europeo”) y *Taxodium distichum* (“ciprés calvo”).

### 3.7.3. Caracteres reproductivos

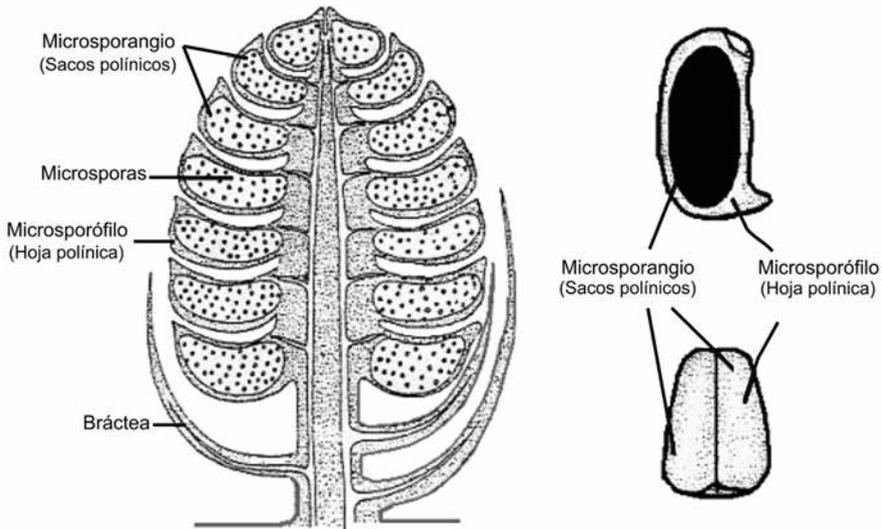
Etimológicamente el término “conífera” proviene del latín: *conus*, cono y *ferre*, llevar, es decir “plantas que llevan conos”.

Las estructuras reproductivas de este grupo de plantas nacen en conos (estróbilos) unisexuales. La mayoría de los géneros son diclino monoicos, es decir que producen dos tipos de conos en un mismo árbol (pie), pero existen algunos ejemplos de representantes diclino dioicos, como ciertas especies de *Araucaria* y *Juniperus*, que presentan conos masculinos y femeninos en árboles separados.

#### 3.7.3.1. Conos poliníferos

Normalmente los conos poliníferos se ubican sobre ramas cortas, en posición axilar o terminal. Su tamaño varía desde unos pocos milímetros en el género *Cupressus* hasta más de 10 cm de largo en algunas especies de *Araucaria*. Se suelen diferenciar durante el primer año, madurando en la primavera siguiente.

La estructura más frecuente de los conos poliníferos está constituida por un eje central sobre el cual se dispone una serie de brácteas y numerosas hojas poliníferas, muy pequeñas, que llevan en su interior los granos de polen (Figura 3.6).



**Figura 3.6.** Esquema del corte longitudinal de un cono polinífero (adaptado de Dimitri y Orfila, 1985)

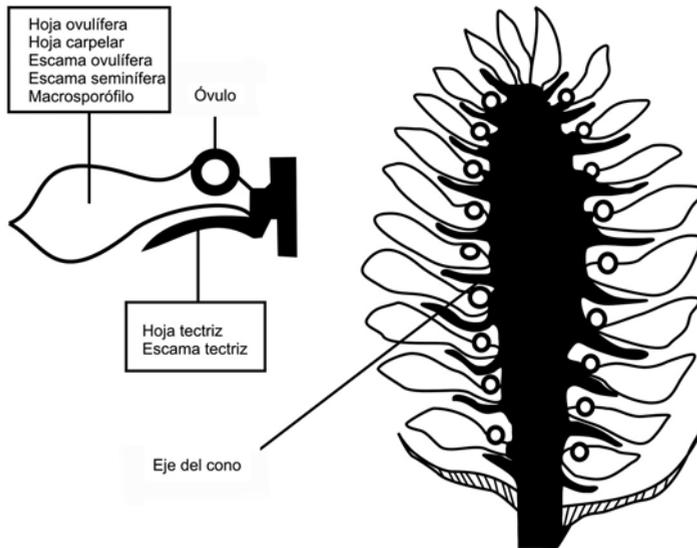
Las hojas poliníferas se adhieren al eje central en forma espiralada o verticilada. En general, es frecuente encontrar dos sacos de polen por microsporófilo, pero su número puede variar de dos a cuarenta. Por ejemplo:

Cantidad de sacos por hoja polinífera	Familia
2	→ Pináceas y Podocarpáceas
de 2 a 9	→ Taxodiáceas y Cupresáceas
de 6 a 40	→ Araucariáceas

### 3.7.3.2. Conos ovulíferos

Normalmente los conos ovulíferos se ubican en la base de las ramas. Su tamaño varía desde unos pocos milímetros en el género *Juniperus*, hasta casi 35 cm de largo en algunas especies de *Pinus*. El cono femenino posee un eje central sobre el que se disponen las hojas ovulíferas (también llamadas escamas seminíferas, macrosporófilo o escamas ovulíferas). Dichas hojas no nacen directamente del eje central, sino

de la axila de apéndices primarios llamados hojas tectrices (también denominadas: escamas tectrices o brácteas tectrices) (Figura 3.7).



**Figura 3.7.** Esquema del corte longitudinal de un cono ovulífero (adaptado de Dimitri y Orfila, 1985)

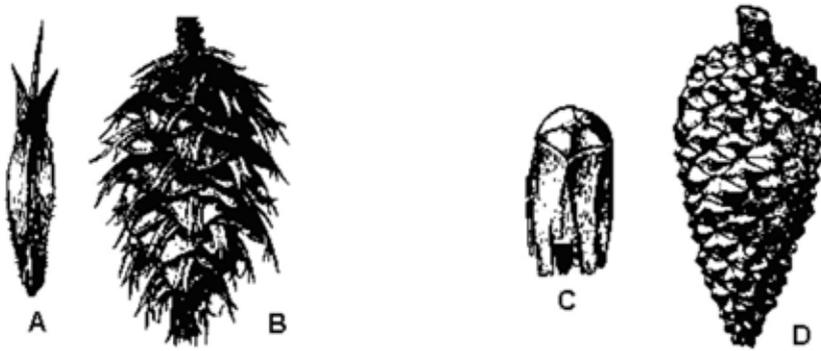
Los óvulos, por lo general, se ubican sobre el lado superior (adaxial) de la hoja ovulífera, en número variable según las distintas familias. Por ejemplo:

Cantidad de óvulos por hoja ovulífera	Familia
1	Podocarpáceas y Araucariáceas
2	Pináceas y Cefalotaxáceas
más de 2	Taxodiáceas y Cupresáceas

Tanto la hoja tectriz como la hoja ovulífera son variables en cuanto a forma y tamaño, empleándose estas variaciones para la identificación de las especies ó géneros. Por ejemplo:

- En el género *Pinus*, la hoja tectriz es más corta que la hoja ovulífera.
- En el género *Pseudotsuga*, la hoja tectriz es más larga y angosta que la hoja ovulífera (por ello sobresale) (Figura 3.8).

- En el género *Araucaria*, la hoja ovulífera está soldada a la hoja tectriz.



**Figura 3.8.** *Pseudotsuga menziesii*, A- Bráctea tectriz, B- Cono ovulífero. *Pinus halepensis*, C- Escama, D- Cono ovulífero

Los conos ovulíferos son normalmente leñosos, sin embargo el género *Juniperus* presenta un pseudocarpo de aspecto similar a una baya, denominado "gálbulo". En esta estructura, las escamas del cono se tornan carnosas y concrecentes a medida que progresa su madurez.

Si bien hemos mencionado que las estructuras femeninas están agrupadas en conos, la excepción ocurre en las familias Podocarpáceas y Cefalotaxáceas las que presentan óvulos terminales solitarios.

**Cuadro 3.4.** Resumen de los principales caracteres de las familias que integran el Orden Coniferales

(*)	Familias					
	Podocarpáceas	Cefalotaxáceas	Araucariáceas	Pináceas	Taxodiáceas	Cupresáceas
1	Sur	Norte	Sur	Norte	Norte	Sur/Norte
2	Lineares	Lineares	Lineares u ovals	Aciculares	Lineares	Escamosas
3	Espiralada	Dística	Imbricada	Alterna o fasciculada	Alterna o fasciculada	Opuesta o verticilada
4	Monoico/ Dioico	Dioico	Dioico/ Monoico	Monoico	Monoico	Dioico/ Monoico
5	1	2	1	2	2 - 12	2 o más
6	2	3 - 8	6 - 40	2	2 - 9	2 - 6

Familias						
7	Tegumento carnoso + pie carnoso	Tegumento carnoso	Ramificación verticilada. Conos esféricos	Semillas –por lo general– aladas	Árboles más grandes y longevos del mundo	Conos con escamas generalmente peltadas

(\*) Carácter:

- 1 Hemisferio en que naturalmente crecen.
- 2 Forma de las hojas.
- 3 Disposición de las hojas.
- 4 Monoico / Dioico.
- 5 Número de óvulos por escama ovulífera.
- 6 Número sacos de polen por hoja polinífera.
- 7 Caracteres diagnósticos.

#### 4. Angiospermas “Semillas protegidas”

El término “angiosperma” proviene del griego (*angeion*, vaso o receptáculo y *sperma*, semilla) y denota la característica más importante de este grupo de plantas, esto es, la presencia de semillas dispuestas en hojas carpelares cerradas, que forman el ovario.

##### 4.1. Origen y predominio

El origen de las Angiospermas en la actualidad permanece sin dilucidarse. Se cree que las plantas con semillas protegidas evolucionaron a partir de un grupo actualmente extinguido de Gimnospermas, pero tal especulación sigue indevelada. Como posibles ancestros se pueden mencionar a los grupos Coniferae, Cordaitales, Chlamydospermae, Bennettitales y Caytoniales, los cuales, sucesivamente, fueron sugeridos por distintos autores y descartados por la comunidad científica. Lo que queda claro es que, en función de los registros fósiles hallados en el período Cretácico (hace aproximadamente 135 millones de años), las Angiospermas conforman el último grupo de plantas que apareció a lo largo del tiempo evolutivo. Desde entonces sus representantes han colonizado prácticamente todos los hábitats y han desplazado de la mayor parte de ellos a las Gimnospermas. Hoy constituyen los vegetales más numerosos, reuniendo alrededor de 235.000 especies.

Las Angiospermas incluyen a las plantas con flores notables, a los grandes árboles de madera dura, a todos los frutales, hortalizas, hierbas y cereales, componentes básicos de la dieta humana y base de la economía agrícola mundial; proporcionan una diversidad de hábitats y suministran alimentos para los animales terrestres.

Las Angiospermas presentan un rango más amplio de formas de crecimiento que los Pteridófitos y las Gimnospermas y, por ello han sido capaces de habitar prácticamente todos los ambientes, lo que explica su éxito ecológico. También han adoptado un amplio rango de medios para lograr la reproducción sexual en términos de polinización, control de la fertilización y protección de las semillas. Estas características y gran parte de la diversificación de las plantas con flores, se originó como resultado del desarrollo del *gineceo*, que se considera el progreso más significativo en la evolución de los Espermatófitos.

#### 4.2. Estructuras reproductivas: terminología

Antes de abocarnos al desarrollo del gineceo y de otras particularidades de las Angiospermas, es necesario hacer un repaso de la terminología empleada para describir los órganos reproductivos de este grupo de plantas (Cuadro 3.5).

**Cuadro 3.5.** Términos empleados en la descripción de las estructuras reproductivas de las Angiospermas. Para su comparación con las Gimnospermas, veasé el Cuadro 3.2

	♂	♀
<b>Esporófilo (2 n)</b>	Estambre	Carpelo
<b>Esporangio (2 n)</b>	Saco de polen	Óvulo
<b>Espora (n)</b>	Grano de polen 1-nucleado	Megaspora (Saco embrionario 1-nucleado)
<b>Gametófito (n)</b>	Grano de polen 3-nucleado	Megagametófito (Saco embrionario 8-nucleado)
<b>Gameta (n)</b>	Célula espermática	Oósfera

#### 4.3. Caracteres comunes

##### 4.3.1. Gineceo (hojas carpelares cerradas)

Podemos decir que las Angiospermas fueron capaces de encerrar el proceso sexual en dos “contenedores concéntricos”. El primero, permitió confinar la fusión sexual y con ello, proteger el cigoto. El segundo consistió en encerrar los óvulos dentro de una hoja modificada denominada “carpelo”. Según Richards (1986), esto último ha tenido las siguientes consecuencias:

- Al cerrar el área micropilar del óvulo fue necesario el desarrollo de una superficie destinada a la recepción del polen fuera del carpelo. Esta función quedó entonces a cargo del estigma y así, se eliminó el antagonismo potencial entre las funciones de protección del óvulo y de recepción del polen.

- La protección del óvulo quedó reasignada al carpelo, por lo cual se pudieron liberar algunos órganos foliares del eje floral. Dichos órganos asumieron otras funciones como: atracción (pétalos y tépalos), retribución (nectarios) o protección (sépalos y brácteas). También permitió que las funciones de emisión y recepción del polen se combinaran dentro de un eje floral y la flor fuese entonces hermafrodita, que es la condición más frecuente y ancestral de este grupo. Posteriormente, la gran variedad de flores y de polinizadores habría permitido una notable diversificación de las Angiospermas.

- El encierro del óvulo (que luego de la fecundación se transforma en semilla) permitió que se desarrollara una enorme variación no sólo en la estructura seminal sino también en los procesos de protección, transporte y liberación de las semillas. En las Angiospermas, los ovarios (que luego se transforman en frutos) han desarrollado olores, colores y sustancias nutritivas para estimular la ingestión por los animales; ganchos, rugosidades, viscosidades y secreciones externas para favorecer el transporte externo por los animales; alas y pelos para ser transportados por el viento, vejigas para el transporte por agua y muchas otras particularidades. De esta manera, es posible comprender que la diversificación de nichos alcanzados por las Angiospermas sea producto de las especializaciones de los frutos y las semillas.

Por consiguiente, el gineceo influyó en forma notable sobre la reproducción y los sistemas reproductivos de las Angiospermas en todas las etapas, desde la polinización hasta la germinación de la semilla, permitiendo el desarrollo de una gran diversidad de funciones.

#### **4.3.2. Otras particularidades de las Angiospermas**

No obstante la enorme diversificación que han tenido las Angiospermas, se pueden mencionar las siguientes particularidades que la caracterizan como grupo (ver Cuadro 3.6):

- *Pocos cotiledones*: el embrión maduro de las Angiospermas puede presentar uno o dos cotiledones.

- *Hábito variado*: las Angiospermas presentan diferentes formas de crecimiento y sus representantes pueden ser: árboles, arbustos, enredaderas, lianas, hierbas acuáticas, terrestres o palustres, epífitas, etc., tanto anuales como perennes. Las especies pueden presentar haces vasculares abiertos con crecimiento secundario, o bien haces vasculares cerrados.

- *Vasos leñosos y tubos cribosos*: el xilema secundario está formado por vasos leñosos y el floema por tubos cribosos y células anexas.

- *Flores mayoritariamente perfectas*: cerca del 75% de las especies de Angiospermas tienen flores perfectas (hermafroditas) y menos frecuentemente flores unisexuales (con representantes monoicos o dioicos). El perianto normalmente está diferenciado

en cáliz y corola, pudiendo existir especies monoperiantadas (protegidas por tépalos o brácteas) e incluso flores desnudas. Las flores pueden ser solitarias o estar agrupadas en inflorescencias variadas (pero nunca en estróbilos o conos).

- *Gineceo o pistilo*: (estructura reproductiva que lleva óvulos). Formado por ovario, estilo y estigma. La característica distintiva es que sus óvulos (o sus semillas) se encuentran alojados en hojas carpelares cerradas que conforman el ovario.

- *Estambre*: (estructura reproductiva que lleva polen). Formado por el filamento estaminal y la antera (grupo de “sacos” donde se encuentran los granos de polen).

- *Fecundación doble*: luego de la polinización, el grano de polen alcanza el estigma y emite el tubo polínico que penetra por el interior del estilo en busca del gametófito femenino. En las Angiospermas, el gametófito femenino se denomina “saco embrionario” y en la mayoría de los casos está formado por siete células y ocho núcleos (tres sinérgidas, dos antípodas, dos núcleos polares y una sola gameta femenina llamada oófera). Antes de la fusión de las gametas, el núcleo vegetativo del grano de polen forma el tubo polínico y permite que un núcleo germinativo de la célula espermática ( $n$ ) fecunde a la oófera ( $n$ ), formando el huevo o cigoto y posteriormente el embrión ( $2n$ ). El segundo núcleo germinativo de la célula espermática ( $n$ ) se fusiona con la célula media (2-nucleada) dando origen a la célula formadora del endosperma ( $3n$ ). Puesto que ocurren dos fusiones, se habla de fecundación doble. En síntesis:

Oófera + gameta masculina = Cigoto

Célula media + gameta masculina = célula formadora del endosperma

#### 4.4. Ciclo biológico de las Angiospermas

En el interior de la antera, las células madres de los granos de polen se dividen meióticamente originando cada una cuatro microsporas haploides ( $n$ ). El núcleo de cada microspora se divide luego mitóticamente, originando un grano de polen bicelular, que es el gametófito masculino inmaduro. Por lo general, después de la germinación una de las células se divide nuevamente dando como resultado tres células haploides por grano de polen: dos células espermáticas o gametas masculinas y una célula vegetativa (formadora del tubo polínico).

En el interior del óvulo, una célula madre de la macrospora se divide meióticamente para formar cuatro macrosporas haploides ( $n$ ); tres de las macrosporas se desintegran y la cuarta se divide mitóticamente, hasta formar el saco embrionario (gametófito femenino). Por lo común, el saco embrionario –en su estado maduro– está formado por siete células, una de las cuales es la oófera.

Durante la fecundación, el grano de polen germina sobre el estigma produciendo un tubo polínico que crece a través del estilo hasta llegar al ovario. El tubo polínico en crecimiento penetra en el óvulo a través de una pequeña abertura llamada micrópila. Las dos gametas masculinas pasan al saco embrionario a través del tubo polínico.

Uno de estas gametas ( $n$ ) fecunda a la óosfera ( $n$ ) formando una célula ( $2n$ ), denominada célula huevo o cigoto, que luego origina al embrión. La otra gameta masculina ( $n$ ) se fusiona con los dos núcleos polares ( $2n$ ) formando una célula  $3n$  (que es la célula madre del endosperma o célula endospermica). El embrión pasa por sus primeras etapas de desarrollo mientras se encuentra aún dentro del ovario de la flor, y el ovario mismo madura para transformarse en fruto. La semilla, liberada del esporófito materno en estado latente, finalmente germina formando una nueva plántula.

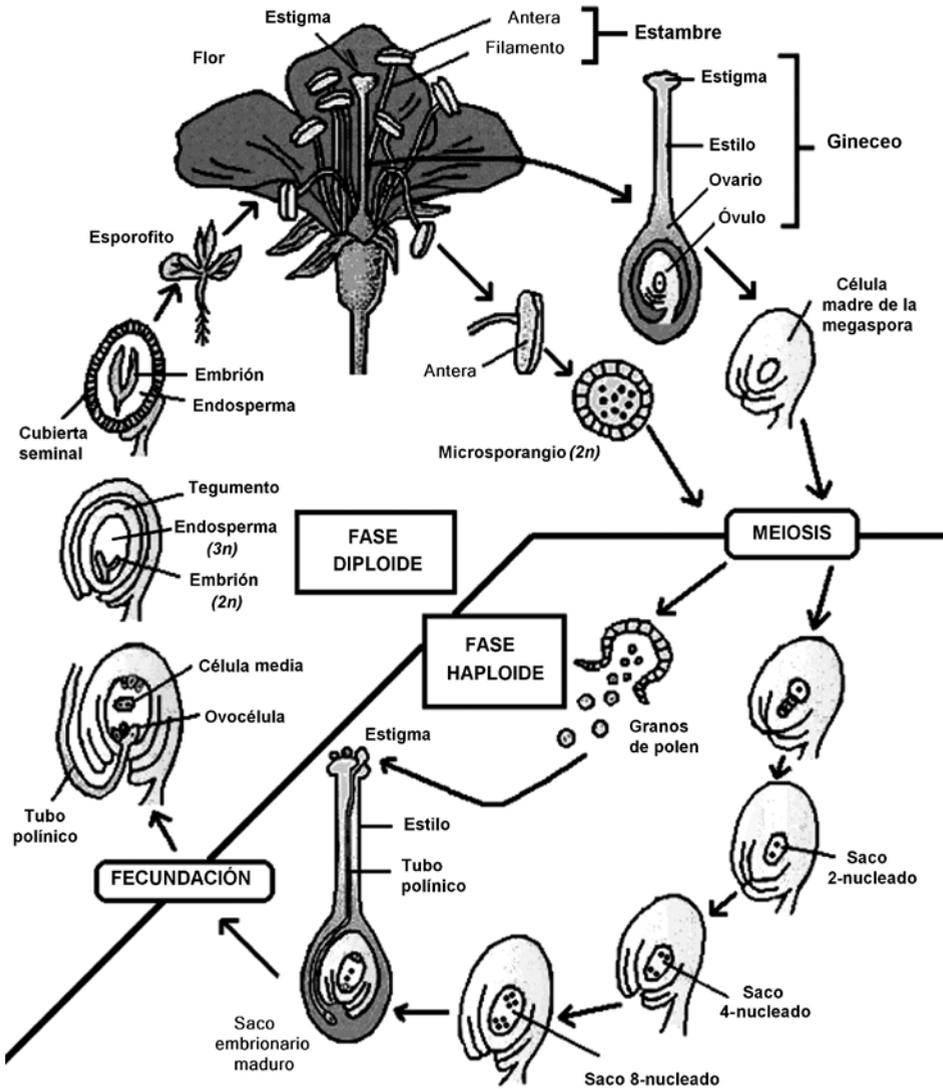


Figura 3.9: Ciclo biológico de una Angiosperma

**Cuadro 3.6.** Resumen de los principales caracteres que identifican a las Angiospermas. Para su comparación con las Gimnospermas véase el Cuadro 3.3

Caracteres	Angiospermas
Embrión	Las etapas iniciales de la embriogénesis presentan siempre células tabicadas. Ya maduro, el embrión tiene un único cotiledón (Monocotiledóneas) ó 2 cotiledones (Dicotiledóneas)
Hábito	Son plantas leñosas o herbáceas. Anuales o perennes.
Sistema vascular	El xilema secundario está formado por vasos leñosos y el floema por tubos cribosos y células anexas.
Flor	Las flores son perfectas o unisexuales. Predominan las flores periantadas. Hay estambres y gineceo (hojas carpelares cerradas que presentan ovario, estilo y estigma).
Polinización	Puede ser anemófila, zoófila o hidrófila. La polinización es indirecta (los granos de polen llegan al estigma, luego atraviesa el tejido estilar para finalmente ingresar al ovario).
Fecundación	Fecundación doble: Oófera + gameta masculina = cigoto y, además, célula media + gameta masculina = célula endospermogénica
Gametófito femenino	Se denomina saco embrionario. En la mayoría de las especies está formado por 7 células (puede haber de 4 a 16). En cada saco hay una sola gameta femenina denominada oófera.
Gametófito masculino	Está integrado por 1 célula vegetativa (formadora del tubo polínico) y 2 gametas masculinas.
Frutos	Los óvulos están alojados en hojas carpelares cerradas que forman frutos. Los frutos pueden ser secos o carnosos.
Semillas	El tejido de reserva es el endosperma.

#### 4.5. Clases de Angiospermas

Según Engler, las especies que conforman la Subdivisión Angiospermas se clasifican en dos grupos:

- Clase *Dicotiledóneas*, con aproximadamente 170.000 especies.
- Clase *Monocotiledóneas*, con aproximadamente 65.000 especies.

El reconocimiento de ambos grupos fue señalado por el naturalista inglés John Ray (1703). Por ese entonces, Ray efectuó una clasificación de los vegetales en la que dio más importancia al hábito (leñoso versus herbáceo) que al número de cotiledones.

Según Cronquist, las especies que conforman la División Magnoliófitas se clasifican en dos grupos:

- Clase: *Magnoliópsidas*
- Clase: *Liliópsidas*

En la República Argentina, las Dicotiledóneas están representadas por 175 familias, 1.395 géneros y 6.896 especies nativas o naturalizadas (Zuloaga y Morrone, 1999). Por su parte las Monocotiledóneas cuentan con 40 familias, 425 géneros y 2.289 (Zuloaga *et al.*, 1994; Zuloaga y Morrone, 1996).

La siguiente clave permite diferenciar estas categorías taxonómicas.

*Clave para diferenciar los grupos de Angiospermas (Cuadro 3.7)*

- 1 Embrión generalmente con dos cotiledones. Flores por lo común 4-5-meras. Hojas generalmente retinervadas o palmatinervadas, con o sin pecíolo, de láminas polimorfas. Plantas herbáceas o leñosas. Tallo con haces vasculares abiertos, dispuestos en anillos, con crecimiento secundario.

Clase: **Dicotiledóneas** DC. (1818)

Clase: **Magnoliópsidas** Takhtajan (1964)

- 1' Embrión con un solo cotiledón. Flores generalmente 3-meras. Hojas paralinervadas (retinervadas en algunas familias como: Aráceas, Alismatáceas y Dioscoreáceas), con vaina y lámina; láminas enteras, acintadas. Plantas herbáceas, rara vez leñosas. Tallo con haces vasculares cerrados, dispersos, sin crecimiento secundario.

Clase: **Monocotiledóneas** DC. (1818)

Clase: **Liliópsidas** Takhtajan (1964)

**Cuadro 3.7.** Comparación entre Dicotiledóneas y Monocotiledóneas

Engler/Cronquist	Dicotiledóneas/Magnoliópsidas	Monocotiledóneas/Liliópsidas
<b>Embrión</b>	Dos cotiledones presentes. Semillas con o sin endosperma.	Un cotiledón presente. Semillas generalmente con endosperma.
<b>Sistema radicular</b>	Raíz primaria a menudo persistente, convirtiéndose en pivotante a la madurez y dando lugar a raíces laterales más pequeñas.	Raíz primaria de corta duración, siendo pronto reemplazada por raíces adventicias que forman un sistema radicular fibroso.
<b>Tipo de crecimiento</b>	Leñoso o herbáceo.	Esencialmente herbáceo, a veces arborescente.
<b>Polen</b>	Básicamente tricolpado (3 aberturas o poros).	Básicamente monocolpado (una abertura o poro).
<b>Sistema vascular</b>	Formado, por lo general, por un anillo de haces primarios con <i>cambium</i> y crecimiento secundario en grosor. Tallo diferenciado en corteza y cilindro vascular.	Con numerosos haces vasculares dispersos, sin disposición definida en el parénquima. Rara vez con <i>cambium</i> presente. Tallos sin diferenciación entre corteza y cilindro vascular.
<b>Hojas</b>	Por lo general retinervadas o palmatinervadas, anchas. Pecíolo desarrollado y algunas veces estipulado.	Por lo general de nervaduras paralelas. Pecíolo muy poco desarrollado y sin estípulas.
<b>Flores</b>	Flores con verticilos 4 ó 5-meros, excepto en algunas Euforbiáceas y otras familias.	Flores con verticilos 3-meros.

### La propuesta de APG IV

La clasificación filogenética propuesta por APG IV rompe con la separación tradicional que dividía a las Angiospermas en 2 grupos: dicotiledóneas y monocotiledóneas.

Los análisis cladísticos basados en datos morfológicos y en secuencias de los genes ARNr, rbcL y atpB proponen que las Angiospermas están formadas por 2 clados o ramas principales. Ellas son, angiospermas mono-colpadas y tri-colpadas:

**a)** Angiospermas 1-colpadas. Incluye a las plantas que tienen granos de polen con un solo surco o hendidura. Aquí se distinguen 3 grupos: Angiospermas basales, Magnóliadas y Monocotiledóneas

**1)** *Angiospermas basales*. Integran un conjunto de plantas con caracteres ancestrales que ocupan una posición basal en la filogenia. En total la integran 7 familias; de ellas, *Amborellaceae* (con 1 sola especie: *Amborella trichopoda*) es la más primitiva, es decir, es el nexa entre *Angiospermas* y *Gimnospermas*. Los principales

caracteres morfológicos de este grupo son: piezas florales numerosas, libres y dispuestas en forma espiralada, flores con tépalos, estambres laminares (poco diferenciados en anteras y filamentos), carpelos no completamente soldados, estilo poco diferenciado del ovario, polen 1-colpado y semillas con 2 cotiledones.

**2) Magnólidas.** Sus representantes tienen una elevada variabilidad morfológica. Por ejemplo, tienen flores 3-meras y haces vasculares dispersos en el tallo (caracteres típicos de Monocotiledóneas), hojas con nervaduras en red y semillas con 2 cotiledones (caracteres propios de "Dicotiledóneas") y aceites etéreos, carpelos libres y estambres laminares (caracteres considerados ancestrales).

**3) Monocotiledóneas.** Constituye un clado monofilético con alrededor de 50.000 especies, que agrupa plantas que tienen: semillas con un solo cotiledón (principal apomorfia del clado), hábito predominantemente herbáceo, sistema radicular adventicio, haces vasculares cerrados (sin cambium y normalmente desordenados o dispuestos en anillos), láminas foliares acintadas con nervaduras paralelas y flores preferentemente 3-meras (o múltiplo de 3).

**b) Angiospermas 3-colpadas o "Eudicotiledóneas".** Incluye a la mayor parte de las "dicotiledóneas antiguas" (según el criterio de Engler). Es un grupo monofilético para los análisis cladísticos con datos moleculares (secuencias de ADN), que apareció después de las Angiospermas basales y luego de la divergencia de las Monocotiledóneas. Sus representantes se caracterizan por presentar: polen 3-colpado (principal apomorfia del clado), semillas con 2 cotiledones, piezas florales generalmente dispuestas en verticilos, flores 4-meras o 5-meras (generalmente con sépalos y pétalos) y estambres diferenciados en filamentos y anteras.

# Capítulo 4

## Principales sistemas de clasificación

*Hugo Francisco Gutiérrez*

*José Francisco Pensiero*

*Ana María Luchetti*

### 1. Los sistemas de Engler y Cronquist

En el capítulo 1 se hizo referencia al desarrollo histórico de los sistemas de clasificación. Allí observamos que la clasificación de las plantas ha mostrado una progresión, desde aproximaciones puramente artificiales hacia sistemas filogenéticos. En este capítulo se presentan claves para reconocer las principales familias según los ordenamientos propuestos por Engler y Prantl (1936) y por Cronquist (1981).

Las claves que se presentan a continuación no deberían considerarse “herramientas para la determinación”, ya que el objetivo que persiguen es netamente didáctico, es decir, pretenden facilitar el estudio analítico de los distintos grupos a través de caracteres exomorfológicos de fácil diagnóstico.

#### 1.1. Familias tratadas

Para ambos sistemas de clasificación sólo se contempla la caracterización de 163 familias botánicas, cuyo listado es presentado a continuación:

**Gimnospermas:** Araucariáceas, Cefalotáceas, Cicadáceas, Cupresáceas, Efedráceas, Ginkgoáceas, Pináceas, Podocarpáceas, Taxáceas y Taxodiáceas.

**Dicotiledóneas:** Acantáceas, Aceráceas, Achatocarpáceas, Aizoáceas, Amarantáceas, Anacardiáceas, Anonáceas, Apiáceas, Apocináceas, Aquifoliáceas, Araliáceas, Aristolochiáceas, Asclepiadáceas, Asteráceas, Begoniáceas, Berberidáceas, Betuláceas, Bignoniáceas, Bombacáceas, Borragináceas, Brasicáceas, Budlejáceas, Cactáceas, Caliceráceas, Campanuláceas, Cannabáceas, Capparidáceas, Caprifoliáceas, Caricáceas, Cariofiláceas, Casuarináceas, Cecropiáceas, Celastráceas, Celtidáceas,

Ceratofiláceas, Combretáceas, Convolvuláceas, Crasuláceas, Cucurbitáceas, Cuscutáceas, Dipsacáceas, Ebenáceas, Ericáceas, Eritroxiláceas, Esclerofiláceas, Esclerofilacáceas, Escrofulariáceas, Esterculiáceas, Euforbiáceas, Fabáceas, Fagáceas, Fitolacáceas, Flacurtiáceas, Fumariáceas, Gentianáceas, Geraniáceas, Gesneriáceas, Haloragáceas, Hamamelidáceas, Hidrofiláceas, Juglandáceas, Lamiáceas, Lauráceas, Lentibulariáceas, Lináceas, Litráceas, Loasáceas, Loganiáceas, Lorantáceas, Magnoliáceas, Malpighiáceas, Malváceas, Martiniáceas, Melastomatáceas, Meliáceas, Meniantáceas, Menispermáceas, Mirsináceas, Mirtáceas, Misodendráceas, Moráceas, Nictagináceas, Ninfáceas, Nothofagáceas, Olacáceas, Oleáceas, Onagráceas, Oxalidáceas, Papaveráceas, Pasifloráceas, Piperáceas, Plantagináceas, Platanáceas, Plumbagináceas, Poligaláceas, Poligonáceas, Portulacáceas, Primuláceas, Proteáceas, Punicáceas, Quenopodiáceas, Ranunculáceas, Ramnáceas, Rosáceas, Rubiáceas, Rutáceas, Salicáceas, Santaláceas, Sapindáceas, Sapotáceas, Saxifragáceas, Simarubáceas, Solanáceas, Tamaricáceas, Teáceas, Tiliáceas, Tropeoláceas, Turneráceas, Ulmáceas, Urticáceas, Valerianáceas, Verbenáceas, Violáceas, Vitáceas y Zigofiláceas.

**Monocotiledóneas:** Agaváceas, Alismatáceas, Aloeáceas, Alstroemeriáceas, Amarilidáceas, Aráceas, Arecáceas, Bromeliáceas, Cannáceas, Ciperáceas, Commelináceas, Dioscoreáceas, Estrelitziáceas, Heliconiáceas, Hydrocaritáceas, Iridáceas, Juncáceas, Lemnáceas, Liliáceas, Limnocaritáceas, Marantáceas, Musáceas, Orquidáceas, Poáceas, Pontederiáceas, Potamogetonáceas, Smilacáceas, Tifáceas y Zingiberáceas.

Se mencionó que la mayoría de las actividades sistemáticas consisten en el manejo de los caracteres taxonómicos y su variación. Veamos ahora una serie de definiciones y su utilidad práctica.

## 1.2. Caracteres taxonómicos

Heywood (1968) define, de manera general, el término "carácter" como "una propiedad referida a la forma, estructura, fisiología o comportamiento que se considera separadamente del organismo completo para un propósito definido, como una comparación, identificación o interpretación". En términos prácticos, un carácter es un rasgo distintivo de un organismo que puede contarse, medirse o catalogarse de alguna manera. Esta definición comprende no solamente caracteres morfológicos tradicionales (como hábito, color de flor, tipos de hojas, presencia de látex, etc.) sino también datos bioquímicos, citológicos, fisiológicos o moleculares. En definitiva, los *caracteres* son abstracciones y el taxónomo trabaja con la *expresión* de estas abstracciones. Por ejemplo: el tipo de hojas es un carácter, mientras que hojas simples, enteras, de bordes aserrados, pecioladas y cuya lámina tiene entre 5 y 8 cm de longitud, es una expresión de ese carácter.

### **1.3. Determinación**

Los conocimientos que se adquieren al estudiar Sistemática permiten distinguir e identificar las especies vegetales, que serán luego objeto de interés profesional. Este es uno de los principales objetivos que persiguen los docentes desde el punto de vista estrictamente práctico. Es decir, transmitir las destrezas necesarias para que los alumnos puedan acceder a la correcta determinación de las plantas. Para alcanzar dicho objetivo tienen un papel relevante: a) la observación y el reconocimiento de caracteres taxonómicos y b) el adiestramiento en el manejo de claves.

### **1.4. Claves: una herramienta metodológica**

Clave es un elemento literario descriptivo que tiene como finalidad metodológica la determinación (identificación) de los diferentes taxos.

Según Marzocca (1985), “clave es una disposición literaria analítica y artificial en la que se practica una elección entre proposiciones o sentencias contradictorias o excluyentes, de modo que al aceptarse una de ellas se rechaza automáticamente la otra o las otras”.

Davis y Heywood (1963) definen clave como “un recurso analítico mediante el cual se provee una elección entre dos dilemas contradictorios, y es particularmente útil para identificar taxones desconocidos”.

El proceso que se aplica al confeccionar una clave botánica, consiste en dividir el grupo estudiado en dos o más subgrupos mediante la búsqueda de caracteres contrastantes o excluyentes. Por ejemplo: presencia de hojas simples versus hojas compuestas. Entonces, al establecer que la planta observada presenta hojas simples, el grupo queda restringido; pero dentro de éste existen grupos menores, que se diferencian por otros caracteres excluyentes, por ejemplo: flores con 3 pétalos versus flores con 4-5 pétalos. De este modo se vuelve a elegir y a excluir, y así sucesivamente, hasta llegar a circunscribir los caracteres que sólo posee un taxón determinado.

### **1.5. Manejo de claves**

La determinación de plantas se asemeja a un juego de adivinanzas, en el que se sigue un sistema simple de preguntas de eliminación, por el cual se van dejando de lado grandes grupos hasta llegar a agrupamientos cada vez más restringidos, ya que en la búsqueda se citan alternativamente caracteres comunes a muchos conjuntos, para llegar finalmente a aquellos que sólo son exclusivos de cierta especie.

## 2. Cuadros y claves de los sistemas de Engler y Cronquist

A continuación se incluye una serie de cuadros sinópticos que sintetizan el ordenamiento de Engler. Estos cuadros comienzan por la categoría subdivisión y terminan en Órdenes. Luego se presentan claves que permiten el reconocimiento hasta el nivel de familia. Idéntico procedimiento se sigue para el sistema de Cronquist.

### 2.1. El sistema de Engler y Prantl en cuadros sinópticos

Subdivisión: **Gimnospermas**

Clase	Orden	Familia/as
Cicadópsidas	Cicadales (92)*	Cicadáceas
	Ginkgoales	Ginkgoáceas
Coníferópsidas	Taxales	Taxáceas
	Coniferales (93)	Podocarpáceas Cefalotaxáceas Araucariáceas Pináceas Taxodiáceas Cupresáceas
Gnetópsidas	Gnetales	Efedráceas

Subdivisión: **Angiospermas** - Clase: **Dicotiledóneas**

Subclase (94)	Grupo de Órdenes	
Dialipétalas	Sepaloideanos (95)	
	Petaloidianos (97)	
Gamopétalas	Corolianos (98)	de gineceo súpero
		de gineceo ínfero
	Pentacíclicos (106)	
	Tetracíclicos (107)	de gineceo súpero
de gineceo ínfero		

\* Entre paréntesis se indica la página donde se presenta la clave que permite la diferenciación de los taxones involucrados.

Clase: Dicotiledóneas - Subclase: Dialipétalas (94)

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Sepaloideanos (95)	Verticillales	Casuarináceas
	Piperales	Piperáceas
	Salicales	Salicáceas
	Juglandales	Juglandáceas
	Fagales (96)	Fagáceas Nothofagáceas Betuláceas
	Urticales (97)	Ulmáceas Celtidáceas Moráceas Cecropiáceas Cannabáceas Urticáceas

Clase: Dicotiledóneas - Subclase: Dialipétalas (94)

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Petaloidianos (97)	Proteales	Proteáceas
	Santalales (98)	Olacáceas Santaláceas Misodendráceas Lorantáceas
	Aristoliquiales	Aristoliquiáceas
	Poligonales	Poligonáceas

Clase: Dicotiledóneas - Subclase: Dialipétalas (94)

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Corolianos de gineceo súpero (98)	Centrospermales (100)	Quenopodiáceas Amarantáceas Nictagináceas Fitolacáceas Achatocarpáceas Aizoáceas Portulacáceas Cariofiláceas

*el cuadro continúa en pág. siguiente*

Grupo de Órdenes		Familia/as
Corolianos de gineceo súpero (98)	Ranales (101)	Ninféáceas Ceratófiláceas Ranunculáceas Berberidáceas Menispermáceas Magnoliáceas Anonáceas Lauráceas
	Papaverales (102)	Papaveráceas Fumariáceas Capparidáceas Brasicáceas
	Rosales (103)	Crasuláceas Saxifragáceas Hamamelidáceas Platanáceas Rosáceas Fabáceas
	Geraniales (103)	Oxalidáceas Geraniáceas Tropeoláceas Lináceas Erytroxyláceas Zigofiláceas Rutáceas Simarubáceas Meliáceas Malpighiáceas Poligaláceas Euforbiáceas
	Sapindales (105)	Anacardiáceas Aquifoliáceas Celastráceas Aceráceas Sapindáceas
	Ramnales (106)	Ramnáceas Vitáceas
	Malvales (106)	Tiliáceas Malváceas Bombacáceas Esterculiáceas
	Parietales (106)	Teáceas Tamaricáceas Violáceas Flacurtiáceas Turneráceas Pasifloráceas Caricáceas Loasáceas Begoniáceas

el cuadro continúa en pág. siguiente

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Corolianos de gineceo ínfero (98)	Opunciales	Cactáceas
	Mirtiflorales (108)	Litráceas Punicáceas Combretáceas Mirtáceas Melastomatáceas Onagráceas Haloragáceas
	Umbeliflorales (109)	Araliáceas Apiáceas

Clase: Dicotiledóneas - Subclase: Gamopétalas (95)

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Pentacíclicos (109)	Ericales	Ericáceas
	Primulales (109)	Mirsináceas Primuláceas
	Plumbaginales	Plumbagináceas
	Ebenales (110)	Sapotáceas Ebenáceas

Clase: Dicotiledóneas - Subclase: Gamopétalas (95)

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Tetracíclicos de gineceo súpero (110)	Contortales (111)	Oleáceas Loganiáceas Buddlejáceas Gentianáceas Meniantáceas Apocináceas Asclepiadáceas
	Tubiflorales (112)	Convolvuláceas Cuscutáceas Hidrofiláceas Borragináceas Verbenáceas Lamiáceas Esclerofilacáceas Solanáceas

*el cuadro continúa en pág. siguiente*

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Tetracíclicos de gineceo súpero (110)	Tubiflorales (112)	Escrofulariáceas Bignoniáceas Martiniáceas Gesneriáceas Lentibulariáceas Acantáceas
	Plantaginales	Plantagináceas

Clase: **Dicotiledóneas** - Subclase: **Gamopétalas (95)**

Grupo de Órdenes	Orden	Familia/as
Tetracíclicos de gineceo ínfero (110)	Rubiales (113)	Rubiáceas Caprifoliáceas Valerianáceas Dipsacáceas
	Cucurbitales	Cucurbitáceas
	Campanulales (114)	Campanuláceas Caliceráceas Asteráceas

Clase: **Monocotiledóneas (115)**

Orden	Familia/as
Pandanales	Tifáceas
Fluviales (116)	Potamogetonáceas Alismatáceas Hidrocaritáceas Limnocaritáceas
Glumiflorales (116)	Poáceas Ciperáceas
Principales	Arecáceas
Espatiflorales (117)	Aráceas Lemnáceas
Farinosales (117)	Bromeliáceas Commelináceas Pontederiáceas

Orden	Familia/as
Liliflorales (117)	Juncáceas Liliáceas Aloeáceas Smilacáceas Amarilidáceas Agaváceas Alstroemeráceas Dioscoreáceas Iridáceas
Escitaminales (119)	Musáceas Heliconiáceas Estrelitziáceas Zingiberáceas Cannáceas Marantáceas
Microspermales	Orquidáceas

## 2.2. Claves didácticas del sistema de Engler y Prantl

### Órdenes de la subdivisión Gimnospermas

- 1 Óvulos protegidos por 2 cubiertas (la interior es el tegumento y la exterior se interpreta como "esbozo de perianto"). Xilema secundario con vasos leñosos.  
Clase: **Gnetópsidas**, Orden: **Gnetales**, Familia: **Efedráceas**
  
- 1' Óvulos protegidos por una sola cubierta (tegumento). Xilema secundario con traqueidas (sin vasos leñosos)..... 2
  
- 2 Tallo no ramificado (estípite). Hojas pinnatiformes.  
Clase: **Cicadópsidas**, Orden: **Cicadales**, Familia: **Cicadáceas**
  
- 2' Tallo ramificado. Hojas simples, enteras o lobuladas (nunca pinnatiformes)  
..... 3
  
- 3 Hojas pecioladas, de lámina ancha, flabeladas, a menudo bilobadas.  
Clase: **Cicadópsidas**, Orden: **Ginkgoales**, Familia: **Ginkgoáceas**
  
- 3' Hojas sésiles, lineares, aciculares o escamiformes ..... 4

- 4 Semillas rodeadas por un arilo rojo y carnoso. Sin conductos resiníferos (en el leño, ni en las hojas). Óvulos aislados en los extremos de los brotes.

Clase: **Coniferópsidas**, Orden: **Taxales**, Familia: **Taxáceas**

- 4' Semillas no rodeadas por un arilo carnoso, si bien la cubierta seminal puede ser carnosa. Canales resiníferos presentes. Óvulos dispuestos sobre hojas carpelares que, generalmente, forman conos o estróbilos.

Clase: **Coniferópsidas**, Orden: **Coniferales**, clave de familias en pág. 94

**Familias del Orden Coniferales**

- 1 Semillas con tegumento carnoso. Óvulos generalmente aislados en los extremos de los brotes (sólo reunidos en conos o estróbilos leñosos en el género *Saxegothaea*) ..... 2

- 1' Semillas con tegumento seco. Óvulos generalmente reunidos en conos leñosos (sólo en el género *Juniperus* los conos son carnosos) ..... 3

- 2 Pie de la semilla carnoso. Hojas poliníferas con 2 sacos de polen. Hoja ovulífera con 1 óvulo. Árboles o arbustos dioicos o monoicos.

**Podocarpáceas**

- 2' Pie de la semilla no carnoso. Hojas poliníferas con 3-8 sacos de polen. Hoja ovulífera con 2 óvulos, aunque un óvulo puede atrofiarse o abortar. Árboles o arbustos generalmente dioicos.

**Cefalotaxáceas**

- 3 Hoja ovulífera con 1 óvulo. Conos ovulíferos (femeninos) grandes, globosos o aovados. Árboles de ramificación verticilada.

**Araucariáceas**

- 3' Hoja ovulífera con 2 o más óvulos. Conos ovulíferos grandes, medianos o pequeños, globosos, cónicos u oblongos. Árboles de ramas no verticiladas ..... 4

- 4 Hojas generalmente escamiformes, dispuestas en forma opuesta o en verticilos. Conos ovulíferos leñosos o carnosos, globosos. Árboles o arbustos generalmente monoicos, de hojas persistentes.

**Cupresáceas**

4' Hojas aciculares o lineares, dispuestas en forma alterna o en fascículos. Conos ovulíferos leñosos, oblongos, cónicos o globosos. Árboles generalmente monoicos, de hojas persistentes o caedizas ..... 5

5 Hojas ovulíferas planas o cóncavas, con 2 óvulos en su axila. Árboles de hojas aciculares, frecuentemente dispuestas en fascículos. Semillas normalmente aladas.

**Pináceas**

5' Hojas ovulíferas peltadas (en forma de escudo), con 2-12 óvulos en su axila. Árboles de hojas lineares o subuladas, frecuentemente alternas. Semillas sin alas.

**Taxodiáceas**

### **Clases de Angiospermas**

1 Flores comúnmente 4-5-meras (excepcionalmente 3-meras en las familias Lauráceas, Euforbiáceas y Cucurbitáceas). Semillas con 2 cotiledones. Hojas generalmente sin vaina, lámina predominantemente retinervada. Plantas herbáceas o leñosas. Haces vasculares abiertos (con cambium vascular entre xilema y floema).

**Dicotiledóneas**, clave de subclases en pág. 95

1' Flores comúnmente 3-meras. Semillas con un solo cotiledón. Hojas generalmente con vaina, la lámina es paralelinervada (por excepción es retinervada en las familias: Aráceas, Dioscoreáceas, Alismatáceas y Smilacáceas). Plantas preferentemente herbáceas. Haces vasculares cerrados y dispersos en el parénquima.

**Monocotiledóneas**, clave de órdenes en pág. 116

### **Subclases de Dicotiledóneas**

1 Perianto nulo, simple o doble, en cuyo caso las piezas de la corola son libres.

**Dialipétalas**, clave de Grupos de órdenes en pág. 96

1' Perianto doble, con las piezas de la corola soldadas.

**Gamopétalas**, clave de Grupos de órdenes en pág. 96

## Grupos de órdenes de la Subclase Dialipétalas

- 1 Flores con cáliz y corola (diclamídeas).  
**Corolianos**, clave de órdenes en pág. 99
- 1' Flores desnudas (aclamídeas) o monoclamídeas ..... 2
- 2 Flores desnudas o con perigonio verdoso (bracteode o sepaloide).  
**Sepaloideanos**, clave de órdenes en pág. 96
- 2' Flores con perigonio coloreado (corolino).  
**Petaloideanos**, clave de órdenes en pág. 98

## Grupos de órdenes de la Subclase Gamopétalas

- 1 Flores 5-cíclicas, si son 4-cíclicas con estambres opuestos a los pétalos.  
**Pentacíclicos**, clave de órdenes en pág. 110
- 1' Flores 4-cíclicas con estambres alternos a los pétalos, o en número menor que las piezas de la corola, en general soldados a la misma.  
**Tetracíclicos**, clave de órdenes en pág. 111

## Órdenes del grupo Sepaloideanos

- 1 Ramificación verticilada. Hojas escamiformes, reducidas a pequeños dientes en cada nudo caulinar. Árboles (con aspecto de "pinos").  
Orden: **Verticilales**, Familia: **Casuarináceas**
- 1' Ramificación lateral. Hojas bien desarrolladas, nunca escamiformes. Hierbas, arbustos o árboles..... 2
- 2 Flores aclamídeas (desnudas), perfectas, dispuestas en densas espigas alargadas. Hierbas o subarbustos aromáticos. Fruto baya o drupa. Semillas glabras.  
Orden: **Piperales**, Familia: **Piperáceas**
- 2' Flores monoclamídeas, perfectas o unisexuales, dispuestas en amentos o en cabezuelas. Plantas no aromáticas. Fruto variado (cápsula, drupa, aquenio, etc). Semillas glabras o con pelos ..... 3

- 3 Fruto capsular, n-seminado. Semillas provistas de pelos largos. Flores unisexuales dispuestas en amentos. Árboles o arbustos dioicos.  
Orden: **Salicales**, Familia: **Salicáceas**
- 3' Fruto variado, 1-seminado. Semillas glabras. Flores perfectas o unisexuales. Hierbas, arbustos o árboles ..... 4
- 4 Hojas compuestas (pinnadas). Árboles. Ovario ínfero, 1-locular. Fruto drupáceo.  
Orden: **Juglandales**, Familia: **Juglandáceas**
- 4' Hojas simples. Árboles, arbustos o hierbas. Ovario súpero o ínfero. Fruto aquenio, drupa o nuez ..... 5
- 5 Ovario ínfero, 2-6-carpelar. Fruto aquenio o nuez. Hojas alternas. Flores unisexuales.  
Orden: **Fagales**, clave de familias en pág. 97
- 5' Ovario súpero, generalmente 1-carpelar. Fruto aquenio o drupa. Hojas alternas u opuestas. Flores unisexuales o perfectas.  
Orden: **Urticales**, clave de familias en pág. 98

### Familias del Orden Fagales

- 1 Flores pistiladas reunidas en amentos. Frutos sin cúpula leñosa, pero a menudo sustentados o encerrados por un involucre foliáceo.  
**Betuláceas**
- 1' Flores pistiladas no reunidas en amentos. Frutos parcialmente encerrados por un involucre leñoso (cúpula de brácteas acrescentes) ..... 2
- 2 Fruto nuez. Flores estaminadas dispuestas en amentos o en pequeños dicasios densos, o distribuidas a lo largo de las ramificaciones.  
**Fagáceas**
- 2' Fruto aquenio. Flores estaminadas dispuestas en grupos (2-3-floros) o solitarias a lo largo de las ramificaciones.  
**Nothofagáceas**

## Familias del Orden Urticales

- 1 Plantas con látex ..... 2
- 1' Plantas sin látex ..... 3
- 2 Hojas simples, enteras, aserradas o lobuladas. Inflorescencias variadas: amentiformes, en glomérulos o en receptáculo carnoso (sicono).  
**Moráceas**
- 2' Hojas simples, peltadas, palmatinervadas, discolores. Inflorescencia formada por un fascículo de espigas densas y cilíndricas.  
**Cecropiáceas**
- 3 Estambres incurvos en el botón floral.  
**Urticáceas**
- 3' Estambres erguidos en el botón floral ..... 4
- 4 Hierbas erguidas o enredaderas de hojas palmatinervadas o palmatipartidas.  
**Cannabáceas**
- 4' Árboles o arbustos de hojas pinnatinervias, asimétricas en la base ..... 5
- 5 Fruto sámara. Semillas planas.  
**Ulmáceas**
- 5' Fruto drupa. Semillas esféricas.  
**Celtidáceas**

## Órdenes del grupo Petaloideanos

- 1 Ovario súpero. Plantas autótrofas ..... 2
- 1' Ovario generalmente ínfero. Plantas autótrofas o parásitas ..... 3
- 2 Hojas con ócrea. Plantas predominantemente herbáceas. Ovario 2-3-carpelar.  
Orden: **Poligonales**, Familia: **Poligonáceas**

- 2' Hojas sin ócrea. Árboles o arbustos. Ovario 1-carpelar  
Orden: **Proteales**, Familia: **Proteáceas**
- 3 Fruto 1-seminado. Flores actinomorfas.  
**Santalales**, clave de familias en pág. 99
- 3' Fruto n-seminado. Flores mayormente zigomorfas.  
Orden: **Aristolochiales**, Familia: **Aristolochiáceas**

### Familias del Orden Santalales

- 1 Plantas terrestres, autótrofas o hemiparásitas ..... 2
- 1' Plantas epífitas, hemiparásitas ..... 3
- 2 Ovario súpero. Plantas autótrofas.  
**Olacáceas**
- 2' Ovario ínfero. Plantas hemiparásitas de raíces.  
**Santaláceas**
- 3 Plantas dioicas, hemiparásitas de especies de *Nothofagus*. Frutos secos, con apéndices plumosos.  
**Misodendráceas**
- 3' Plantas monoicas, hemiparásitas, con variados hospedantes. Frutos carnosos, desnudos.  
**Lorantáceas**

### Órdenes del grupo Corolianos

- 1 Flores de ovario súpero o ínfero; cuando ínfero, los estilos están separados (libres) ..... 2
- 1' Flores de ovario ínfero, con los estilos soldados ..... 10
- 2 Placentación central o basal.  
**Centrospermales**, clave de familias en pág. 101

2'	Placentación parietal o axilar .....	3
3	Placentación parietal .....	4
3'	Placentación axilar .....	5
4	Flores (2-)4-meras. Plantas herbáceas. <b>Papaverales</b> , clave de familias en pág. 103	
4'	Flores 5-meras. Plantas herbáceas o arbustivas. <b>Parietales</b> , clave de familias en pág. 107	
5	Gineceo dialicarpelar (solamente gamocarpelar en algunas Rosáceas).....	6
5'	Gineceo gamocarpelar .....	7
6	Flores 3-n-meras. Piezas florales dispuestas en forma espiralada. <b>Ranales</b> , clave de familias en pág. 102	
6'	Flores 4-5-meras. Piezas florales dispuestas en forma cíclica. <b>Rosales</b> , clave de familias en pág. 104	
7	Flores generalmente dispostémonas (androceo 5 + 5), pero si forman un solo ciclo, entonces los estambres son alternipétalos .....	8
7'	Flores isostémonas, estambres 5 a numerosos, opositipétalos .....	9
8	Rafe ventral y óvulo colgante o rafe dorsal y óvulo erguido. Flores grandes o pequeñas. <b>Geraniales</b> , clave de familias en pág. 104	
8'	Rafe dorsal y óvulo colgante o rafe ventral y óvulo erguido. Flores pequeñas. <b>Sapindales</b> , clave de familias en pág. 106	
9	Estambres 5, opositipétalos (o alternipétalos si falta la corola). <b>Ramnales</b> , clave de familias en pág. 107	
9'	Estambres generalmente numerosos (raro 5), con los filamentos soldados en sus 3/4 partes (monadelfos). <b>Malvales</b> , clave de familias en pág. 107	

- 10 Flores con estructura espiralada. Plantas generalmente suculentas y áfilas.  
Orden: **Opunciales**, Familia: **Cactáceas**
- 10' Flores con estructura cíclica. Plantas generalmente no suculentas y rara vez áfilas ..... 11
- 11 Lóculos generalmente n-ovulados. Flores a menudo diplo o polistémonas. Estambres 8-n.  
**Mirtiflorales**, clave de familias en pág. 109
- 11' Lóculos 1-2 ovulados. Flores isostémonas. Estambres 4-5.  
**Umbeliflorales**, clave de familias en pág. 110

### Familias del Orden Centrospermales

- 1 Perianto simple, rara vez nulo ..... 2
- 1' Perianto doble ..... 7
- 2 Gineceo 1-ovulado ..... 3
- 2' Gineceo generalmente n-ovulado ..... 6
- 3 Perianto corolino, con tépalos soldados en forma de tubo.  
**Nictagináceas**
- 3' Perianto calicoide, verde o escarioso (pajizo), con tépalos libres o sólo soldados en la base ..... 4
- 4 Perianto escarioso, pajizo.  
**Amarantáceas**
- 4' Perianto calicoide, verde ..... 5
- 5 Estambre 5. Fruto: utrículo o aquenio. Hierbas o arbustos inermes.  
**Quenopodiáceas**
- 5' Estambre 10-20. Fruto: baya. Árboles o arbustos generalmente espinosos.  
**Achatocarpáceas**

- 6 Hojas alternas, no carnosas. Fitolacáceas
- 6' Hojas opuestas o pseudoverticiladas, a menudo carnosas. Aizoáceas
- 7 Sépalos 2. Hojas alternas. Portulacáceas
- 7' Sépalos 3-5. Hojas opuestas. Cariofiláceas

### Familias del Orden Ranales

- 1 Plantas acuáticas, flotantes o sumergidas ..... 2
- 1' Plantas terrestres ..... 3
- 2 Plantas acuáticas enraizadas a un sustrato. Hojas sumergidas o extendidas en el agua, en este último caso, con hojas amplias (no verticiladas) y flores grandes, vistosas, aéreas, generalmente perfectas. Ninfeáceas
- 2' Plantas acuáticas generalmente sumergidas, de raíces libres (no enraizadas). Hojas verticiladas, lineares, dicotómicamente divididas. Flores unisexuales, sumergidas. Ceratofiláceas
- 3 Plantas herbáceas o subarborescentes ..... 4
- 3' Plantas leñosas (arbustos o árboles) ..... 5
- 4 Hojas opuestas (simples o compuestas). Lianas o enredaderas semileñosas. Fruto poliaquenio. Ranunculáceas
- 4' Hojas alternas, simples. Arbustos o lianas dioicas. Fruto drupa. Menispermáceas
- 5 Gineceo n-carpelar. Anteras de dehiscencia longitudinal ..... 6

5' Gineceo 1-carpelar. Anteras de dehiscencia valvar ..... 7

6 Fruto seco (agregado de folículos). Hojas con estípulas caedizas. Perianto formado por 2 ciclos: 3-6 sépalos y 6-30 pétalos imbricados.

**Magnoliáceas**

6' Fruto carnoso (agregado de bayas). Hojas sin estípulas. Perianto formado por 3 ciclos: 3 sépalos, 3 pétalos externos, grandes y 3 pétalos internos, muy pequeños.

**Anonáceas**

7 Arbusto espinoso, de hojas con bordes espinosos o dentados, no aromáticas. Perianto 6-mero. Fruto: baya, sin cúpula basal.

**Berberidáceas**

7' Árboles inermes, de hojas aromáticas. Perianto 3-mero. Fruto: baya, con cúpula basal.

**Lauráceas**

#### Familias del Orden Papaverales

1 Flores con ginóforo. Árboles pequeños o arbustos espinosos (raro hierbas).

**Capparidáceas**

1' Flores sin ginóforo. Plantas generalmente herbáceas ..... 2

2 Flores zigomorfas. Cáliz de 2 sépalos peltados. Pétalos 4 (el dorsal espolonado).

**Fumariáceas**

2' Flores actinomorfas ..... 3

3 Plantas con látex. Estambres numerosos. Fruto cápsula.

**Papaveráceas**

3' Plantas sin látex. Estambres 6 o menos. Fruto silicua o silícula (con falso tabique).

**Brasicáceas**

## Familias del Orden Rosales

- 1 Hojas suculentas. Gineceo formado por 5 carpelos libres. **Crasuláceas**
- 1' Hojas no suculentas ..... 2
- 2 Flores unisexuales o perfectas, reunidas en cabezuelas globosas. Árboles o arbustos de hojas palmatilobadas ..... 3
- 2' Flores perfectas Hierbas, arbustos o árboles de hojas e inflorescencias variadas ....  
..... 4
- 3 Base del pecíolo dilatada, formando un cartucho que cubre la yema. Aquenio 1-seminado rodeado de pelos. Árboles. **Platanáceas**
- 3' Base del pecíolo no dilatada, dejando ver la yema en su axila. Cápsula n-semi-nada, generalmente rodeada de pelos. Árboles o arbustos. **Hamamelidáceas**
- 4 Fruto típico legumbre (también lomento, geocarpio, sámara y drupa). Gineceo siempre unicarpelar. **Fabáceas**
- 4' Fruto variado, nunca legumbre ..... 5
- 5 Hojas sin estípulas. Carpelos 2 (raro 3-5). Perianto 4-6 mero. Fruto cápsula. **Saxifragáceas**
- 5' Hojas con estípulas. Carpelos 1 a numerosos. Perianto generalmente 5-mero. Fruto: poliaquenio, pomo, drupa o polidrupa. **Rosáceas**

## Familias del Orden Geraniales

- 1 Flores perfectas ..... 2
- 1' Flores unisexuales ..... 11

2	Flores zigomorfas .....	3
2'	Flores actinomorfas .....	4
3	Enredadera. Cáliz formando un espolón posterior. Flores sin apariencia papilionadas. Fruto: 3-coco.	
		<b>Tropeoláceas</b>
3'	Hierbas o sufrútices no trepadores. Cáliz no formando espolón. Flores de apariencia papilionadas. Fruto: cápsula 2-valva o sámara.	
		<b>Poligaláceas</b>
4	Hojas con glándulas que contienen aceites esenciales.	
		<b>Rutáceas</b>
4'	Hojas sin glándulas de aceites esenciales .....	5
5	Hojas compuestas, 3-folioladas o digitadas. Fruto: cápsula carnosa.	
		<b>Oxalidáceas</b>
5'	Hojas simples o compuestas (pero no 3-folioladas ni digitadas). Fruto variado .....	6
6	Fruto esquizocárpico, cuyos carpelos se separan, a la madurez del fruto, en 5 mericarpios monospermos.	
		<b>Geraniáceas</b>
6'	Fruto variado. Carpelos unidos a la madurez del fruto .....	7
7	Hojas simples .....	8
7'	Hojas compuestas .....	10
8	Plantas con pelos malpighiáceos. Fruto esquizocárpico (de mericarpios samaroides). Pétalos unguiculados.	
		<b>Malpighiáceas</b>
8'	Plantas sin pelos malpighiáceos. Fruto cápsula, drupa o 3-coco. Pétalos no unguiculados .....	9

- 9 Plantas herbáceas. Fruto cápsula.  
Lináceas
- 9' Plantas leñosas. Fruto drupa.  
Eritroxiláceas
- 10 Hojas de filotaxis alterna. Filamentos estaminales soldados entre sí formando un tubo.  
Meliáceas
- 10' Hojas de filotaxis opuesta. Filamentos estaminales libres entre sí.  
Zigofiláceas
- 11 Plantas con látex. Carpelos 3. Inflorescencias espiciformes o formando ciatios. Fruto tricoco.  
Euforbiáceas
- 11' Plantas sin látex. Carpelos 2-5 (raro 8). Inflorescencias en racimos o panojas. Fruto esquizocárpico, algunas veces samaroide (nunca tricoco).  
Simarubáceas

#### Familias del Orden Sapindales

- 1 Flores sin disco nectarífero en la base del ovario ..... 2
- 1' Flores con disco nectarífero ..... 3
- 2 Hojas alternas. Estambres 4-5. Gineceo 4-6-carpelar.  
Aquifoliáceas
- 2' Hojas opuestas. Estambres 7-8 (raro 10). Gineceo 2-carpelar.  
Aceráceas
- 3 Plantas con canales resiníferos en corteza y en hojas.  
Anacardiáceas
- 3' Plantas sin canales resiníferos ..... 4
- 4 Hojas simples, opuestas. Estambres 4-5.  
Celastráceas
- 4' Hojas alternas, simples o pinnaticompuestas. Estambres 8-10 (raro 5).  
Sapindáceas

### Familias del Orden Ramnales

1 Árboles o arbustos generalmente sin zarcillos. Fruto cápsula, drupa o esquizocárpico (formado por 3 mericarpios alados).

**Ramnáceas**

1' Arbustos trepadores, con zarcillos. Fruto baya.

**Vitáceas**

### Familias del Orden Malvales

1 Prefloración generalmente imbricada. Estambres libres o concrecentes en la base, dispuestos en manojos.

**Tiliáceas**

1' Prefloración torcida o contorta. Estambres con los filamentos soldados en una columna (monadelfos) ..... 2

2 Anteras ditecas. Flores generalmente unisexuales.

**Esterculiáceas**

2' Anteras monotecas ..... 3

3 Estilo dividido en el ápice.

**Malváceas**

3' Estilo único, no dividido en el ápice.

**Bombacáceas**

### Familias del Orden Parietales

1 Ovario súpero o medio ..... 2

1' Ovario ínfero ..... 9

2 Plantas con látex. Hojas palmatilobadas.

**Caricáceas**

2' Plantas sin látex ..... 3

3	Flores zigomorfas.	<b>Violáceas</b>
3'	Flores actinomorfas .....	4
4	Hierbas o plantas volubles .....	5
4'	Árboles o arbustos .....	6
5	Enredaderas o lianas con zarcillos. Flores con ginóforo o androginóforo. Fruto baya.	<b>Pasifloráceas</b>
5'	Hierbas erectas sin zarcillos. Flores sin ginóforo ni androginóforo. Fruto cápsula.	<b>Turneráceas</b>
6	Plantas con ramas cupresoides (hojas reducidas).	<b>Tamaricáceas</b>
6'	Plantas con hojas alternas, no reducidas .....	7
7	Ovario n-locular.	<b>Teáceas</b>
7'	Ovario 1-locular .....	8
8	Estilo 1. Fruto variado (generalmente baya) pero no dehiscente por 3 valvas.	<b>Flacurtiáceas</b>
8'	Estilos 3. Fruto cápsula, loculicida por 3 valvas.	<b>Turneráceas</b>
9	Flores perfectas, con cáliz y corola. Fruto capsular. Hierbas urticantes de hojas ± divididas.	<b>Loasáceas</b>
9'	Flores unisexuales de perianto petaloide. Fruto seco, 3-alado. Hierbas no urticantes, de hojas vistosas.	<b>Begoniáceas</b>

## Familias del Orden Mirtiflorales

- 1 Gineceo medio. **Litráceas**
- 1' Gineceo ínfero ..... 2
- 2 Hojas palmatinervias (generalmente con 3-9 nervaduras que nacen en la base y se unen cerca del ápice). **Melastomatáceas**
- 2' Hojas pinnatinervias ..... 3
- 3 Ovario 1-locular. Fruto 1-seminado. **Combretáceas**
- 3' Ovario 1-locular ..... 4
- 4 Flores con hipanto ..... 5
- 4' Flores sin hipanto ..... 6
- 5 Flores polistémonas. Ovario 7-n-carpelar. Fruto: balaústa. **Punicáceas**
- 5' Flores isostémonas o diplostémonas. Ovario 4-carpelar. Fruto: cápsula (raro baya). **Onagráceas**
- 6 Hojas con glándulas que contienen aceites esenciales. Flores perfectas. Estambres numerosos (más de 10). **Mirtáceas**
- 6' Hojas sin glándulas. Flores generalmente unisexuales. Estambres 2-8. **Haloragáceas**

### Familias del Orden Umbeliflorales

- 1 Fruto carnoso: baya o drupa. Árboles, arbustos o subarbustos no aromáticos.  
**Araliáceas**
- 1' Fruto seco: esquizocarpio. Plantas normalmente herbáceas, por lo general aromáticas (con canales oleíferos).  
**Apiáceas**

### Órdenes del grupo Pentacíclicos

- 1 Ovario 1-ocular. Placentación central o basal ..... 2
- 1' Ovario n-ocular. Placentación axilar ..... 3
- 2 Ovario n-ovulado. Estilo 1. Placentación central.  
Orden: **Primulales**, clave de familias en pág. 110
- 2' Ovario 1-ovulado. Estilos 5. Placentación basal.  
Orden: **Plumbaginales**, Familia: **Plumbagináceas**
- 3 Estambres libres o soldados a la corola sólo en la base. Anteras de dehiscencia poricida. Pétalos a veces libres. Ovario con numerosos óvulos por lóculo.  
Orden: **Ericales**, Familia: **Ericáceas**
- 3' Estambres soldados a la corola. Anteras de dehiscencia longitudinal. Pétalos siempre soldados. Ovario con 1-2 óvulos por lóculo (rara vez más).  
**Ebenales**, clave de familias en pág. 111

### Familias del Orden Primulales

- 1 Árboles o arbustos. Fruto drupáceo, indehisciente, con 1 o pocas semillas.  
**Mirsináceas**
- 1' Hierbas. Fruto cápsula dehiscente, con numerosas semillas.  
**Primuláceas**

## Familias del Orden Ebenales

- 1 Plantas con látex. Carpelos 1-ovulados. Sapotáceas
- 1' Plantas sin látex. Carpelos 2-n-ovulados. Ebenáceas

## Órdenes del grupo Tetracíclicos

- 1 Ovario súpero ..... 2
- 1' Ovario ínfero ..... 4
- 2 Corola verdosa, escamosa y pequeña, de polinización anemófila. Inflorescencia en espiga densa. Fruto pixidio.  
Orden: **Plantaginales**, Familia: **Plantagináceas**
- 2' Flores vistosas, 5-meras y de polinización entomófila. Fruto variado, nunca pixidio ..... 3
- 3 Prefloración contorta (torcida). Flores de corola actinomorfa. Carpelos 2, libres o levemente soldados. Hojas opuestas, generalmente enteras.  
**Contortales**, clave de familias en pág. 112
- 3' Prefloración imbricada. Flores de corola actino o zigomorfa (si la corola es actinomorfa las hojas son alternas; si es zigomorfa, las hojas son opuestas). Carpelos 2-3 soldados al menos en su base.  
**Tubiflorales**, clave de familias en pág. 113
- 4 Estambres libres. Hojas opuestas o pseudoverticiladas.  
**Rubiales**, clave de familias en pág. 114
- 4' Estambres soldados por sus filamentos o por las anteras (cuando libres, las hojas son alternas) ..... 5
- 5 Plantas con zarcillos axilares. Hojas alternas. Flores unisexuales. Fruto típico: pepónide (generalmente grande). Placentación parietal. Anteras 2-loculares.  
Orden: **Cucurbitales**, Familia: **Cucurbitáceas**

- 5' Plantas sin zarcillos axilares. Hojas opuestas o alternas. Flores perfectas o unisexuales. Fruto cápsula generalmente pequeña (raro baya o cipsela). Placentación variada, nunca parietal. Anteras 4-loculares.

**Campanulales**, clave de familias en pág. 115

### Familias del Orden Contortales

1	Plantas sin látex .....	2	
1'	Plantas con látex .....	6	
2	Estambres 2 (rara vez 4).		<b>Oleáceas</b>
2'	Estambres 4-5 .....	3	
3	Hojas normalmente con estípulas. Ovario 2-(n)-locular .....	4	
3'	Hojas sin estípulas. Ovario 1-locular .....	5	
4	Flores 5-meras.		<b>Loganiáceas</b>
4'	Flores 4-meras.		<b>Buddlejáceas</b>
5	Hojas opuestas o verticiladas. Corola acampanada.		<b>Gentianáceas</b>
5'	Hojas alternas. Corola rotada o infundibuliforme.		<b>Meniantáceas</b>
6	Polen pulverulento, estambres libres o unidos al estigma por sus anteras.		<b>Apocináceas</b>
6'	Polen en polinias, estambres unidos al gineceo formando un ginostegio.		<b>Asclepiadáceas</b>

## Familias del Orden Tubiflorales

- 1 Plantas pequeñas, delicadas, acuáticas o palustres, sin órganos vegetativos bien diferenciados, provistos de órganos especializados para atrapar y digerir pequeños insectos (plantas insectívoras).

### Lentibulariáceas

- 1' Plantas terrestres o palustres, no insectívoras, con órganos vegetativos bien diferenciados ..... 2

- 2 Hierbas parásitas (con o sin clorofila).

### Cuscutáceas

- 2' Plantas autótrofas ..... 3

- 3 Flores actinomorfas, a veces zigomorfas. Estambres 5 ..... 4

- 3' Flores zigomorfas. Estambres 4-2 ..... 8

- 4 Gineceo generalmente 2 carpelar, 4 ovulado ..... 5

- 4' Gineceo 2 carpelar, con numerosos óvulos ..... 6

- 5 Estilo normalmente ginobásico, cuando terminal con estigma cónico, truncado.

### Borragináceas

- 5' Estilo terminal, estigma nunca cónico.

### Convolvuláceas

- 6' Fruto carnoso (baya).

### Solanáceas

- 6 Fruto seco ..... 7

- 7 Fruto envuelto por el cáliz endurecido.

### Esclerofiláceas

- 7' Fruto cápsula loculicida, generalmente dehiscente por 2 valvas, no envuelta por el cáliz endurecido.

### Hidrofiláceas

8	Fruto drupáceo o deshaciéndose a la madurez en 4 coquitos (clusas) .....	9
8'	Fruto cápsula drupácea o baya .....	10
9	Estilo ginobásico. Corola bilabiada	
		<b>Lamiáceas</b>
9'	Estilo terminal. Corola levemente zigomorfa	
		<b>Verbenáceas</b>
10	Ovario 1 locular .....	11
10'	Ovario 2 locular .....	12
11	Fruto: cápsula drupácea, con largo pico que a la madurez se divide en 2 cuernos.	
		<b>Martiniáceas</b>
11'	Fruto cápsula, a veces baya, sin pico, ni cuernos	
		<b>Gesneriáceas</b>
12	Hojas generalmente compuestas. Semillas a menudo aladas. Árboles o lianas.	
		<b>Bignoniáceas</b>
12'	Hojas simples. Semillas no aladas. Hierbas o arbustos .....	13
13	Numerosos óvulos por lóculo.	
		<b>Escrofulariáceas</b>
13'	Sólo 2 óvulos por lóculo.	
		<b>Acantáceas</b>

#### Familias del Orden Rubiales

1	Flores isostémonas (estambres en igual número que los pétalos). Ovario 2-5-locular. Fruto n-semiado .....	2
1'	Flores oligostémonas (estambres en menor número que los pétalos). Ovario 1-locular. Fruto 1-semiado .....	3

2 Hojas simples, con estípulas. Flores actinomorfas.  
**Rubiáceas**

2' Hojas simples sin estípulas o compuestas con estípulas. Flores actino o zigomorfas.  
**Caprifoliáceas**

3 Inflorescencias densas (en cabezuelas o espigas), con involucre de brácteas en la base. Flores con involucelo persistente.  
**Dipsacáceas**

3' Flores aisladas, o inflorescencias laxas (cuando en cabezuelas sin involucre). Flores sin involucelo.  
**Valerianáceas**

#### **Familias del Orden Campanulales**

1 Flores solitarias o en inflorescencias variadas (pero nunca en capítulos involucrados). Cáliz bien desarrollado. Ovario 2-5-locular, n-ovulados. Fruto cápsula (raro baya). Plantas con látex.  
**Campanuláceas**

1' Flores reunidas en capítulos involucrados. Cáliz generalmente reducido. Ovario 1-locular, 1-ovulado. Fruto capsela. Plantas con o sin látex ..... 2

2 Estilo con estigma capitado. Filamentos estaminales soldados, anteras libres o soldados en su parte basal. Plantas sin látex.  
**Caliceráceas**

2' Estilo con 2 ramas estigmáticas. Filamentos estaminales libres entre sí, anteras soldados en un tubo. Plantas con o sin látex.  
**Asteráceas**

## Órdenes de la Clase Monocotiledóneas

- 1 Flores unisexuales, sin perianto ni brácteas, agrupadas en espiga densa. Plantas palustres.  
Orden: **Pandanales**, Familia: **Tifáceas**
- 1' Flores unisexuales o perfectas, con perianto o con brácteas, solitarias o en inflorescencias ..... 2
- 2 Gineceo dialicarpelar. Semillas sin albumen. Plantas palustres.  
**Fluviales**, clave de familias en pág. 117
- 2' Gineceo 1-carpelar o formado por 3 carpelos soldados. Semillas con o sin endosperma. Plantas de hábito variado ..... 3
- 3 Semillas con endosperma. Flores actinomorfas. Gineceo súpero o ínfero ..... 4
- 3' Semillas sin endosperma. Flores zigomorfas. Gineceo ínfero ..... 8
- 4 Gineceo 1-carpelar. Flores protegidas por varias brácteas más o menos desarrolladas (glumas y glumelas).  
**Glumiflorales**, clave de familias en pág. 117
- 4' Gineceo 3-carpelar. Flores desnudas dispuestas en espádice o racimo, protegidas por una bráctea ..... 5
- 5 Inflorescencia en racimo o panoja, protegida por una espata leñosa.  
Orden: **Principales**, Familia: **Arecáceas**
- 5' Flores protegidas por brácteas rudimentarias, o inflorescencia en espádice, protegida por una espata herbácea (nunca la espata es leñosa) ..... 6
- 6 Flores dispuestas en espádice, protegida por una espata herbácea  
**Espatiflorales**, clave de familias en pág. 118
- 6' Flores protegidas por brácteas rudimentarias ..... 7
- 7 Semillas con endosperma harinoso. Flores heteroclamídeas.  
**Farinosales**, clave de familias en pág. 118

- 7' Semilla con endosperma carnoso. Flores heteroclamídeas u homoclamídeas.  
**Liliflorales**, clave de familias en pág. 118
- 8 Semillas más o menos grandes y en número definido. Hojas grandes, pinnatinervadas.  
**Escitaminales**, clave de familias en pág. 120
- 8' Semillas muy pequeñas y numerosas. Hojas pequeñas, paralelinervadas o curvinervadas.  
**Orden: Microspermales, Familia: Orquidáceas**

#### Familias del Orden Fluviales

- 1 Flores epíginas. Gineceo gamocarpelar.  
**Hidrocaritáceas**
- 1' Flores hipóginas. Gineceo dialicarpelar ..... 2
- 2 Plantas acuáticas sumergidas. Flores haploclamídeas o aclamídeas, inconspicuas.  
**Potamogetonáceas**
- 2' Plantas palustres no sumergidas. Flores heteroclamídeas, vistosas ..... 3
- 3 Fruto poliaquenio. Carpelos 1-pauciovulados.  
**Alismatáceas**
- 3' Fruto polifolículo. Carpelos n-ovulados.  
**Limnocaritáceas**

#### Familias del Orden Glumiflorales

- 1 Tallos generalmente huecos, de sección circular, con nudos y entrenudos. Hojas dísticas, con la vaina comúnmente hendida y con lígula. Flores protegidas por 2 glumelas y con lodículas. Fruto cariopsis.  
**Poáceas**

- 1' Tallos macizos de sección triangular, sin nudos ni entrenudos. Hojas dispuestas en 3 planos con la vaina cerrada y sin lígula. Flores protegidas por una sola gluma, sin lodículas. Fruto aquenio.

**Ciperáceas**

**Familias del Orden Espatiflorales**

- 1 Plantas terrestres o epífitas, rara vez acuáticas flotantes (en este caso, mayores de 10 cm), con hojas y tallos diferenciados, con raíces.

**Aráceas**

- 1' Plantas flotantes muy pequeñas (menores de 2 cm), con vástago llamado "fronde" no diferenciado en hojas y tallos, con o sin raíces.

**Lemnáceas**

**Familias del Orden Farinosales**

- 1 Perianto homoclamídeo corolino. Plantas acuáticas o palustres.

**Pontederiáceas**

- 1' Perianto heteroclamídeo. Plantas terrestres o epífitas ..... 2

- 2 Plantas en roseta, de hojas lineares, rígidas. Estambres glabros.

**Bromeliáceas**

- 2' Plantas herbáceas, con tallos nudosos y hojas herbáceas generalmente ovadas o elípticas. Estambres generalmente pilosos.

**Commelináceas**

**Familias del Orden Liliflorales**

- 1 Hojas generalmente angostas, paralelinervadas, sin pecíolo evidente (lámina sésil o con vaina basal) ..... 2

- 1' Hojas con pecíolo bien diferenciado y lámina más o menos retinervadas .... 8

- 2 Plantas con tallos y hojas herbáceas (sin crecimiento secundario) ..... 3

2'	Plantas a menudo arborescentes (xerófilas) con hojas rígidas o suculentas, tallos generalmente con crecimiento secundario .....	7
3	Gineceo súpero .....	4
3'	Gineceo ínfero .....	5
4	Perianto calicoide.	<b>Juncáceas</b>
4'	Perianto corolino.	<b>Liliáceas</b>
5	Estambres 3.	<b>Iridáceas</b>
5'	Estambres 6 .....	6
6	Plantas con bulbo tunicado. Tallos florales no foliosos (escapos).	<b>Amarilidáceas</b>
6'	Plantas con rizomas delgados y raíces tuberizadas. Tallos florales foliosos.	<b>Alstroemeriáceas</b>
7	Óvulos ortótropos.	<b>Aloeáceas</b>
7'	Óvulos anátropos.	<b>Agaváceas</b>
8	Ovario súpero. Hojas con zarcillos.	<b>Smilacáceas</b>
8'	Ovario ínfero. Hojas sin zarcillos.	<b>Dioscoreáceas</b>

## Familias del Orden Escitaminales

- 1 Estambres fértiles generalmente 5, flores homoclamídeas. Con pseudotallo formado por las vainas de las hojas ..... 2
- 1' Estambres fértiles 1 ó ½, flores heteroclamídeas ..... 4
- 2 Fruto baya carnosa.  
Musáceas
- 2' Fruto cápsula leñosa o esquizocarpio ..... 3
- 3 Fruto esquizocarpio. Semillas sin arilo.  
Heliconiáceas
- 3' Fruto cápsula leñosa. Semillas con arilo.  
Estrelitziáceas
- 4 Estambres 1 con antera biteca.  
Zingiberáceas
- 4' Estambres con ½ antera fértil (1 teca) y la otra mitad petaloide ..... 5
- 5 Hojas sin articulación engrosada en la base de la lámina. Semillas sin arilo.  
Cannáceas
- 5' Hojas con articulación engrosada en la base de la lámina. Semillas con arilo.  
Marantáceas

### 2.3. El sistema de Cronquist en cuadros sinópticos

División: Pinófitas

Clase	Orden (126)*	Familia/as
Cicadópsidos	Cicadales	Cicadáceas
Ginkgópodos	Ginkgoales	Ginkgoáceas
Pinópodos	Taxales	Taxáceas

el cuadro continúa en pág. siguiente

\* Entre paréntesis se indica la página donde se presenta la clave que permite la diferenciación de los taxones involucrados.

Clase	Orden (126) <sup>2</sup>	Familia/as
Pinópsidos	Pinales (127)	Pináceas Cupresáceas Taxodiáceas Podocarpáceas Cefalotaxáceas Araucariáceas
Gnetópsidos	Efedrales	Efedráceas

División: **Magnoliófitas** (128)

División	Clase	Subclase
Magnoliófitas	Magnoliópsidas (128)	Magnólidas Hamamélidas Cariofilidas Dilépidas Rósidas Astéridas
	Liliópsidas (153)	Alismátidas Arécidas Comelinidas Zingiberidas Lípidas

División: **Magnoliópsidas** (128)

Subclase	Orden	Familia/as
Magnólidas (130)	Magnoliales (131)	Magnoliáceas Anonáceas
	Laurales	Lauráceas
	Piperales	Piperáceas
	Aristolochiales	Aristolochiáceas
	Ninfeales (131)	Ninfeáceas Ceratofiláceas
	Ranunculales (131)	Ranunculáceas Berberidáceas Menispermáceas
	Papaverales (132)	Papaveráceas Fumariáceas

Clase: Magnoliópsidas (128)

Subclase	Orden	Familia/as
Hamamélidas (132)	Hamamelidales (133)	Platanáceas Hamamelidáceas
	Urticales (133)	Ulmáceas Celtidáceas Cannabáceas Moráceas Cecropiáceas Urticáceas
	Juglandales	Juglandáceas
	Fagales (134)	Fagáceas Nothofagáceas Betuláceas
	Casuarinales	Casuarináceas

Clase: Magnoliópsidas (128)

Subclase	Orden	Familia/as
Cariofilidas (134)	Cariofilales (135)	Fitolacáceas Achatocarpáceas Nictagináceas Aizoáceas Cactáceas Quenopodiáceas Amarantáceas Portulacáceas Cariofiláceas
	Poligonales	Poligonáceas
	Plumbaginales	Plumbagináceas

Clase: Magnoliópsidas (128)

Subclase	Orden	Familia/as
Dilénidas (136)	Teales	Teáceas
	Malvales (138)	Tiliáceas Esterculiáceas Bombacáceas Malváceas

*el cuadro continúa en pág. siguiente*

<b>Subclase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia/as</b>
Dilénidas (136)	Violales (138)	Flacurtiáceas Violáceas Tamaricáceas Turneráceas Pasifloráceas Caricáceas Cucurbitáceas Begoniáceas Loasáceas
	Salicales	Salicáceas
	Capparales (140)	Capparidáceas Brasicáceas
	Ericales	Ericáceas
	Ebenales (140)	Sapotáceas Ebenáceas
	Primulales (140)	Mirsináceas Primuláceas

Clase: Magnoliópsidas (128)

<b>Subclase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia/as</b>
Rósidas (141)	Rosales (143)	Crasuláceas Saxifragáceas Rosáceas
	Fabales (143)	Mimosáceas Cesalpiniáceas Fabáceas
	Proteales	Proteáceas
	Haloragales	Haloragáceas
	Mirtales (144)	Litráceas Mirtáceas Punicáceas Onagráceas Melastomatáceas Combretáceas
	Santalales (144)	Olacáceas Santaláceas Misodendráceas Lorantáceas

*el cuadro continúa en pág. siguiente*

<b>Subclase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia/as</b>
Rósidas (141)	Celastrales (145)	Celastráceas Aquifoliáceas
	Euforbiales	Euforbiáceas
	Ramnales (145)	Ramnáceas Vitáceas
	Linales (146)	Eritroxiláceas Lináceas
	Poligalales (146)	Malpighiáceas Poligaláceas
	Sapindales (146)	Sapindáceas Aceráceas Anacardiáceas Simarubáceas Meliáceas Rutáceas Zigofiláceas
	Geraniales (147)	Oxalidáceas Geraniáceas Tropeoláceas
	Apiales (148)	Araliáceas Apiáceas

Clase: **Magnoliópsidas** (128)

<b>Subclase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia/as</b>
Astéridas (148)	Gentianales (150)	Loganiáceas Gentianáceas Apocináceas Asclepiadáceas
	Solanales (150)	Solanáceas Esclerofilacáceas Convolvuláceas Cuscutáceas Meniantáceas Hidrofiláceas
	Lamiales (151)	Borragináceas Verbenáceas Lamiáceas
	Plantaginales	Plantagináceas

*el cuadro continúa en pág. siguiente*

Subclase	Orden	Familia/as
Astéridas (148)	Escrofulariales (152)	Buddlejáceas Oleáceas Escrofulariáceas Gesneriáceas Acantáceas Martiniáceas Bignoniáceas Lentibulariáceas
	Campanulales	Campanuláceas
	Rubiales	Rubiáceas
	Dipsacales (153)	Caprifoliáceas Valerianáceas Dipsacáceas
	Calicales	Caliceráceas
	Asterales	Asteráceas

Clase: Liliópsidas (153)

Subclase	Orden	Familia/as
Alismátidas (154)	Alismatales (154)	Limnocaritáceas Alismatáceas
	Hidrocharitales	Hidrocaritáceas
	Najadales	Potamogetonáceas

Clase: Liliópsidas (153)

Subclase	Orden	Familia/as
Arécidas (155)	Arecales	Arecáceas
	Arales (155)	Aráceas Lemnáceas

Clase: Liliópsidas (153)

Subclase	Orden	Familia/as
Comelínidas (155)	Commelinales	Commelináceas
	Juncales	Juncáceas
	Ciperales (156)	Ciperáceas Poáceas
	Tifales	Tifáceas

Clase: Liliópsidas (153)

Subclase	Orden	Familia/as
Zingibéridas (156)	Bromeliales	Bromeliáceas
	Zingiberales (157)	Estrelitziáceas Heliconiáceas Musáceas Zingiberáceas Cannáceas Marantáceas

Clase: Liliópsidas (153)

Subclase	Orden	Familia/as
Lílidas (158)	Liliales (158)	Pontederiáceas Liliáceas Alstromeriáceas Amarilidáceas Iridáceas Aloáceas Agaváceas Smilacáceas Dioscoreáceas
	Orquidales	Orquidáceas

## 2.4. Claves didácticas del sistema de Cronquist

### Clave para reconocer los grupos de las plantas con semillas

- 1 Óvulos protegidos dentro de cavidades ováricas. Xilema secundario generalmente con vasos leñosos. Semillas nunca protálicas (perispermadas, endospermadas, o sin reservas). Fecundación doble.  
División: **Magnoliófitas**, clave de clases en pág. 129
- 1' Óvulos no protegidos en ovarios. Xilema secundario sin vasos leñosos (salvo en unas pocas especies del Orden Gnetales). Semilla con reserva protálica. Fecundación simple ..... 2  
División: **Pinófitas**
- 2 Xilema secundario con vasos. Gametófito femenino sin cámara arquegonial. Óvulos con pico micropilar.  
Clase: **Gnetópsidas**, Orden: **Efedrales**, Familia: **Efedráceas**
- 2' Xilema secundario sin vasos. Gametófito femenino con cámara arquegonial (cuando hay gametas ciliadas) o sin cámara arquegonial. Óvulos sin pico micropilar ..... 3
- 3 Tallo sin ramificaciones (estípite). Crecimiento homoblástico. Hojas pinnatiformes. Hojas ovulíferas bien desarrolladas.  
Clase: **Cicadópsidas**, Orden: **Cicadales**, Familia: **Cicadáceas**
- 3' Tallo con ramificaciones. Crecimiento heteroblástico. Hojas simples de formas variadas. Hojas ovulíferas reducidas ..... 4
- 4 Hojas flabeladas, caducas, con venación dicotómica. Hojas ovulíferas solitarias.  
Clase: **Ginkgópsidas**, Orden: **Ginkgoales**, Familia: **Ginkgáceas**
- 4' Hojas escamiformes, aciculares o angostamente elípticas, generalmente 1-nervadas. Hojas ovulíferas solitarias o más frecuentemente agrupadas en conos ..... 5
- 5 Óvulos aislados en el extremo de los braquiblastos, no formando conos o estróbilos. Semillas secas, rodeadas por un arilo carnoso cupuliforme.  
Clase: **Pinópsidas**, Orden: **Taxales**, Familia: **Taxáceas**

- 5' Óvulos reunidos en conos o estróbilos más o menos definidos. Semillas generalmente no rodeadas por una cubierta carnosa.

Clase: **Pinópsidas**, Orden: **Pinales**, clave de familias en pág. 128

### Familias del Orden Pinales

- 1 Semillas drupáceas, con el pie de la semilla o con el tegumento carnoso. Estructuras seminíferas aisladas, rara vez reunidas en estróbilos no leñosos (excepción en el género *Saxegothaea*) ..... 2

- 1' Semillas con el tegumento seco, sin envoltura carnosa. Estructuras seminíferas por lo común en estróbilos leñosos (estróbilos carnosos en el género *Juniperus*) ..... 3

- 2 Hojas políniferas con 2 sacos polínicos. Hoja ovulífera con 1 óvulo. Pie de la semilla carnoso. Árboles o arbustos dioicos o monoicos.

**Podocarpáceas**

- 2' Hojas polínicas con 3-8 sacos polínicos. Hoja ovulífera con 2 óvulos; aunque luego uno de ellos puede atrofiarse o abortar. Pie de la semilla no carnoso. Árboles o arbustos generalmente dioicos.

**Cefalotáxáceas**

- 3 Conos ovulíferos grandes, globosos o aovados. Hoja ovulífera con 1 óvulo. Árboles monoicos o dioicos, de hojas alternas, persistentes.

**Araucariáceas**

- 3' Conos ovulíferos grandes, medianos o pequeños, globosos, cónicos u oblongos. Hoja ovulífera con 2 o más óvulos ..... 4

- 4 Hojas opuestas o verticiladas, generalmente escamiformes. Estróbilos globosos, leñosos o carnosos. Árboles o arbustos generalmente monoicos, de hojas persistentes.

**Cupresáceas**

- 4' Hojas alternas o fasciculadas, generalmente aciculares o lineares. Estróbilos leñosos, oblongos, cónicos o globosos. Árboles generalmente monoicos, de hojas persistentes o caedizas ..... 5

- 5 Hojas ovulíferas planas o cóncavas, con 2 óvulos en su axila. Árboles monoicos, de hojas fasciculadas, raro aisladas, generalmente persistentes. Semillas normalmente aladas.

**Pináceas**

- 5' Hojas ovulíferas peltadas o  $\pm$  planas, con 2-12 óvulos en su axila. Árboles generalmente monoicos, de hojas alternas, persistentes o caedizas. Semillas sin alas.

**Taxodiáceas**

### **Clases de la División Magnoliófitas**

- 1 Embrión normalmente con 2 cotiledones. Hojas mayormente retinervadas. Cambium intravascular presente. Flores 4-5-meras (rara vez 3-meras) a veces flores desnudas o monoperiantadas. Polen típicamente con 3 poros.

**Magnoliópsidas**, clave de subclases en pág. 129

- 1' Embrión normalmente con 1 cotiledón. Hojas mayormente paralelinervadas. Cambium intravascular ausente. Flores 3-meras (rara vez 4-meras). Polen típicamente con 1 poro.

**Liliópsidas**, clave de subclases en pág. 154

### **Clase Magnoliópsidas**

#### **Subclases de Magnoliópsidas**

- 1 Polen generalmente monocolpado (con 1 apertura). Estambres laminares o acintados. Plantas que frecuentemente acumulan alcaloides de tipo bencil-isoquinolina o aporfina, pero nunca con pigmentos solubles en agua (tipo betalainas) y raras veces con taninos. Gineceo con los carpelos separados entre sí. Flores con o sin pétalos .

**Magnólidas**, clave de órdenes en pág. 131

- 1' Polen generalmente tricolpado (con 3 aperturas o surcos germinales). Estambres no laminares, con los filamentos cilíndricos. Plantas generalmente sin alcaloides tipo bencil-isoquinolina o aporfina, pero a menudo con otras clases de alcaloides, con taninos y betalainas ..... 2

- 2 Flores reducidas, a menudo unisexuales (imperfectas) y dispuestas en amentos. Perianto poco desarrollado o ausente. Semillas escasas sobre placentas no parietales.

**Hamamélidas**, clave de órdenes en pág. 133

- 2' Flores normalmente bien desarrolladas. Perianto evidente (si el perianto no está bien desarrollado, las semillas son numerosas y se ubican en placentas parietales) ..... 3

- 3 Flores generalmente con pétalos soldados. Estambres en igual o menor número que los lóbulos corolinos y nunca opuestos a ellos. Carpelos 2 (raro 3-5), siempre gamocarpelar. Óvulos tenuinucelados y con 1 tegumento.

**Astéridas**, clave de órdenes en pág. 149

- 3' Flores con numerosos pétalos libres, rara vez áptalas o simpétalas (cuando simpétalas los estambres se presentan en mayor número y opuestos a los lóbulos corolinos). Carpelos 1 a numerosos, gamo o dialicarpelar. Óvulos crasinucelados y con 2 tegumentos ..... 4

- 4 Placentación variada, a menudo parietal (o también basal o central). Ovario 1-locular. Especies con número variable de estambres y con 2 o más lóculos que poseen 1-2 óvulos cada uno (especialmente en las especies con pocos estambres).

**Rósidas**, clave de órdenes en pág. 142

- 4' Placentación variada, a menudo axilar (o también parietal, central o basal). Ovario generalmente n-locular. Especies con pocos estambres y con varios óvulos por lóculos ..... 5

- 5 Plantas por lo general herbáceas, con betalaínas y sin compuestos iridoideos. Flores con pétalos visibles o apétalas (excepto el Orden Plumbaginales). Polen preferentemente 3-nucleado. Óvulos generalmente campilótropos o anfítropos. Placentación central o basal. Semillas comúnmente perispermadas.

**Cariofilidas**, clave de órdenes en pág. 136

- 5' Plantas por lo general leñosas (árboles o arbustos), sin betalaínas, a menudo con compuestos iridoideos. Flores normalmente con pétalos, a menudo fusionados. Polen preferentemente 2-nucleado. Óvulos rara vez campilótropos o anfítropos (excepto en el Orden Capparales). Solamente por excepción la placentación es central o basal. Semillas rara vez con perisperma.

**Dilénidas**, clave de órdenes en pág. 138

## Órdenes de la Subclase Magnóideas

- 1 Plantas que poseen idioblastos con aceites volátiles en tejidos parenquimáticos. En general presentan nudos 1-3-n-lacunares (excepto el orden Laurales). Polen frecuentemente uniaperturado. Pétalos, cuando presentes, homólogos con los sépalos y brácteas ..... 2
- 1' Plantas sin idioblastos oleíferos (excepto el Orden Ninfales). En general presentan nudos 1-lacunares. Polen frecuentemente con 3 poros. Pétalos, cuando presentes, aparentemente de origen estaminoidal ..... 5
- 2 Plantas normalmente leñosas, árboles o arbustos. Flores generalmente con perianto evidente, que puede o no diferenciarse en pétalos y sépalos ..... 3
- 2' Plantas herbáceas, subherbáceas o lianas (enredaderas leñosas) ..... 4
- 3 Flores principalmente hipóginas. Polen típicamente 1-aperturado. Estambres con filamentos laminares. Nudos generalmente 3-n-lacunares. Estípulas presentes o ausentes.

**Magnoliales**, clave de familias en pág. 132

- 3' Flores períginas o epíginas. Polen 2-aperturado. Estambres dehiscentes por valvas, con filamentos filiformes. Nudos 1-lacunares. Hojas sin estípulas.

Orden: **Lurales**, Familia: **Lauráceas**

- 4 Flores con perianto reducido o ausente, reunidas en inflorescencias espiciformes, densas. Óvulos ortótopos. Semillas con perisperma.

Orden: **Piperales**, Familia: **Piperáceas**

- 4' Flores con perianto bien desarrollado, generalmente solitarias (algunas veces en cimas o racimos). Óvulos anátropos. Semillas con endosperma.

Orden: **Aristoliquiales**, Familia: **Aristoliquiáceas**

- 5 Plantas acuáticas, sin vasos. Placentación laminar. Polen sin poros o 1-aperturado.

**Ninfales**, clave de familias en pág. 132

- 5' Plantas terrestres (ocasionalmente acuáticas), con vasos. Placentación variada. Polen 3-aperturado (o derivado de éste) ..... 6

6 Gineceo dialicarpelar (o 1-carpelar). Por lo general con más de 2 sépalos.  
**Ranunculales**, clave de familias en pág. 132

6' Gineceo gamocarpelar, usualmente con 2 carpelos. Generalmente con 2 sépalos (raro 3 ó 4).

**Papaverales**, clave de familias en pág. 133

### Familias del Orden Magnoliales

1 Hojas sin estípulas.

**Anonáceas**

1' Hojas con estípulas evidentes y caedizas.

**Magnoliáceas**

### Familias del Orden Ninféales

1 Plantas enraizadas a un sustrato. Flores perfectas, normalmente con pétalos notables, pedunculadas y alcanzando o superando la superficie del agua. Ovario 2-n-carpelar (rara vez 1-carpelar), 2-n-ovulados. Hojas largamente pecioladas de láminas cordadas o peltadas, generalmente flotantes o emergentes. Óvulos anátropos. Polen 1-aperturado.

**Ninféáceas**

1' Plantas de raíces libres (no enraizadas a un sustrato), flotantes libres o sumergidas. Flores apétalas, unisexuales, inconspicuas y sésiles. Ovario 1-carpelar, 1-ovulado. Hojas sésiles, verticiladas y disectas. Óvulo ortótropo. Polen imperforado.

**Ceratofiláceas**

### Familias del Orden Ranunculales

1 Flores casi siempre unisexuales. Plantas leñosas, generalmente lianas.

**Menispermáceas**

1' Flores generalmente perfectas. Hierbas o arbustos ..... 2

- 2 Carpelos 2 a numerosos, rara vez solitarios o débilmente unidos. Estambres numerosos, dispuestos en forma espiralada. Anteras con dehiscencia longitudinal. Hierbas, rara vez lianas o arbustos.

**Ranunculáceas**

- 2' Carpelos solitarios. Estambres 4-18, a menudo 6, opositipétalos. Anteras dehiscentes por 2 valvas. Arbustos o pequeños árboles, rara vez hierbas.

**Berberidáceas**

### Familias del Orden Papaverales

- 1 Sépalos completamente encerrados al botón floral antes de la antesis. Flores actinomorfas. Estambres numerosos. Plantas con látex.

**Papaveráceas**

- 1' Sépalos pequeños, no encerrados al desarrollarse el botón floral. Flores marcadamente zigomorfas. Estambres generalmente 6. Plantas sin látex.

**Fumariáceas**

### Órdenes de la Subclase Hamamélidas

- 1 Flores con carpelos libres (o parcialmente soldados) y con 1-n-óvulos. Semillas endospermadas con embrión pequeño o grande. Cada flor produce más de un fruto, o sólo 1 dehiscente.

**Hamamelidales**, clave de familias en pág. 133

- 1' Flores con carpelos íntegramente soldados y con no más de 2 óvulos por cada uno. Semillas con o sin endosperma, pero con embrión siempre grande. Cada flor produce un único fruto indehiscente ..... 2

- 2 Hojas pinnaticompuestas o 3-folioladas. Ovario 1-2-locular con 1-2 óvulos por lóculo, o con un lóculo vacío.

Orden: **Juglandales**, Familia: **Juglandáceas**

- 2' Hojas simples (a veces profundamente partidas) ..... 3

- 3 Plantas leñosas. Flores normalmente reunidas en amentos (al menos las estaminadas). Ovario con 1-n-lóculos. Cáliz ausente o muy reducido ..... 4

- 3' Plantas leñosas o herbáceas. Flores nunca reunidas en amentos (al menos las estaminadas). Ovario 1-locular (rara vez 2-locular). Cáliz presente.

**Urticales**, clave de familias en pág. 134

- 4 Hojas bien desarrolladas, opuestas o alternas. Flores con perianto monoclamídeo. Ramas no articuladas. Óvulos con un único saco embrionario.

**Fagales**, clave de familias en pág. 135

- 4' Hojas escamiformes, verticiladas. Flores sin perianto. Ramas articuladas. Óvulos con numerosos sacos embrionarios.

Orden: **Casuarinales**, Familia: **Casuarináceas**

### Familias del Orden Hamamelidales

- 1 Base del pecíolo dilatada, formando un cartucho que cubre la yema. Aquenio 1-seminado rodeado de pelos. Árboles.

**Platanáceas**

- 1' Base del pecíolo no dilatada, dejando ver la yema en su axila. Folículos n-semi-nados rodeado de pelos. Árboles o arbustos.

**Hamamelidáceas**

### Familias del Orden Urticales

- 1 Ovario con 2 estilos (algunas veces 1 estilo se encuentra más o menos reducido). Óvulo apical, péndulo y anátropo ..... 2

- 1' Ovario con 1 solo estilo. Óvulo basal, erecto y más o menos ortótropo ..... 5

- 2 Plantas sin látex ni jugo lechoso ..... 3

- 2' Plantas generalmente con látex y jugo lechoso.

**Moráceas**

- 3 Plantas leñosas ..... 4

- 3' Hierbas (a veces enredaderas).

**Cannabáceas**

- 4 Fruto sámara. Semillas planas. **Ulmáceas**
- 4' Fruto drupa. Semillas esféricas. **Celtidáceas**
- 5 Estambres más o menos erectos en el botón floral, no elásticamente reflejo en la dehiscencia. Plantas leñosas. Cistolitos ausentes. **Cecropiáceas**
- 5' Estambres incurvos en el botón floral, elásticamente recurvos en la dehiscencia. Hierbas o arbustos. Cistolitos generalmente presentes. **Urticáceas**

**Familias del Orden Fagales**

- 1 Carpelos 2, rara vez 3. Flores pistiladas dispuestas en amentos. Frutos sin cúpula, a menudo encerrados por una túnica foliácea derivada de 2 ó 3 brácteas. **Betuláceas**
- 1' Carpelos 3, rara vez 2, 6 ó 12. Flores pistiladas no dispuestas en amentos. Frutos generalmente encerrados (individualmente o en grupos pequeños) por una cúpula multibracteada .....2
- 2 Polen 3-aperturado. Óvulos con 2 tegumentos. Flores estaminadas dipuestas en amentos o en pequeños dicasios densos (a veces flores agrupadas a lo largo del eje de la ramificación). **Fagáceas**
- 2' Polen 4-7-aperturado. Óvulos con 1 tegumento. Flores estaminadas dipuestas en grupos axilares conformados por 2-3-flores, o bien flores solitarias. **Nothofagáceas**

## Órdenes de la Subclase Cariofilidas

- 1 Uno a varios óvulos, campilótopos o anfítropos (raro anátropo), sobre placenta basal o central. Semillas con evidente perisperma. Plantas que por lo general producen betalaínas (rara vez producen antocianinas y ácido elágico).  
**Cariofilales**, clave de familias en pág. 136
- 1' Óvulos solitarios, anátropos u ortótopos sobre placenta basal. Semillas endospermadas. Plantas que por lo general producen antocianinas y/o ácido elágico (nunca betalaínas) ..... 2
- 2 Perianto 5-mero, diferenciado en cáliz y corola, con sus piezas soldadas. Hojas sin ócrea.  
Orden: **Plumbaginales**, Familia: **Plumbagináceas**
- 2' Perianto poco diferenciado, 3-mero (a veces 5-mero, rara vez 2-mero), gamopétalo. En general, hojas con ócrea.  
Orden: **Poligonales**, Familia: **Poligonáceas**

## Familias del Orden Cariofilales

- 1 Gineceo 1-n-carpelar, cada carpelo con 1 solo óvulo, o bien con 2 o más carpelos unidos formando un ovario compuesto con tantos lóculos y óvulos como carpelos ..... 2
- 1' Gineceo integrado por 2-n-carpelos unidos formando un ovario compuesto. Ovario 1-locular o bien, con tantos lóculos como carpelos (en este último caso más de 1 óvulo por carpelo o con algunos lóculos vacíos) ..... 3
- 2 Sépalos libres o rara vez soldados en la base, pero nunca formando un tubo. Ovario 2-n-carpelar, a veces 1-carpelar. Inflorescencia normalmente racimosa o densa, no encerrada por un involucre conspicuo. Hojas alternas.  
**Fitolacáceas**
- 2' Sépalos unidos formando un tubo que comúnmente simula una corola gamopétala, algunas veces encerradas o cubiertas por brácteas sepaloides. Carpelos solitarios. Inflorescencia generalmente cimosa o en pseudocabezuelas, sustentadas por un involucre conspicuo. Hojas opuestas, rara vez alternas.  
**Nictagináceas**

- 3 Flores con 10-20 estambres. Ovario 1-locular con 2 estilos y un solo óvulo basal.

**Achatocarpáceas**

- 3' Flores con pocos estambres, o bien con un ovario n-locular o con más de 1 óvulo ..... 4

- 4 Flores epíginas o menos frecuentemente de gineceo medio. Tépalos más o menos numerosos. Plantas suculentas ..... 5

- 4' Flores hipóginas o débilmente períginas. Tépalos y estambres poco numerosos (a excepción de la familia Portulacáceas). Plantas suculentas o no .... 6

- 5 Plantas generalmente de hojas suculentas. Tallos inermes. Ovario súpero o ínfero, normalmente n-locular.

**Aizoáceas**

- 5' Plantas con tallos suculentos y espinosos. Ovario ínfero, 1-locular.

**Cactáceas**

- 6 Perianto monoclamídeo, generalmente sepaloide, pequeño e inconspicuo, a veces ausente. Óvulos normalmente solitarios de placentación basal ..... 7

- 6' Perianto diclamídeo. Óvulos numerosos de placentación axilar ..... 8

- 7 Perianto verdoso y más o menos herbáceo. Filamentos estaminales libres o algo soldados sólo en la base.

**Quenopodiáceas**

- 7' Perianto generalmente seco, escarioso o membranáceo. Filamentos estaminales normalmente soldados.

**Amarantáceas**

- 8 Sépalos 2 (rara vez numerosos). Estambres en igual número que los pétalos y opuestos a ellos.

**Portulacáceas**

- 8' Sépalos 4-5. Estambres no en igual número que los pétalos ni opuestos a ellos.

**Cariofiláceas**

## Órdenes de la Subclase Dilénidas

- 1 Flores dialipétalas o apétalas (solamente gamopétalas en algunas especies del Orden Violales) ..... 2
- 1' Flores gamopétalas (excepto en el Orden Ericales) ..... 6
- 2 Placentación axilar (raro parietal) ..... 3
- 2' Placentación parietal (raro axilar) ..... 4
- 3 Sépalos imbricados. Filamentos libres (o unidos sin formar un tubo o columna). Células o cavidades mucilaginosas generalmente ausentes.  
Orden: **Teales**, Familia: **Teáceas**
- 3' Sépalos valvados. Filamentos casi siempre unidos formando un tubo o columna. Células o cavidades mucilaginosas a menudo presentes.  
**Malvales**, clave de familias en pág. 139
- 4 Plantas leñosas. Flores imperfectas (unisexuales) muy reducidas, con perianto inconspicuo, reunidas en amentos.  
Orden: **Salicales**, Familia: **Salicáceas**
- 4' Plantas herbáceas o leñosas. Flores perfectas (raro unisexuales) bien desarrolladas, con perianto evidente y nunca reunidas en amentos ..... 5
- 5 Hojas simples. Ovario 3-n-carpelar (rara vez 2-carpelar). Plantas que generalmente no presentan idioblastos de mirosina, ni perianto 4-mero.  
**Violales**, clave de familias en pág. 140
- 5' Hojas compuestas (rara vez simples o disectas). Ovario generalmente 2-carpelar. Plantas que –por lo común– presentan idioblastos de mirosina y perianto 4-mero.  
**Capparales**, clave de familias en pág. 141
- 6 Placentación central o basal. Estambres isostémonos y opuestos a los lóbulos corolinos.  
**Primulales**, clave de familias en pág. 142

6' Placentación axilar (o parietal). Estambres polistémonos y alternos a los lóbulos corolinos ..... 7

7 Polen en tétrades (a veces sólo 1 fértil); por lo general con anteras de dehiscencia poricida. Filamentos adheridos directamente al receptáculo. Plantas a menudo con compuestos iridoideos.

Orden: **Ericales**, Familia: **Ericáceas**

7' Polen en mónades; anteras con dehiscencia longitudinal. Filamentos siempre adheridos al tubo corolino. Plantas sin compuestos iridoideos.

**Ebenales**, clave de familias en pág. 141

### Familias del Orden Malvales

1 Anteras 4-esporangiadas y 2-tecas. Flores generalmente sin epicáliz. Filamentos libres o soldados ..... 2

1' Anteras 2-esporangiadas y monotecas. Flores generalmente con un epicáliz. Filamentos normalmente soldados en un tubo ..... 3

2 Filamentos estaminales libres o solamente soldados en la base en grupos de a 5 ó 10.

**Tiliáceas**

2' Filamentos estaminales soldados en un tubo alrededor del ovario.

**Esterculiáceas**

3 Árboles. Fruto generalmente dehiscente (cápsula loculicida), a veces indehiscente.

**Bombacáceas**

3' Hierbas o arbustos (rara vez árboles). Fruto esquizocárpico, algunas veces samaroides o abayado.

**Malváceas**

## Familias del Orden Violales

- 1 Ovario súpero o semiínfero (solamente ínfero en algunas especies de Flacurtiáceas) ..... 2
- 1' Ovario ínfero ..... 7
- 2 Flores n-pétalas o apétalas, generalmente con los pétalos libres algunas veces sólo soldados en la base ..... 3
- 2' Flores con los pétalos soldados.  
**Caricáceas**
- 3 Flores sin una corona estaminal, principalmente hipóginas (solamente epíginas en algunas especies de Flacurtiáceas) ..... 4
- 3' Flores con corona estaminal (excepto algunas especies de la familia Turneráceas), principalmente períginas ..... 6
- 4 Estambres 10 o en número mayor.  
**Flacurtiáceas**
- 4' Estambres 1-8 (a veces más numerosos en algunas especies de Tamaricáceas) ..... 5
- 5 Endosperma oleoso. Hojas no reducidas, sin glándulas secretoras de sales. Flores zigomorfas o actinomorfas.  
**Violáceas**
- 5' Endosperma amiláceo o nulo. Hojas muy reducidas, con glándulas secretoras de sales. Flores actinomorfas.  
**Tamaricáceas**
- 6 Corona estaminal presente o ausente. Flores sin ginóforo o androginóforo. Plantas erectas (no volubles).  
**Turneráceas**
- 6' Corona estaminal siempre presente. Flores con ginóforo o androginóforo. Enredaderas o lianas.  
**Pasifloráceas**

7 Flores normalmente unisexuales (rara vez polígamas o perfectas). Plantas sin compuestos iridoides ..... 8

7' Flores perfectas. Plantas que producen compuestos iridoides.

**Loasáceas**

8 Estambres 2-5 (típicamente 3: un estambre con anteras monotecas y 2 con anteras bitecas). Plantas con zarcillos. Corola gamopétala. Estilos 1-3. Fruto carnoso e indehiscente (pepónide) o seco.

**Cucurbitáceas**

8' Estambres 4 a numerosos (todos con anteras bitecas). Plantas sin zarcillos. Corola con los pétalos libres o nulos. Estilos 2-5, libres o soldados en la base. Fruto cápsula loculicida o baya.

**Begoniáceas**

**Familias del Orden Capparales**

1 Fruto típicamente 1-locular, con placentación parietal, o bien n-locular con placentación axilar. Estambres 4 a numerosos, pero nunca tetradínamos. Flores con ginóforo o androginóforo. Granos de polen 2-nucleados.

**Capparidáceas**

1' Fruto particionado por un replum, óvulos de placentación parietal. Estambres 6, normalmente tetradínamos (2 + 4). Flores rara vez con ginóforo y nunca con androginóforo. Granos de polen 3-nucleados.

**Brasicáceas**

**Familias del Orden Ebenales**

1 Plantas con látex. Nudos principalmente 3-lacunares.

**Sapotáceas**

1' Plantas sin látex. Nudos 1-lacunares.

**Ebenáceas**

## Familias del Orden Primulales

- 1 Plantas generalmente leñosas. Frutos principalmente carnosos o jugosos, a menudo 1-seminados.

**Mirsináceas**

- 1' Plantas herbáceas, rara vez subarborescentes. Frutos secos, principalmente capsular, con pocas o muchas semillas.

**Primuláceas**

## Órdenes de la Subclase Rósidas

- 1 Flores uni o dialicarpelar. Plantas nunca parásitas. Estambres numerosos .. 2

- 1' Flores generalmente sincárpicas con no más del doble de piezas periánticas (excepto algunas especies del orden Mirtales). Plantas autótrofas o parásitas ..... 4

- 2 Gineceo con 2 o más carpelos (raro 1). Endosperma presente o ausente.

**Rosales**, clave de familias en pág. 144

- 2' Gineceo generalmente 1-carpelar. Endosperma ausente o escaso (rara vez bien desarrollado) ..... 3

- 3 Pétalos bien desarrollados. Flores 5-meras (raro 4-meras). Comúnmente con 10 estambres. Hojas generalmente compuestas (raro simples), estipuladas y con pulvínulo basal. El gineceo es siempre unicarpelar. Frutos secos y dehiscentes por ambas suturas (legumbre) o indehiscentes (samara, lomento) o carnosos (drupa), usualmente con 2 o más semillas.

**Fabales**, clave de familias en pág. 144

- 3' Pétalos ausentes o representados por escamas o glándulas. Flores 4-meras, con no más de 8 estambres. Hojas simples o compuestas, sin estipulas ni pulvínulo. Frutos 1-seminados y dehiscentes por sólo una sutura.

Orden: **Proteales**, Familia: **Proteáceas**

- 4 Plantas autótrofas. Tallo con floema interno. Flores normalmente períginas o epíginas, 4-meras, a menudo con numerosos estambres y óvulos.

**Mirtales**, clave de familias en pág. 145

4'	Plantas autótrofas o parásitas. Tallo sin floema interno. Flores variadas .....	5
5	Plantas parásitas o hemiparásitas (rara vez autótrofas). Óvulos poco diferenciados.	
	<b>Santalales</b> , clave de familias en pág. 146	
5'	Plantas autótrofas. Óvulos diferenciados .....	6
6	Flores perfectas bien desarrolladas .....	7
6'	Flores más o menos reducidas y a menudo imperfectas; el perianto poco desarrollado o ausente .....	13
7	Hojas compuestas lobadas o partidas (rara vez simples o enteras) .....	8
7'	Hojas simples, enteras o dentadas (rara vez compuestas) .....	10
8	Ovario ínfero. Polen 3-nucleado.	
	<b>Apiales</b> , clave de familias en pág. 149	
8'	Ovario súpero. Polen 2-3-nucleado .....	9
9	Plantas por lo general leñosas.	
	<b>Sapindales</b> , clave de familias en pág. 147	
9'	Plantas por lo general herbáceas.	
	<b>Geraniales</b> , clave de familias en pág. 149	
10	Flores zigomorfas.	
	<b>Poligalales</b> , clave de familias en pág. 147	
10'	Flores actinomorfas. Ovario preferentemente súpero .....	11
11	Estambres unidos en la base (5 o más). Disco nectarífero ausente. Polen 3-nucleado.	
	<b>Linales</b> , clave de familias en pág. 147	
11'	Estambres libres (raro más de 5). Disco nectarífero presente .....	12

12 Estambres alternipétalos, a veces flores diplostémonas. Polen 2-3-nucleado.  
**Celastrales**, clave de familias en pág. 146

12' Estambres opositipétalos. Polen 2-nucleado.  
**Ramnales**, clave de familias en pág. 147

13 Planta herbácea con ovario ínfero y sin látex.  
Orden: **Haloragales**, Familia: **Haloragáceas**

13' Árboles, arbustos o hierbas con ovario súpero, a menudo con látex.  
Orden: **Euforbiales**, Familia: **Euforbiáceas**

### Familias del Orden Rosales

1 Semillas generalmente con endosperma escaso o nulo.  
**Rosáceas**

1' Semillas generalmente con endosperma bien desarrollado ..... 2

2 Plantas suculentas. Carpelos en igual número que los pétalos, libres o sólo unidos en la base. Gineceo súpero (sólo algunas veces el gineceo es perígino).  
**Crasuláceas**

2' Plantas no suculentas. Carpelos rara vez en igual número que los pétalos, libres o soldados. Flores hipóginas, períginas o epíginas.  
**Saxifragáceas**

### Familias del Orden Fabales

1 Flores con gineceo súpero o levemente períginas, actinomorfas. Pétalos generalmente valvados, a menudo unidos en la parte inferior formando un tubo. Estambres normalmente en número superior a 10. Filamentos estaminales exsertos y conspicuos. Hojas principalmente bipinnadas (algunas veces reducidas a filodios). Plantas mayoritariamente leñosas.  
**Mimosáceas**

1' Flores períginas, rara vez con gineceo súpero, corola zigomorfa. Pétalos generalmente imbricados. Estambres 10, 9 o en número menor. Filamentos estaminales no exsertos ni conspicuos. Hojas y hábitos variados.....2

- 2 Corola no papilionada. Pétalo superior interno. Sépalos generalmente libres. Filamentos estaminales libres o soldados. Plantas principalmente leñosas de hojas pinnadas o bipinnadas (rara vez simples o 1-folioladas).

**Cesalpiniáceas**

- 2' Corola principalmente papilionada (con estandarte, alas y quilla). Pétalo superior externo. Sépalos generalmente soldados en la parte inferior. Filamentos estaminales normalmente soldados (9 + 1). Plantas de hábito variado. Hojas pinnadas, palmadas o 3-folioladas (rara vez simples o 1-folioladas).

**Papilionáceas o Fabáceas**

### Familias del Orden Mirtales

- 1 Ovario súpero.

**Litráceas**

- 1' Ovario ínfero o périgino ..... 2

- 2 Estambres numerosos, generalmente más del doble de pétalos o sépalos.. 3

- 2' Estambres nunca en número mayor al doble de pétalos o sépalos ..... 4

- 3 Hojas con glándulas. Carpelos 2-5 (rara vez 16). Frutos variados, generalmente dehiscentes y con pocas semillas. Semillas sin protuberancia jugosa.

**Mirtáceas**

- 3' Hojas sin glándulas. Carpelos 7-9 (rara vez 15). Frutos indehiscentes y con numerosas semillas. Semillas con protuberancia jugosa.

**Punicáceas**

- 4 Óvulos de placentación apical. Frutos indehiscentes y 1-seminados. Árboles, arbustos o lianas.

**Combretáceas**

- 4' Óvulos de placentación axilar. Frutos normalmente dehiscentes y n-seminados. Plantas leñosas o herbáceas ..... 5

- 5 Anteras de dehiscencia longitudinal. Conectivo sin apéndices. Hojas pinnati-nervadas.

**Onagráceas**

- 5' Anteras de dehiscencia poricida. Conectivo provisto de apéndices notables. Hojas generalmente con 3-9 nervaduras longitudinales prominentes (rara vez pinnatinervadas).

**Melastomatáceas**

### Familias del Orden Santales

- 1 Plantas terrestres, autotrófas o adosadas a las raíces de sus huéspedes. Óvulos bien diferenciados o no diferenciados en nucela y tegumento ..... 2

- 1' Plantas aéreas, adosadas a las ramas de sus huéspedes. Óvulos no diferenciados en nucela y tegumento ..... 3

- 2 Perianto generalmente diclamídeo. Hojas alternas. Ovario principalmente súpero.

**Olacáceas**

- 2' Perianto monoclamídeo. Hojas generalmente opuestas (rara vez alternas). Ovario principalmente ínfero.

**Santaláceas**

- 3 Frutos secos. Hojas alternas. Inflorescencia amentiforme.

**Misodendráceas**

- 3' Frutos carnosos. Hojas e inflorescencias variadas.

**Lorantáceas**

### Familias del Orden Celastrales

- 1 Óvulos principalmente erectos o superpuestos en 2 hileras sobre la axila de la placenta. Disco nectarífero bien desarrollado. Hojas generalmente opuestas.

**Celastráceas**

- 1' Óvulos principalmente péndulos. Disco nectarífero ausente o representado por glándulas nectaríferas que alternan con los estambres. Hojas generalmente alternas.

**Aquifoliáceas**

### Familias del Orden Ramnales

- 1 Gineceo semi-ínfero o ínfero. Frutos drupáceos o frutos compuestos formados por mericarpios. Óvulos solitarios en cada cámara del ovario. Arbustos o árboles (sólo algunas veces enredaderas).

**Ramnáceas**

- 1' Gineceo súpero. Fruto baya. Óvulos apareados en cada cámara del ovario. Enredaderas o lianas.

**Vitáceas**

### Familias del Orden Linales

- 1 Árboles o arbustos. Estambres 10. Fruto drupa. Un sólo lóculo del ovario es fructífero. Disco o glándulas nectaríferas ausentes.

**Eritroxiláceas**

- 1' Plantas herbáceas (rara vez arbustos). Estambres 5. Fruto cápsula. Todos los lóculos del ovario son fructíferos. Disco nectarífero presente (formado por 2-5 glándulas).

**Lináceas**

### Familias del Orden Poligalales

- 1 Anteras de dehiscencia longitudinal. Estípulas presentes. Flores normalmente zigomorfas, pero nunca de apariencia papilionada.

**Malpighiáceas**

- 1' Anteras de dehiscencia poricida (poros terminales o subterminales). Estípulas ausentes. Flores normalmente zigomorfas, de apariencia papilionada.

**Poligaláceas**

### Familias del Orden Sapindales

- 1 Hojas con estípulas conspicuas. Más de 2 óvulos por carpelos. Semillas generalmente con endosperma.

**Zigofiláceas**

1' Hojas sin estípulas (cuando presentes son pequeñas y caducas). Más de 2  
óvulos por carpelos ..... 2

2 Disco nectarífero extraestaminal. Flores actinomorfas o zigomorfas ..... 3

2' Disco nectarífero intraestaminal o algunas veces modificado en un ginóforo  
..... 4

3 Hojas alternas (rara vez opuestas). Fruto capsular, drupáceo o samaróide  
(pero nunca en disámara).

#### **Sapindáceas**

3' Hojas opuestas. Fruto disámara (sámara 2-alada).

#### **Aceráceas**

4 Plantas fuertemente resinosas (con canales resiníferos intercelulares en la  
corteza y con conductos resiníferos en el floema de las principales nervaduras  
de las hojas).

#### **Anacardiáceas**

4' Plantas resinosas o no (si resinosas, nunca con conductos resiníferos en la  
corteza ni en las hojas) ..... 5

5 Hojas y pericarpio con punteado glandular que contiene aceites esenciales en  
cavidades secretoras.

#### **Rutáceas**

5' Hojas y pericarpio sin punteado glandular. Plantas con células secretoras pero  
sin cavidades secretoras ..... 6

6 Estambres libres. Semillas sin endosperma.

#### **Simarubáceas**

6' Estambres generalmente soldados por sus filamentos. Semillas con endos-  
perma bien desarrollado.

#### **Meliáceas**

### Familias del Orden Geraniales

- 1 Hojas simples. Flores zigomorfas, con espolón (uno de los sépalos se transforma en un espolón libre). Estambres 5-8.

**Tropeoláceas**

- 1' Hojas generalmente compuestas. Flores actinomorfas, sin espolón (sólo en el género *Pelargonium* las flores son algo zigomorfas y presentan un pequeño espolón soldado al pedicelo). Estambres en número doble o triple al de pétalos ..... 2

- 2 Fruto cápsula loculicida (a veces baya). Semillas con abundante endosperma.

**Oxalidáceas**

- 2' Fruto formado por mericarpios que se separan elásticamente de una columna central persistente. Endosperma nulo o escaso.

**Geraniáceas**

### Familias del Orden Apiales

- 1 Gineceo 1-n-carpelar. Fruto drupa o baya. Árboles, arbustos o lianas (rara vez plantas herbáceas).

**Araliáceas**

- 1' Gineceo 2-carpelar. Fruto esquizocarpio (los mericarpios se unen en la parte terminal de un carpóforo persistente). Hierbas (rara vez arbustos).

**Apiáceas**

### Órdenes de la Subclase Astéridas

- 1 Ovario generalmente súpero ..... 2

- 1' Ovario generalmente ínfero ..... 6

- 2 Corola actinomorfa con prefloración contorta. Plantas usualmente con hojas opuestas y floema interno.

**Gentianales**, clave de familias en pág. 150

- 2' Corola actinomorfa o zigomorfa con varios tipos de prefloración. Plantas generalmente con hojas alternas y sin floema interno (excepto algunas especies del Orden Solanales) ..... 3
- 3 Fruto con 4 núculas conspicuas, derivadas de un ovario 2-carpelar. Estilo a menudo ginobásico.  
**Lamiales**, clave de familias en pág. 151
- 3' Fruto variado. Estilo nunca ginobásico ..... 4
- 4 Corola escariosa y persistente; flores 4-meras, principalmente anemófilas. En general, las hojas se disponen en rosetas basales.  
 Orden: **Plantaginales**, Familia: **Plantagináceas**
- 4' Corola no escariosa y generalmente caediza. Flores 5-meras o 4-meras (excepto el androceo que puede ser isómero o anisómero), principalmente entomófilas u ornitófilas. Raras veces todas las hojas son basales ..... 5
- 5 Corola actinomorfa (a veces zigomorfa), 5-meras. Estambres isostémonos. Plantas que comúnmente producen alcaloides.  
**Solanales**, clave de familias en pág. 150
- 5' Corola zigomorfa, 4-meras. Estambres meyoestémonos. Plantas que raras veces producen alcaloides.  
**Escrofulariales**, clave de familias en pág. 152
- 6 Flores en inflorescencias variadas (si están en capítulos, los óvulos son péndulos y/o más de 1). Endosperma presente o ausente ..... 7
- 6' Flores en capítulos. Óvulos erectos, solitarios. Endosperma ausente ..... 8
- 7 Hierbas, arbustos o menos frecuentes árboles, de hojas alternas u opuestas. Óvulo basal y erecto. Granos de polen 3-nucleados. Plantas que normalmente producen poliacetilenos o lactonas (pero no compuestos iridoides).  
 Orden: **Asterales**, Familia: **Asteráceas**
- 7' Hierbas de hojas alternas. Óvulo apical y péndulo. Granos de polen 2-nucleados. Plantas que normalmente producen compuestos iridoides (pero no poliacetilenos o lactonas).  
 Orden: **Calicerales**, Familia: **Caliceráceas**

8 Plantas generalmente herbáceas. Hojas casi siempre alternas. Estambres libres o soldados en la base del tubo corolino.

Orden: **Campanulales**, Familia: **Campanuláceas**

8' Plantas generalmente leñosas. Hojas opuestas o verticiladas. Estambres soldados por arriba de la base del tubo corolino ..... 9

9 Estípulas normalmente presentes. Corola actinomorfa. Estambres generalmente en igual número que los pétalos.

Orden: **Rubiales**, Familia: **Rubiáceas**

9' Estípulas normalmente ausentes. Corola actinomorfa o levemente zigomorfa. Estambres en número mayor, igual o menor que los lóbulos de la corola.

**Dipsacales**, clave de familias en pág. 153

#### Familias del Orden Gentianales

1 Plantas sin látex ..... 2

1' Plantas con látex ..... 3

2 Hojas con estípulas interpeciolares (algunas veces reducidas). Ovario 2-3-locular. Placentación axilar. Plantas de hábitos diversos, a menudo leñosas que producen alcaloides y compuestos iridoides.

**Loganiáceas**

2' Hojas sin estípulas. Ovario 1-locular. Placentación parietal (rara vez central). Plantas que producen compuestos iridoides pero nunca alcaloides.

**Gentianáceas**

3 Polen no agrupado en polinias. Corona del androceo ausente. Plantas con compuestos iridoides.

**Apocináceas**

3' Polen agrupado en polinias. Corona del androceo bien desarrollada. Plantas sin compuestos iridoides.

**Asclepiadáceas**

## Familias del Orden Solanales

- 1 Tallos con floema interno. Plantas siempre autótrofas, que producen alcaloides, pero no compuestos iridoides ..... 2
- 1' Tallos sin floema interno. Plantas autótrofas o parásitas, que producen compuestos iridoides, pero no alcaloides ..... 4
- 2 Plantas sin látex. Estilo 1..... 3
- 2' Plantas generalmente con látex. Estilo 1 a numerosos.  
**Convolvuláceas**
- 3 Fruto carnoso (baya) o cápsula, no envuelto por el cáliz endurecido.  
**Solanáceas**
- 3' Fruto seco, envuelto por el cáliz endurecido.  
**Esclerofiláceas**
- 4 Plantas parásitas que no enraizan en el suelo. Embrión sin los cotiledones diferenciados.  
**Cuscutáceas**
- 4' Plantas autótrofas que enraizan en el suelo. Embrión con cotiledones evidentes ..... 5
- 5 Hierbas acuáticas o palustres. Lóbulos de la corola generalmente valvados. Plantas que producen compuestos iridoides.  
**Meniantáceas**
- 5' Hierbas terrestres o palustres o bien subarborescentes. Lóbulos de la corola generalmente imbricados. Plantas sin compuestos iridoides.  
**Hidrofiláceas**

## Familias del Orden Lamiales

- 1 Hojas alternas, normalmente enteras. Flores generalmente actinomorfas, con tantos estambres como lóbulos de la corola. Tallos de sección no cuadrangular. Plantas no aromáticas.  
**Borragináceas**

1' Hojas opuestas, enteras o dentadas (algunas veces compuestas). Flores generalmente zigomorfas o levemente actinomorfas en Verbenáceas. Estambres 2-4 (rara vez 5). Tallos jóvenes de sección cuadrangular. Plantas aromáticas o no ..... 2

2 Estilo terminal o subterminal. Plantas rara vez aromáticas. Ovario cortamente lobulado en el ápice o no totalmente lobulado.

**Verbenáceas**

2' Estilo ginobásico. Plantas aromáticas. Ovario lobulado.

**Lamiáceas**

### Familias del Orden Escrofulariales

1 Hierbas insectívoras, acuáticas o de sitios húmedos. Placentación central.

**Lentibulariáceas**

1' Hierbas no insectívoras y sólo ocasionalmente acuáticas. Placentación variada pero nunca central ..... 2

2 Corola actinomorfa, 4-lobada (ausente en algunas especies de Oleáceas). Plantas generalmente leñosas. Hojas opuestas o verticiladas ..... 3

2' Corola zigomorfa, 5-lobada (rara vez ausente). Hábito y hojas variados ..... 4

3 Estambres 4. Óvulos más o menos numerosos en cada lóculo.

**Buddlejáceas**

3' Estambres generalmente 2. Normalmente 2 óvulos por lóculo (a veces 1-4, rara vez numerosos).

**Oleáceas**

4 Semillas con el endosperma bien desarrollado (excepto en algunas especies de Gesneriáceas) ..... 5

4' Semillas con endosperma escaso o nulo ..... 6

5 Placentación axilar. Ovario típicamente 2-locular (-a veces 1-locular). Fruto capsular (rara vez baya o esquizocarpio).

**Escrofulariáceas**

5' Placentación parietal. Fruto baya o cápsula.  
**Gesneriáceas**

6 Fruto de dehiscencia explosiva.  
**Acantáceas**

6' Frutos indehiscentes o dehiscentes (en este último caso sin dehiscencia explosiva).  
**Bignoniáceas**

### Familias del Orden Dipsacales

1 Plantas leñosas, rara vez herbáceas. Estambres en igual número que los lóbulos de la corola (a veces menor). Óvulos a menudo más de 1 por lóculo.  
**Caprifoliáceas**

1' Plantas herbáceas, rara vez leñosas. Estambres en número menor que los lóbulos de la corola (rara vez igual). Nunca más de 1 óvulo por lóculo ..... 2

2 Flores sin epicáliz o involucelo, reunidas en varios tipos de inflorescencias, pero nunca en capítulos involucrados. Ovario 3-carpelar, 3-locular (1 lóculo fértil y 2 estériles).  
**Valerianáceas**

2' Flores con epicáliz o involucelo, reunidas en capítulos involucrados. Ovario 2-carpelar, 1-locular.  
**Dipsacáceas**

### Clase Liliópsidas

#### Subclases de Liliópsidas

1 Flores generalmente apocárpicas. Plantas acuáticas o subacuáticas, verdes (sí son terrestres carecen de clorofila), siempre herbáceas. Polen 3-nucleado. Endosperma generalmente ausente (cuando presente nunca es harinoso).  
**Alismátidas**, clave de órdenes en pág. 154

1' Flores generalmente sincárpicas. Plantas terrestres o epífitas (raro acuáticas). Polen 2-3-nucleado. Endosperma presente o ausente, por lo común harinoso ..... 2

- 2 Numerosas flores pequeñas, protegidas por una espata bien diferenciada y a menudo reunidas en espádice. Plantas arborescentes (excepto el Orden Arales). Hojas comúnmente ensanchadas y pecioladas; la venación paralela es atípica

**Arécidas**, clave de órdenes en pág. 156

- 2' Flores de tamaño y número variable, pero generalmente no protegidas por una espata y nunca reunidas en espádice. Plantas herbáceas, sólo por excepción arborescentes. Hojas angostas y paralelinervadas ..... 3

- 3 Néctar y nectarios generalmente ausentes. Perianto 3-mero con sépalos y pétalos bien diferenciados (en familias primitivas), o reducido a escamas o bien ausente (en familias derivadas).

**Comelinidas**, clave de órdenes en pág. 155

- 3' Néctar y nectarios presentes. Perianto generalmente bien desarrollado y llamativo (flores típicamente adaptadas a la zoofilia) .....  
..... 4

- 4 Perianto heteroclamídeo, con sépalos verdosos bien diferentes a los pétalos. Endosperma harinoso, con granos de almidón compuesto.

**Zingibéridas**, clave de órdenes en pág. 156

- 4' Perianto homoclamídeo, con sépalos usualmente petaloides en forma y textura. Endosperma ausente o con reservas de hemicelulosa, proteínas o lípidos (por excepción es harinoso, pero en este caso, los granos de almidón son simples).

**Lílidas**, clave de órdenes en pág. 158

### Órdenes de la Subclase Alismátidas

- 1 Perianto reducido, no diferenciado en sépalos y pétalos, a veces consiste sólo de una bráctea.

Orden: **Najadales**, Familia: **Potamogetonáceas**

- 1' Perianto heteroclamídeo, diferenciado en sépalos y pétalos ..... 2

- 2 Flores hipóginas, gineceo dialicarpelar, o bien carpelos solamente unidos en la base.

**Alismatales**, clave de familias en pág. 154

2' Flores epíginas, gineceo gamocarpelar.

Orden: **Hidrocaritales**, Familia: **Hidrocaritáceas**

### Familias del Orden Alismatales

1 Óvulos nunca solitarios. Frutos dehiscentes.

**Limnocaritáceas**

1' Óvulos solitarios. Frutos indehiscentes (sólo algunas veces dehiscentes por la base).

**Alismatáceas**

### Órdenes de la Subclase Arécidas

1 Flores pequeñas, bien desarrolladas, con perianto 6-mero, nunca reunidas en espádice, pero con una espata leñosa bien desarrollada. Gineceo dialio o gamocarpelar. Generalmente plantas leñosas con una corona de hojas terminal (estípite).

Orden: **Arecales**, Familia: **Arécáceas**

1' Flores más o menos reducidas y a menudo reunidas en espádice. Gineceo gamocarpelar. Plantas con hábito variado pero nunca en estípite.

**Arales**, clave de familias en pág. 155

### Familias del Orden Arales

1 Plantas con raíces, tallos y hojas, generalmente terrestres (algunas veces acuáticas, pero nunca flotantes libres). Inflorescencia formada por numerosas flores dispuestas en espiga (espádice).

**Aráceas**

1' Plantas flotantes libres con o sin raíces. Cuerpo vegetativo sin diferenciación en tallo y hojas. Inflorescencia formada por 2-4 flores dispuestas en espiga.

**Lemnáceas**

## Órdenes de la Subclase Comelínidas

- 1 Flores perfectas, con pétalos vistosos bien diferenciados de los sépalos, adaptados a la polinización entomófila.  
Orden: **Commelinales**, Familia: **Commelináceas**
- 1' Flores perfectas o unisexuales, el perianto –si existe– reducido a brácteas, escamas o pelos, flores adaptados a la polinización anemófila ..... 2
- 2 Ovario 1-3-locular, con 3-n-óvulos. Fruto cápsula dehiscente. Polen en tétrades. Flores con un perianto pajizo, evidentemente 2-seriado.  
Orden: **Juncales**, Familia: **Juncáceas**
- 2' Ovario 1-locular, 1-ovulado. Fruto indehiscente. Polen en mónades. Perianto pajizo no claramente 2-seriado ..... 3
- 3 Flores reunidas en espiguillas con el perianto reducido o no. Fruto aquenio.  
**Ciperales**, clave de familias en pág. 156
- 3' Inflorescencia en espiga cilíndrica, densa. Perianto de las flores pistiladas formado por numerosas cerdas capilares. Fruto estipitado.  
Orden: **Tifales**, Familia: **Tifáceas**

## Familias del Orden Ciperales

- 1 Tallo de sección triangular. Flores protegidas por una sola bráctea. Cubierta seminal libre del pericarpio. Carpelos 3 (rara vez 2).  
**Ciperáceas**
- 1' Tallo de sección más o menos cilíndrica (nunca triangular). Flores generalmente protegidas por 2 brácteas (lemma y pálea). Cubierta seminal soldada al pericarpio. Carpelos 2 (rara vez 3).  
**Poáceas**

## Órdenes de la Subclase Zingibéridas

- 1 Estambres funcionales 6. Flores regulares o levemente irregulares. Plantas xerofíticas o epifíticas con hojas firmes y espinosas, no pecioladas (la lámina continúa con la vaina).  
Orden: **Bromeliales**, Familia: **Bromeliáceas**

- 1' Estambres funcionales  $\frac{1}{2}$ , 1 ó 5 (rara vez 6). Flores fuertemente irregulares o asimétricas. Hojas con vaina, pecíolo y láminas enteras con una costilla prominente.

**Zingiberales**, clave de familias en pág. 157

**Familias del Orden Zingiberales**

- 1 Estambres funcionales 5 (raro 6), cada estambre constituido por 2 sacos polínicos ..... 2

- 1' Estambres funcionales 1, cada estambre constituido por 1 ó 2 sacos polínicos ..... 4

- 2 Flores funcionalmente unisexuales. Hojas dispuestas en forma espiralada. Plantas con látex. Frutos carnosos, indehiscentes. Semillas no ariladas.

**Musáceas**

- 2' Flores perfectas. Hojas dísticas. Plantas sin látex. Fruto capsular o esquizocárpico ..... 3

- 3 Óvulos numerosos por lóculo. Fruto capsular. Semillas ariladas.

**Estrelitziáceas**

- 3' Óvulos solitarios en cada lóculo. Fruto esquizocárpico. Semillas no ariladas.

**Heliconiáceas**

- 4 Estambres con 2 sacos polínicos, a menudo no petaloídes. Flores de simetría bilateral. Sépalos soldados en la base. Plantas aromáticas.

**Zingiberáceas**

- 4' Estambres con 1 solo saco polínico, a menudo petaloide. Flores asimétricas. Sépalos libres. Plantas no aromáticas ..... 5

- 5 Óvulos más o menos numerosos en cada uno de los 3 lóculos del ovario. Tallos con canales mucilaginosos. Hojas dispuestas en forma espiralada. Semillas no ariladas.

**Cannáceas**

- 5' Óvulos solitarios en cada lóculo o en cada uno de los 3 lóculos del ovario. Tallos sin canales mucilaginosos. Hojas más o menos dísticas. Semillas ariladas.

**Marantáceas**

## Órdenes de la Subclase Lílidas

- 1 Semilla con embrión y endosperma bien desarrollados. Nectarios septales en las flores. Ovario súpero o ínfero.

**Liliales**, clave de familias en pág. 158

- 1' Semillas numerosas y diminutas, usualmente con embrión no diferenciado y endosperma escaso o nulo. Nectarios diversos, sólo por excepción septales. Ovario ínfero.

Orden: **Orquidales**, Familia: **Orquidáceas**

## Familias del Orden Liliales

- 1 Reserva de la semilla amilácea. Endosperma blando. Plantas acuáticas o palustres.

**Pontederiáceas**

- 1' Reservas seminales proteicas u oleosas. Endosperma duro. Hábito variado ..... 2

- 2 Hojas principalmente angostas, paralelinervadas y sin pecíolo evidente (lámina sésil o con vaina basal) ..... 3

- 2' Hojas anchas, de lámina retinervadas, con pecíolo bien definido ..... 8

- 3 Plantas herbáceas. Hojas anuales. Tallos herbáceos sin crecimiento secundario ..... 4

- 3' Plantas arbustivas o arborescentes, xerófitas. Hojas suculentas generalmente perennes. Tallos a menudo con crecimiento secundario ..... 7

- 4' Estambres 3, opuestos a los tépalos externos. Ovario ínfero.

**Iridáceas**

- 4 Estambres en igual número que los tépalos (típicamente 6, a veces más numerosos, rara vez 3) ..... 5

- 5 Ovario súpero.

**Liliáceas**

- 5' Ovario ínfero ..... 6
- 6 Plantas con bulbo tunicado. Tallos florales no foliosos.  
**Amarilidáceas**
- 6' Plantas con rizomas delgados y raíces tuberizadas. Tallos florales foliosos.  
**Alstroemeriáceas**
- 7 Óvulos ortótopos (a veces hemítropo). Plantas que normalmente producen antraquinonas, pero no saponinas.  
**Aloeáceas**
- 7' Óvulos anátropos (o campilótropo). Plantas que normalmente producen saponinas pero no antraquinonas.  
**Agaváceas**
- 8 Ovario súpero. Enredaderas o lianas (menos frecuentemente plantas erectas), normalmente con zarcillos. Rizomas a menudo tuberoso (pero sin tubérculo basal). Plantas sin alcaloides.  
**Smilacáceas**
- 8' Ovario ínfero. Enredaderas o lianas sin zarcillos. Plantas con un notable tubérculo basal derivado de los entrenudos inferiores. Plantas que a menudo producen alcaloides.  
**Dioscoreáceas**

# Capítulo 5

## Documentación y conservación de la biodiversidad

*Diana Alicia Perazzolo*

*Gustavo Miguel Ruiz*

*Elsa de las Mercedes Mascó*

### 1. Diversidad biológica

La Sistemática constituye uno de los pilares fundamentales de la investigación en Biología. La integración del taxónomo y de la taxonomía a la sociedad se consigue mediante la aplicación de este conocimiento a la solución de problemas de la vida cotidiana. Dentro del infinito espectro que conforman estos problemas, el más acuciante para nuestra subsistencia es el peligro que afronta hoy la biodiversidad del planeta Tierra. El crecimiento de la población, el desarrollo de las ciudades y el progreso tecnológico ocasionaron una serie de conflictos por la explotación irracional de los recursos y la contaminación; estas actividades antrópicas impactan negativamente en el ambiente, con la consecuente pérdida de muchos ecosistemas y por ende de la diversidad biológica. El desconocimiento y la desidia del ser humano respecto de la naturaleza desencadenaron un proceso de desaparición de especies a un ritmo superior al natural. Con la pérdida de variabilidad, aumentó la uniformidad y sobre todo creció la vulnerabilidad ante plagas y enfermedades. La pérdida de esta variabilidad deja sin chances de persistencia y lleva a la desaparición de la especie o del ecosistema en el peor de los casos. Como concluyen Malacalza *et al.* (2004) “la diversidad biológica es la variedad y variabilidad de los seres vivos, desde las sustancias químicas, hasta los genes, los individuos, las especies, las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas. Esto es en definitiva lo que habría que preservar”.

Para revertir este problema se deben abordar tres temas fundamentales: conservación, investigación y educación. Dentro de estos tres tópicos, la conservación y la investigación de la biodiversidad vegetal se apoyan específicamente en la Sistemática por ser la ciencia que estudia la diversidad.

Sin ingresar en el universo de la cantidad de especies vegetales que se encuentran sobre la faz de la tierra, podemos decir que la flora argentina está constituida

por alrededor de 10.000 especies, de las cuales el 30% tienen carácter endémico (Villamil, 2005). Se habla de endemismo cuando una especie o taxón biológico se encuentra exclusivamente en un bioma determinado y no se halla en ningún otro lugar del planeta. Esta particularidad, ubica a la entidad endémica en una situación de alta vulnerabilidad y riesgo de desaparición.

Muchas de las especies que habitan nuestro territorio, se encuentran en peligro de extinción debido a una amplia gama de factores como, por ejemplo, la destrucción de ecosistemas naturales por extensión de la frontera agropecuaria o por la expansión de las ciudades. Esa situación de pérdida de especies, a la que denominamos pérdida de biodiversidad, se repite a lo largo de todos los continentes con la consecuente desaparición de materiales genéticos con potenciales usos como medicinas, biocidas, alimentos, etc. La Lista Roja de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales) menciona para nuestro país, 42 especies en los estados más altos de amenaza (en Peligro o Vulnerables). Comparados con las 240 especies que se enuncian para los Estados Unidos de Norteamérica (que presenta una cantidad de especies similar a la de Argentina) podríamos decir que nos encontramos en una mejor situación; pero no nos engañemos, la diferencia radica en el menor conocimiento de nuestra diversidad vegetal (Villamil, 2005).

Frente a esta realidad de deterioro ambiental y pérdida de diversidad biológica que se repite a lo largo del planeta, la comunidad científica mundial está en alerta, y ha generado una serie de actos tendientes a conocer y conservar la biodiversidad. Cuando el objetivo es preservar plantas, las alternativas posibles comienzan por la correcta identificación de cada una de nuestras especies, su ordenamiento taxonómico y su estudio. En esta tarea adquieren un rol fundamental las colecciones preservadas en los herbarios, ya que nos brindan información sobre la distribución geográfica de las especies. Luego de la etapa de documentación y estudio vienen las distintas alternativas de conservación que incluyen a: las Áreas Protegidas (que albergan la flora y fauna nativa de un área determinada), los Bancos de Germoplasma (colección de semillas y propágulos) y los Jardines Botánicos (colección de plantas vivas).

Antes de introducirnos en las diferentes formas de estudio y conservación de vegetales recién mencionadas, vamos a comentar sobre algunas de las instituciones que participan en la conservación, haciendo un breve repaso de la historia de la protección del ambiente.

## **2. Breve historia de la protección del ambiente**

Por los años 70, la comunidad científica realizó varias reuniones en donde puso sobre aviso a las organizaciones mundiales, del peligro que implica la desaparición de especies con la consecuente pérdida de potenciales usos y de información genética. Frente a estas demandas, la Asamblea General de las Naciones Unidas convocó a una reunión mundial denominada "Conferencia sobre el Desarrollo Humano" que se realizó

en Estocolmo en 1972. Esta conferencia dio como resultado una declaración que se transformó en la piedra fundamental de todas las políticas ambientales subsiguientes.

Con el objeto de evaluar los avances de los procesos de degradación ambiental se constituyó, en 1983, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo también denominada “Comisión Bruntland” (nombre del Premier sueco que encabezó dicha comisión), la que luego de tres años de estudios publicó sus conclusiones en el documento “Nuestro Futuro Común”. En este documento aparece por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, que considera la sostenibilidad como “enfrentarse a las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad a las futuras generaciones de enfrentarse a las suyas” y abordando a la protección del ambiente y el crecimiento económico como una sola cuestión. Asimismo se consolidan por esta época las Organizaciones no Gubernamentales Internacionales (ONG), la UICN (organización entre diferentes ONG y la ONU creada en 1948), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, creado en 1961) y Greenpeace (cuyo programa surge en 1971). Estas organizaciones establecieron direcciones sólidas con relación a las acciones a tomar; por ejemplo, la UICN elaboró en 1980 una “Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza” con la asesoría y el apoyo financiero del PNUMA<sup>1</sup> y el WWF. Tuvo por finalidad alcanzar los tres objetivos principales de la conservación de los recursos vivos:

- 1) mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales;
- 2) preservar la diversidad genética;
- 3) asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas.

Tomando como base los informes de la Comisión Bruntland, la Organización de Naciones Unidas llamó nuevamente a una reunión internacional, la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo” que se realizó en Río de Janeiro en 1992, la que también se denomina Cumbre de la Tierra.

La necesidad de decisiones político-estratégicas de largo plazo para la sostenibilidad deriva en la firma de los siguientes documentos:

- Declaración de Río o Carta de la Tierra, principios que definen derechos civiles y obligaciones de los Estados.
- Convención de Protección de la Diversidad Biológica, alumbró el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) y la Convención Marco sobre Cambio Climático.
- Acuerdo previo sobre Recursos Forestales, directrices para la ordenación más sostenible de los bosques del mundo.
- Agenda XXI, plan de acción mundial para promover el desarrollo sostenible.

De estos cuatro puntos interesa, para nuestra comprensión de la importancia de la taxonomía en nuestras vidas, el denominado “Convenio sobre la Diversidad Biológica” (CDB). Este convenio fue ratificado por Argentina y por 177 países más y entró en vigor en 1993. Su objetivo es cubrir el vacío existente a nivel internacional en el campo de la biodiversidad. El mismo prevé programas de cooperación y de financiación para

proteger la biodiversidad, y en su Artículo 6 contempla la necesidad que “cada parte contratante elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica”. Estos planes o programas son elaborados y ejecutados por cada uno de los países firmantes, pero la particularidad de implementación es que cada nivel de organización aplicará bajo una normativa general, las acciones particulares necesarias para salvaguardar la biodiversidad local. De este modo, Argentina y cada provincia elaboran bajo esos parámetros estrategias particulares según sus necesidades. El CDB es aplicado por todas aquellas organizaciones del Estado u ONGs que trabajen sobre la conservación de recursos biológicos y dieron origen a una Estrategia Nacional de Biodiversidad. Las Instituciones que más trabajan en la preservación de la biodiversidad son hoy, además de las Universidades, los Institutos y los Jardines Botánicos.

La Estrategia Nacional está basada en la Estrategia Global para la Conservación Vegetal, la cual proporciona un marco para las acciones en los niveles globales, regionales, nacionales y locales con “un elemento transformador que es la inclusión de 16 objetivos dirigidos a alcanzar una serie de metas mensurables antes del año 2010”. Estos objetivos son:

**a) Comprender y documentar la diversidad de las especies vegetales:**

1. Elaborar un inventario provisional de las especies vegetales, como paso a la realización de una lista completa de la flora mundial;
2. Realizar una evaluación preliminar de la situación de conservación de todos los vegetales conocidos a nivel internacional, regional y nacional;
3. Elaborar modelos con protocolos de conservación y uso sostenible de las especies vegetales;

**b) Conservar la diversidad vegetal:**

4. Conservar con eficacia, al menos el 10% de las regiones ecológicas del mundo;
5. Asegurar la protección del 50% de las zonas más importantes del mundo en diversidad vegetal;
6. Lograr que por lo menos el 30% de los terrenos de producción se administren en consonancia con los principios de la conservación de la diversidad vegetal;
7. Lograr que el 60% de las especies amenazadas del mundo sean conservadas *in situ*;
8. Lograr que el 60% de las especies vegetales amenazadas sea accesible en colecciones *ex situ*, preferentemente en el país de origen, y que el 10% de ellas sea objeto de programas de recuperación y regeneración;
9. Conservar el 70% de la diversidad genética de cultivos y de otras especies vegetales importantes y socioeconómicamente valiosas;
10. Establecer planes de gestión para al menos 100 de las principales especies exóticas que amenazan a las especies vegetales, las comunidades y los hábitats y ecosistemas conexos;

**c)** Utilizar la diversidad de especie vegetales de modo sostenible:

11. Lograr que ninguna especie de la flora silvestre se encuentre en peligro de extinción a causa del comercio internacional;

12. Lograr que el 30% de los productos derivados de especies vegetales sean obtenidos de fuentes gestionadas de forma sostenible;

13. Detener la reducción de los recursos vegetales y de las correspondientes innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales, que prestan apoyo a medios de vida sostenible, seguridad alimenticia y sanidad local;

**d)** Promover la educación y concienciación sobre la diversidad de las especies vegetales:

14. Incorporar en los programas de comunicaciones, la importancia de la diversidad de las especies vegetales y de la necesidad de su conservación;

**e)** Crear la capacidad para la conservación de la biodiversidad:

15. Aumentar el número de profesionales que trabajan en instituciones especializadas en la conservación de especies vegetales;

16. Establecer o fortalecer las redes para actividades de conservación de especies en los niveles internacional, regional y nacional.

### **3. Documentación de la biodiversidad: herbario**

El término herbario proviene del latín *herbarius* y se refiere a las hierbas y plantas, y por extensión, a la persona que profesa la botánica o a la colección de plantas secas.

Así, se denomina herbario a una colección de plantas secas y prensadas, montadas sobre láminas de cartulina, que portan una etiqueta identificatoria y que son guardadas en armarios siguiendo un orden preestablecido. En su amplitud, el concepto de herbario se hace extensivo al lugar físico donde se guardan las colecciones botánicas formadas por plantas secas.

#### **3.1. Utilidades del herbario**

El primer uso de las plantas colectadas fue para describir y clasificar las diferentes especies. Cada una de las especies que recibió un nombre científico tiene un ejemplar de herbario elegido como planta "tipo" (para más información véase el capítulo 2). Muchas veces las descripciones originales de los taxones eran imprecisas y contenían errores u omisiones; este tipo de inconveniente se puede corregir al revisar los mismos materiales que los estudiados por el autor del nombre de la planta; es decir, la revisión de los ejemplares de herbario puede servir para realizar las rectificaciones correspondientes. Algo similar ocurre cuando las plantas utilizadas en los trabajos de

investigación (ya sean estudios morfológicos, anatómicos, taxonómicos, bioquímicos, cariológicos, o inventarios de la biodiversidad vegetal) se depositan en un determinado herbario, con la finalidad que dichos ejemplares constituyan un material testigo o de referencia, a los que se puede recurrir para profundizar una investigación científica (Giberti, 1998). Esta utilidad es la principal razón que justifica la inversión para coleccionar y preservar muestras disecadas de plantas.

Los ejemplares de herbario pueden ser utilizados para identificar otros por comparación directa, para conocer la composición florística de una comunidad y la distribución geográfica de una especie y para hacer comparaciones de ejemplares de una misma especie creciendo en diferentes condiciones ambientales. Por otro lado, permite deducir las condiciones ecológicas de los lugares de recolección ya que las plantas son indicadores del medio en el que se desarrollan.

Los herbarios brindan un verdadero caudal de información al poder comparar inventarios florísticos realizados a través del tiempo y del espacio. Aquellos herbarios que contienen numerosos ejemplares de un país nos dan una idea de su riqueza florística y, a la vez, informan sobre las especies que integraban su flora en tiempos pasados. Muchos ejemplares recolectados en Argentina, hacia principios del siglo XX, son las únicas referencias que quedan de nuestros bosques nativos. Estos bosques cubrían grandes extensiones y fueron reemplazados por cultivos, ciudades, fueron explotados en forma irracional o se encuentran en peligro de extinción. A modo de ejemplo se menciona: la desaparición de bosques en la provincia fitogeográfica del Espinal, la tala irracional de los quebrachales en el norte argentino o el desmonte de palmares del norte cordobés y de Entre Ríos, entre otros.

En síntesis, los herbarios son útiles para:

- Testimoniar los trabajos científicos.
- Documentar la variabilidad de las especies.
- Conocer la distribución geográfica de los taxones.
- Cuantificar la riqueza florística de una localidad, región, país o del mundo.
- Determinar e identificar especies (por comparación directa).
- Enseñar taxonomía vegetal (función didáctica).

### **3.2. El proceso de herborización**

El proceso de herborización comienza con la cosecha en el campo de una planta entera o de sus fragmentos más representativos y culmina con la presentación de esa misma planta seca, desinfectada, montada en cartulina, con una etiqueta que la identifica y dispuesta en un armario de acuerdo a un criterio de ordenación preestablecido.

En el proceso de herborización se reconocen los siguientes pasos:

- Recolección a campo.
- Catalogado.

- Prensado y transporte del material colectado.
- Secado.
- Desinfección.
- Determinación y etiquetado.
- Montaje en cartulinas.
- Ubicación en armario.

### **3.2.1. Recolección a campo**

#### ¿Qué recolectar?

El objetivo principal de toda recolección es obtener una planta completa o sus fragmentos con flores y/o frutos. Se pueden recolectar ejemplares de las más diversas formas: desde algas, hongos y pteridófitos, hasta plantas superiores. En este capítulo, sólo trataremos las técnicas de recolección de las plantas vasculares.

Para los helechos, se debe extraer la planta completa cuando la altura de la misma no exceda el tamaño del papel de herborización (aproximadamente 28-30 cm de ancho por 40 cm de largo); en caso contrario será necesario herborizar tanto las hojas normales (trofofilos u hojas que hacen fotosíntesis) como las hojas fértiles (esporofilos). En los trofofilos tiene importancia la forma, tamaño y disposición de las nervaduras, la presencia o ausencia de pilosidades y las características de los bordes entre otras; mientras que en los esporofilos es necesario ver la ubicación de las estructuras fértiles, formas, presencia de estructuras protectoras, características de los esporangios, etc. Cuando la misma hoja cumpla ambas funciones, tendrán que recolectarse aquellas en las que estas características sean evidentes. También es importante contar con un trozo de rizoma, al que están unidas las frondes, debido a que para su identificación puede ser importante la presencia de pelos o escamas y las forma y tamaño de las mismas.

Cuando se recolectan ejemplares de Gimnospermas se debe tener presente que las plantas pueden ser monoicas o dioicas. Si el ejemplar es monoico, se deben incluir en la muestra los conos poliníferos y conos ovulíferos. En el caso de las plantas dioicas, sería deseable contar con una rama de cada uno de los pies, pero en este caso teniendo en cuenta que se deben hacer dos muestras diferentes, cada una con su numeración y observaciones independientes. Idéntico procedimiento se debe llevar a cabo para las Angiospermas monoicas y dioicas.

Para la recolección de ejemplares de Angiospermas se debe tratar de incluir la mayor cantidad de partes de la planta. En el caso de hierbas pequeñas es aconsejable su herborización completa (raíz, tallo, hojas y flores y/o frutos); cuando las hierbas son demasiado grandes para incluir el ejemplar completo, se cosecharán ramas representativas con hojas, flores y frutos, y una porción de la parte subterránea; un proceso similar, al descrito para la recolección de hierbas grandes, se debe realizar cuando se pretende herborizar árboles o arbustos.

Al obtener un ejemplar es importante tener en cuenta que se debe hacer el menor daño posible, de modo que el ambiente no sea alterado de manera significativa.

Herramientas necesarias para la recolección de plantas

En toda recolección, se debe contar con las siguientes herramientas:

**a)** una tijera de poda común y una tijera de poda de altura, para poder tomar muestras de árboles cuyas flores no están al alcance de la mano y a los cuales no siempre es posible subir,

**b)** una pala pequeña para poder tomar muestras de las partes subterráneas, en los casos que dichos órganos sean importantes al momento de determinar el vegetal. También puede ser de utilidad tener un cuchillo de hoja ancha para extraer plantas que se encuentren en las hendiduras de la roca,

**c)** una prensa de herborización, que puede hacerse con dos bastidores de hierro enrejado, o bien con cartones lo suficientemente duros y correas para prensar las plantas colectadas,

**d)** papeles y cartones para absorber la humedad de las muestras,

**e)** una libreta de campo y lápiz (o lapicera con tinta indeleble) para hacer anotaciones,

**f)** una brújula y un altímetro, o más convenientemente, un sistema de posicionamiento geográfico (GPS), para orientarse en el campo.

### **3.2.2. Catalogado (anotaciones de importancia)**

Todo el proceso de herborización se puede malograr si en el momento de la recolección no se realizan las anotaciones pertinentes. Una vez que los ejemplares fueron colectados, se procede a catalogar las muestras. El catálogo es un índice cronológico de la recolección de las plantas, que lleva cada colector como registro, en el cual se incluyen los siguientes datos:

*Número de recolección:* A cada ejemplar colectado se le debe colocar un número que lo individualice y la fecha en la que se realiza la recolección. Estos datos deben anotarse en el mismo papel donde se envuelve la planta para su desecación o en una pequeña etiqueta que se ata al ejemplar. Esta última forma de identificación, se emplea cuando los materiales se colocan en bolsas de polietileno y se incluye más de un ejemplar en cada bolsa. El número de colección (junto con la fecha y otros datos de interés) se deberá también anotar en la libreta de campo del colector, para generar una referencia cruzada. Esta metodología de trabajo permite que la información que acompaña al ejemplar sea inequívoca; por ejemplo, cuando un investigador cita en sus trabajos el nombre del colector, el número de colección y el acrónimo del herbario consultado, realiza una referencia muy precisa del ejemplar estudiado y permite que otros investigadores puedan revisar el mismo material.

*Ubicación:* Este dato ayuda a conocer la distribución geográfica de la especie, y por esta razón debe consignarse no sólo el nombre de la localidad sino también toda refe-

rencia que permita su ubicación posterior. Si se tiene la posibilidad de utilizar un GPS, se deberá incluir la información que el mismo nos brinda (latitud, longitud, altura sobre el nivel del mar, distancia a los parajes más cercanos, etc.). La información de la localidad se completa con los datos del departamento, de la provincia y del país.

*Colector/es:* en cada excursión se deben incluir los nombres de las personas que realizaron la colecta de ejemplares. El conocimiento de quiénes son los participantes de la recolección puede ser de mucha utilidad cuando se quiere contar con mayores datos acerca de las plantas o del lugar de recolección, haciendo contacto con quienes participaron de la colecta (siempre y cuando esto sea posible).

*Observaciones:* hay que tener en cuenta que la persona que posteriormente estudie el ejemplar herborizado, tendrá en sus manos una planta seca cuyos órganos han cambiado (en textura y en coloración) por efecto de la desecación. Además, dicho material es una parte (una fracción) del vegetal recolectado hace tiempo y muy distante del lugar donde se encuentra depositado el ejemplar. Por lo tanto, todas las anotaciones que el colector ha tomado serán de suma importancia para su correcta identificación. En las observaciones se deberán consignar aquellas características de la planta que no se puedan observar en el ejemplar herborizado (altura, color de las flores, presencia de látex, aspecto del fruto, olor, etc.), así como también los datos del entorno (características del hábitat en el que crece, tipo de suelo, abundancia en la comunidad, etc.).

### **3.2.3. Prensado (acondicionado) y transporte del material colectado**

Una vez que los materiales fueron cosechados, deben ser acondicionados en prensas (para que pierdan humedad) y transportados al lugar físico (herbario) donde se continuará con el proceso de secado. Este acondicionamiento puede realizarse a campo o en laboratorio.

- *Acondicionamiento a campo:* cada planta recolectada se coloca en el interior de hojas plegadas de papel absorbente. El papel a utilizar puede ser papel sulfito o papel de diario (formato tabloide, cuyas dimensiones una vez doblado son de 40 cm de alto por 28 cm de ancho). Se debe acomodar el ejemplar de manera que ocupe la mayor cantidad de espacio y que no sobresalga. En determinadas especies es importante que se puedan observar ambas caras de las hojas, para lo cual se dispondrán algunas hojas con el haz hacia arriba y otras con el envés hacia arriba o bien que algunas queden dobladas de manera de poder observar ambas caras en la misma lámina. Las hojas plegadas que contienen los ejemplares y los “colchones” (grupo de diarios o cartones corrugados) deben disponerse en forma alternada para que absorban la humedad que pierden las plantas. Esta secuencia de colchones y hojas plegadas se colocan en prensas, donde se ejerce presión uniforme para favorecer el secado natural y evitar que las hojas queden arrugadas. Finalmente las prensas son

cargadas y transportadas al herbario para su secado artificial. Cuando la recolección continúa por varios días o semanas, será necesario cambiar –con cierta frecuencia– los papeles absorbentes para evitar la proliferación de hongos. Mientras se produce el reemplazo de papeles plegados por papeles absorbentes secos, se deberá transcribir el número de colección asignado por el colector, del papel húmedo al papel nuevo. Una vez más, todo el conjunto debe ser nuevamente prensado. Este proceso se repite cada 2 ó 3 días hasta que la colección llegue al herbario.

- *Acondicionamiento en laboratorio*: cuando por determinadas razones no se puede realizar el acondicionamiento en el campo, lo que se hace normalmente es una recolección más expeditiva. Los ejemplares cosechados se colocan en cucuruchos de papel de diario y se guardan en bolsas plásticas. Estas bolsas deben ubicarse en lugar fresco y al reparo del sol durante su transporte. Una vez en el laboratorio, las muestras se deben prensar o en su defecto se pueden colocar en heladera –sin sacarlas de sus envolturas de papel– hasta el momento de procesarlas, lo que no debería suceder más allá de las 24 o 48 horas.

### 3.2.4. Secado del material

Herborizar consiste en lograr que el material vegetal pierda gran parte del agua que contiene y pueda conservar –durante mucho tiempo– sus características principales. Luego de concluido el proceso de secado, los órganos vegetativos y florales de las muestras deben presentar un aspecto lo más semejante posible al que tienen en la naturaleza.

Cuando el material está prensado y cada ejemplar conserva el número asignado por su colector (o una etiqueta provisoria) se procede al secado, que puede realizarse por 2 métodos básicos: secado natural y secado artificial.

- *Secado natural*: consiste en la utilización de prensas, cartones, papeles de diarios que se cambian con cierta periodicidad para evitar la proliferación de hongos en los ejemplares. Este procedimiento se realiza en lugares secos y soleados. Algunas veces, se favorece el secado y la desinfección, rociando el ejemplar con alcohol etílico puro o por lo menos de una concentración superior al 70%.

- *Secado artificial*: esta metodología utiliza secadoras con fuente de calor generalmente eléctrica, y circulación de aire, reguladas por un reóstato que permite controlar la temperatura y la velocidad de secado (Giberti, 1998).

En aquellas especies con órganos delicados (como las orquídeas) o muy suculentos (como los cactus) se pueden emplear otras técnicas de secado. Por ejemplo: **a)** las flores delicadas se herborizan usando un papel absorbente tipo tisú y se prensan, sin quitar el papel hasta que el material esté absolutamente seco (Giberti, 1998) y **b)** en los cactus y otras especies suculentas se suelen herborizar secciones del tallo, de las flores y de los frutos, acompañadas por esquemas o fotos de los ejemplares. Rara vez, algunos órganos vegetales se conservan en soluciones tipo FAA (formol, acético y alcohol).

### 3.2.5. Desinfección (preservación y conservación)

En el ambiente del herbario puede haber insectos muy perjudiciales, que se alimentan de los vegetales herborizados y/o de las cartulinas, de las etiquetas o de los adhesivos utilizados en el montaje. La presencia de estos insectos afecta la preservación del material y, si no se controlan, pueden destruir las colecciones.

Giberti (1998) menciona los siguientes animales perjudiciales:

**a)** coleópteros de los géneros *Stegobium* y *Lasioderma* (cuyas larvas se alimentan de los ejemplares).

**b)** *Lepisma saccharina* (conocido como “pescadito de plata”) se alimenta de papeles, cartulinas y adhesivos.

**c)** otros animales enemigos de bibliotecas y archivos como: hormigas, polillas, termitas, taladros, ácaros, cucarachas y roedores.

Para combatir estas plagas se cuenta con 2 métodos de control: físicos y químicos.

• *Métodos físicos:* consisten en la aplicación de calor o frío a las muestras recolectadas.

**a)** Cuando se aplica calor, el secado se debe realizar a temperaturas superiores a 60 °C durante un lapso no menor a tres horas. Como desventaja se puede mencionar que este tratamiento torna quebradizos a los ejemplares y no es efectivo con los huevos de muchos insectos, por lo cual se aconseja realizar controles periódicos y repetir el tratamiento para evitar nuevas infestaciones (Giberti, 1998).

**b)** Cuando se aplica frío, el deshidratado de los ejemplares se realiza en freezer, por congelamiento en seco, a temperaturas de 15-20°C bajo cero, durante dos días como mínimo (Giberti, 1998). Actualmente, este método es muy utilizado cuando se ingresan nuevas colecciones por su efectividad para eliminar insectos.

• *Métodos químicos:* consisten en la aplicación de productos químicos. Los ejemplares a desinfectar se llevan a una cámara especial donde se les aplica un pesticida. Los productos más utilizados como desinfectantes son: bromuro de metilo, sulfuro de carbono, bicloruro de mercurio o piretrinas. El procedimiento consiste en sumergir, durante algunos instantes, las plantas secas en la solución venenosa. Luego se deja que escurra el líquido y, cuando el ejemplar está seco, se lo lleva al lugar definitivo.

En Argentina, el producto más utilizado en la desinfección de materiales de herbario fue el bicloruro de mercurio que, por su alta toxicidad, se fue reemplazando por el deshidratado en freezer.

Siempre que se utilicen productos químicos, se aconseja tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Envenenar en lugares con campana extractora o en ambientes ventilados.
- Usar guantes, máscaras y vestimenta adecuada.
- Usar pinzas para sumergir las plantas en el pesticida.
- Entregar el remanente de tóxicos a empresas encargadas de su procesamiento, con la finalidad de no contaminar.

Además de desinfectar el material coleccionado (proceso llamado curado de ejemplares), se debe realizar el control periódico de los armarios, estantes y cajas presentes en el herbario. Como forma de control se coloca naftalina en los armarios y en el ambiente, se esparce periódicamente insecticidas comunes. Esta desinfección preventiva se torna más intensa en las estaciones de mayor temperatura.

Una vez completado este paso, las plantas desinfectadas se ubican para su montaje en cartulina o bien, si los ejemplares no fueron determinados, se pueden colocar en cajas dispuestas en estanterías (sólo se colocan en los armarios los materiales identificados).

### **3.2.6. Determinación y etiquetado**

Una vez concluida la desinfección se procede a determinar y etiquetar los ejemplares. Determinar consiste en ubicar la posición sistemática del material en un sistema de clasificación conocido. Durante este proceso se busca establecer, con la ayuda de claves, la familia botánica, el género y finalmente la especie a la que corresponde el material colectado. Por ello, determinar es encontrar el nombre científico del taxón al que pertenece el ejemplar.

Etiquetar consiste en transcribir la información referida a cada ejemplar en un marbete o etiqueta que identifica al herbario donde se guarda la colección.

Los datos que debe consignarse en la etiqueta son los siguientes:

- Nombre científico
- Nombre vulgar (si se conoce)
- Familia botánica
- Localidad
- Departamento
- Provincia y País
- Colector/es y número de recolección asignado en su catálogo
- Determinador (nombre de la persona que ha determinado el taxón)
- Fecha de recolección
- Observaciones (se transcriben aquí las observaciones anotadas en la libreta de campo y que no pueden verse en el ejemplar herborizado).

La etiqueta suele pegarse en la parte inferior derecha de la cartulina que lleva en ejemplar

### **3.2.7. Montaje en cartulinas**

Este procedimiento consiste en fijar las plantas secas sobre cartulinas blancas. En general, se puede sujetar el ejemplar con: **a)** pequeñas cintas de papel adhesivo, **b)** con hilos (se cosen a la cartulina) o **c)** con gomas o adhesivos.

En el montaje debe procurarse la mejor disposición espacial de la planta sobre la cartulina, dejando un espacio para pegar la etiqueta de identificación correspondiente. En algunos herbarios cada ejemplar tiene, además, impresa en su cartulina el acrónimo y un número de herbario propio. En aquellos herbarios que tienen informatizada sus colecciones, toda la información se carga en bases de datos (ver 3.3).

### **3.2.8. Ubicación en armario**

Una vez que el ejemplar fue secado, desinfectado, montado en cartulina, determinado y etiquetado está en condiciones de ser guardado en el armario.

El ordenamiento sistemático de un herbario (es decir, el criterio usado para ubicar los ejemplares en armarios) es elegido por cada institución y tiene por objetivo facilitar la búsqueda de la información.

Las formas de ordenamiento son muy variadas y pueden incluir la utilización de uno o varios criterios. A modo de ejemplo, presentamos algunas alternativas posibles:

- El ordenamiento se realiza siguiendo un sistema de clasificación vegetal.
- Los herbarios se ordenan en forma alfabética. Se comienza por familia botánica.

Dentro de cada familia y en forma consecutiva se ordenan los géneros que la forman. Dentro de cada género y en forma consecutiva se ordenan las especies.

- El ordenamiento reconoce una jerarquía y varios criterios. Primero se separan las colecciones por continentes, luego por grandes grupos taxonómicos, (siguiendo un sistema de clasificación); para finalmente separar en forma alfabética y consecutiva las jerarquías taxonómicas menores (como género y especie).

Los sistemas de clasificación generalmente utilizados para ordenar los herbarios son los citados en este texto (sistema de Engler o sistema de Cronquist); aunque, en el futuro, es probable que se adopten los sistemas moleculares basados en la utilización de ADN.

### **3.3. Colecciones informatizadas**

Los herbarios son permanentemente consultados por botánicos que necesitan revisar ejemplares con la finalidad de llevar a cabo estudios taxonómicos, genéticos o morfológicos. La búsqueda de materiales puede resultar tediosa cuando la cantidad de ejemplares es muy grande. En la actualidad este inconveniente fue superado por la informatización de las colecciones. Mediante unas pocas sentencias es posible saber si, en el herbario consultado, se encuentran las especies que se buscan o se puede conocer con rapidez la distribución geográfica de los materiales colectados, la cantidad de especies de un determinado género presentes en un área o provincia, etcétera.

Muchas instituciones botánicas tienen sus herbarios disponibles en forma virtual. Esa información puede consultarse por Internet gracias a que fue volcada en bases de

datos. Otros envían la información de los ejemplares solicitados a través de correo electrónico, en especial aquellos que tienen imágenes digitalizadas de algunos ejemplares.

Como ejemplo de herbario virtual, consultado por investigadores de todo el mundo, podemos mencionar al Missouri Botanical Garden (página de consulta <http://www.tropicos.org/>), cuya base de datos cuenta con más de 3.500.000 ejemplares registrados y más de 70.000 imágenes de plantas herborizadas y vivas. Otro herbario virtual es el New York Botanical Garden que contiene cerca de 1.300.000 ejemplares y 225.000 imágenes de alta resolución que se actualizan periódicamente (consultar en <http://www.nybg.org>).

### 3.4. Siglas de los herbarios

La mayoría de los herbarios están indexados, es decir que están formalmente reconocidos e inscriptos en un libro denominado *Index Herbariorum* (Holmgren *et al.*, 1990). Este libro reconoce más de 2.600 instituciones en el mundo, 39 de las cuales están en Argentina. Cada herbario tiene una única sigla de identificación (acrónimo) por la cual se lo reconoce internacionalmente. Los cuadros 5.1 y 5.2 muestran ejemplos de siglas que identifican a los principales herbarios internacionales y a los herbarios nacionales respectivamente.

**Cuadro 5.1.** Principales herbarios internacionales y siglas identificatorias

Sigla	Nombre del herbario	Ciudad	País	Cantidad de ejemplares
P	Laboratoire de Phanérogamie, Muséum National d' Histoire Naturelle	París	Francia	7.000.000
K	Royal Botanic Gardens	Kew	Inglaterra	6.000.000
LE	Herbarium V.L. Komarov	Leningrado	Rusia	6.000.000
S	Swedish Museum of Natural History, Botany Departments	Estocolmo	Suecia	5.600.000
US	United States National Herbarium, Smithsonian Institution	Washington	Estados Unidos de Norteamérica	4.500.000
W	Department of Botany, Naturhistorisches Museum Wien	Wien	Austria	3.750.000
B	Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem	Berlín	Alemania	2.500.000

Fuente: Holmgren *et al.* (1990)

**Cuadro 5.2.** Herbarios nacionales y sus siglas identificatorias

<b>Sigla</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>	<b>Denominación</b>
ACOR	Córdoba	Córdoba	Fac. de Ciencias Agropecuarias, UNC
ANGU	La Pampa	Anguil	Estación Experimental Anguil, INTA
ARC	Neuquén	Cinco Saltos	Cátedra de Botánica Agrícola Sistemática, Fac. de Ciencias Agrarias, Univ. Nac. del Comahue
BA	Buenos Aires	Cap. Federal	Museo Arg. de Ciencias Naturales, B. Rivadavia
BAA	Buenos Aires	Cap. Federal	Gaspar Xuárez, Facultad de Agronomía, UBA
BAB	Buenos Aires	Castelar	Inst. de Recursos Biológicos, INTA Castelar
BACP	Buenos Aires	Cap. Federal	CEFYBO (Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos)
BAF	Buenos Aires	Cap. Federal	Museo de farmacobotánica Juan A. Dominguez
BAFC	Buenos Aires	Cap. Federal	Departamento de Ciencias Biológicas, Fac. Ciencias Exactas y Naturales, UBA
BAJ	Buenos Aires	Cap. Federal	Instituto Municipal de Botánica
BAL	Buenos Aires	Balcarce	Cátedra de Botánica Agrícola, FCA-INTA
BB	Buenos Aires	Bahía Blanca	Depto. de Agronomía, Univ. Nac. del Sur
BBB	Buenos Aires	Bahía Blanca	Depto. de Biología, Univ. Nac. del Sur
BCRU	Neuquén	Bariloche	Depto. de Botánica, Univ. Nac. del Comahue
CHAM	La Rioja	Chamical	Herbario-CHAM, EEA La Rioja
CORD	Córdoba	Córdoba	Museo Botánico, Fac. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
CRP	Neuquén	Bariloche	Centro Regional Patagónico, INTA Bariloche
CTES	Corrientes	Corrientes	Instituto de Botánica del Nordeste
CTESN	Corrientes	Corrientes	Herbarium Humboldtianum, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura
ERA	Entre Ríos	Paraná	Facultad de Ciencias Agropecuarias
IPCN	Neuquén	San Martín de los Andes	Instituto Patagónico de Ciencias Naturales
IZAC	La Rioja	Chamical	Instituto de Zonas Áridas
JUA	Jujuy	San Salvador de Jujuy	Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy
LCF	Buenos Aires	Castelar	Instituto de Patología Vegetal, INTA
LIL	Tucumán	San Miguel de Tucumán	Fundación Miguel Lillo

Sigla	Provincia	Localidad	Denominación
LP	Buenos Aires	La Plata	Div. Plantas Vasculares, Fac. C. Nat. y Museo
LPAG	Buenos Aires	La Plata	Botánica Especial, Fac. de Agronomía
LPS	Buenos Aires	La Plata	Instituto Carlos Spegazzini
MCNS	Salta	Salta	Museo de Ciencias Naturales
MEN	Mendoza	Chacras de Coria	Facultad de Ciencias Agrarias
MERL	Mendoza	Mendoza	Herbario Ruiz Leal, CRICYT
MFA	Santa Fe	Santa Fe	Museo Prov. Ciencias Naturales, F. Ameghino
PAR	Entre Ríos	Paraná	Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas
SF	Santa Fe	Esperanza	Facultad de Ciencias Agrarias (UNL)
SI	Buenos Aires	San Isidro	Instituto de Botánica, Darwinion.
SRFA	La Pampa	Santa Rosa	Herbario de la Facultad de Agronomía
STL	Santa Fe	Santa Fe	Instituto Nacional de Limnología
UNR	Santa Fe	Rosario	Herbario, Botánica y Ecología
UNSL	San Luis	San Luis	Herbario, Universidad Nacional de San Luis
VMSL	San Luis	Villa Mercedes	Herbario, Pastizales Naturales, EEA San Luis

Fuente: Holmgren *et al.* (1990)

#### 4. Conservación de la biodiversidad

##### 4.1. Conservación *in situ* y *ex situ*

Las estrategias destinadas a conservar la diversidad biológica se dividen en dos modalidades básicas llamadas: **a)** conservación *in situ* y **b)** conservación *ex situ*.

En la conservación *in situ* las especies se preservan en sus ambientes naturales. Un ejemplo de conservación *in situ* lo constituyen las áreas protegidas (parques, reservas, sitios, etc.) provinciales o nacionales, que albergan numerosas especies endémicas o en peligro de extinción.

En la conservación *ex situ* las especies se preservan fuera de sus ambientes naturales. Son ejemplos de conservación *ex situ* los bancos de germoplasma y los jardines botánicos.

Vamos ahora a desarrollar cada una de las formas de conservación comenzando por las áreas protegidas, para continuar con los bancos de germoplasma y culminar con los jardines botánicos.

## **5. Conservación in situ: áreas protegidas**

### **5.1. Fundamentación**

Estamos convencidos que la mejor herramienta de conservación es preservar la diversidad biológica en sus ambientes naturales. Esta afirmación se basa en tres razones:

**1)** la conservación *in situ* no interrumpe el proceso evolutivo natural, por lo cual cada entidad biológica lucha por su supervivencia en el mismo ambiente en el que ha venido evolucionando durante siglos.

**2)** las áreas protegidas preservan ecosistemas naturales, es decir escenarios (paisajes) con todos sus actores (vegetales, animales, microorganismos). Así, por cada especie a conservar hay, en el mismo ambiente, un número desconocido de especies asociadas a ésta, formando complejas tramas de relaciones naturales (simbiosis, mutualismo, parasitismo, predación, etc.).

**3)** se reducen los efectos antrópicos. Las áreas se denominan “protegidas”, ya que evitan los resultados indeseables de la intervención humana como: fragmentación de hábitat por extensión de la frontera agropecuaria o por el desarrollo de las ciudades, contaminación, tala irracional, etcétera.

### **5.2. Concepto de áreas protegidas**

Se denominan Áreas Naturales Protegidas al conjunto de espacios que incluyen ecosistemas naturales definidos geográficamente, que han sido determinados y son administrados por el Estado, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

En nuestro país, las áreas protegidas están reguladas por la Ley 22.351 de Parques Nacionales. Esta ley establece en el Artículo 1: “...podrán declararse Parque Nacional, Monumento Natural o Reserva Nacional, las áreas del territorio de la República que por sus extraordinarias bellezas o riquezas en flora y fauna autóctona o en razón de un interés científico determinado, deban ser protegidas y conservadas para investigaciones científicas, educación y goce de las presentes y futuras generaciones, con ajuste a los requisitos de Seguridad Nacional”.

La República Argentina cuenta, hasta el presente, con treinta y siete Parques Nacionales, siete Reservas Naturales y seis Monumentos Naturales. La institución encargada de administrar las áreas naturales protegidas de la Argentina es la Administración de Parques Nacionales (APN), que tiene su sede en la ciudad Autónoma de Buenos Aires, y depende de la Secretaría de Turismo de la Nación. El rol de la APN es gestionar un sistema de áreas protegidas como una de las herramientas de conservación fundamentales para el mantenimiento de la diversidad biológica, el patrimonio natural y cultural y los rasgos paisajísticos sobresalientes del país.

### 5.3. Parque Nacional

La ley 22.351 establece (Artículo 4) que, "...serán Parques Nacionales las áreas a conservar en su estado natural, que sean representativas de una región fitoogeográfica y tengan gran atractivo en bellezas escénicas o interés científico, las que serán mantenidas sin otras alteraciones que las necesarias para asegurar su control, la atención del visitante y aquellas que correspondan a medidas de Defensa Nacional adoptadas para satisfacer necesidades de Seguridad Nacional. En ellos está prohibida toda explotación económica con excepción de la vinculada al turismo, que se ejercerá con sujeción a las reglamentaciones que dicte la autoridad de aplicación" (Cuadro 5.3).

*Objetivos de los Parques Nacionales:*

- Conservar la biodiversidad y los ecosistemas
- Resguardar el hábitat de especies en peligro
- Promover educación y recreación (Ecoturismo)
- Incentivar la investigación
- Conservar los grandes escenarios naturales
- Proteger yacimientos paleontológicos

### 5.4. Reserva Nacional

En el Artículo 9 se establece que "...serán Reservas Nacionales las áreas que interesan para: la conservación de sistemas ecológicos, el mantenimiento de zonas protectoras del Parque Nacional contiguo, o la creación de zonas de conservación independientes, cuando la situación existente no requiera o admita el régimen de un Parque Nacional. La promoción y desarrollo de asentamientos humanos se hará en la medida que resulte compatible con los fines específicos y prioritarios enunciados (cuadro 5.4).

**Cuadro 5.3.** Parques Nacionales de Argentina

	Provincia	Denominación	Hectáreas	Año de creación
1	Buenos Aires	Campos del Tuyú	3.040	2009
2		Ciervo de los Pantanos	5.200	2018
		Querandi/Mar Chiquita	32 345	en proceso
3	Córdoba	Quebrada del Condorito	35.393	1996
4		Traslasierra	105.000	2018
		Ansenuza	880.000	en proceso
5	Corrientes	Mburucuyá	17.086	2001
6		Iberá	183.500	2018
7	Chaco	Chaco	14.981	1954
8		El Impenetrable	128.000	2014
9	Chubut	Lago Puelo	27.675	1971
10		Los Alerces	263.000	1937

	Provincia	Denominación	Hectáreas	Año de creación
11	Entre Ríos	Pre-Delta	2.608	1992
12		El Palmar	8.213	1966
13	Formosa	Río Pilcomayo	50.417	1951
		La Fidelidad	100.000	en proceso
14	Jujuy	Calilegua	76.306	1979
	Jujuy-Salta	Los Andes	1.812.529	en proceso
15	La Pampa	Lihué Calel	32.500	1977
16	La Rioja	(•) Talampaya	215.000	1997
17	Misiones	(•) Iguazú	67.620	1934
		Campo San Juan	5.160	en proceso
18	Neuquén	Laguna Blanca	11.251	1940
19		Lanín	412.003	1945
20		Los Arrayanes	1.840	1971
21	Neuquén-Río Negro	Nahuel Huapí	712.160	1934
22	Salta	Baritú	72.439	1974
23		El Rey	44.162	1948
24		Los Cardones	65.000	1996
25	San Juan	San Guillermo	166.000	1998
26		El Leoncito	89.706	2002
28	San Luis	Sierra de las Quijadas	73.785	1991
29	Santa Cruz	Perito Moreno	127.120	1945
30		(•) Los Glaciares	726.927	1945
31		Monte León	62.169	2004
32		Bosques Petrificados de Jaramillo	78.543	1954
33		Patagonia	53.000	2015
34	Santa Fe	Islas de Santa Fe	4.096	2010
		Islas de Santa Fe	160.000	en proceso
35	Santiago del Estero	Copo	118.119	2000
36	Tierra del Fuego	Tierra del Fuego	68.909	1960
37	Tucumán	Aconquija	74.585	2018

Fuente: Administración de Parques Nacionales ([www.parquesnacionales.gov.ar/](http://www.parquesnacionales.gov.ar/))

(•) Declarados Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO.

#### 5.4.1. Reserva Natural Estricta

Una Reserva Natural Estricta es un área significativa por la excepcionalidad de sus ecosistemas, de sus comunidades naturales o de sus especies vegetales y/o animales, cuya protección resulta necesaria para fines científicos de interés nacional. Las Reservas Naturales Estrictas son áreas custodiadas por parques nacionales, donde la interferencia humana se reduce a un mínimo. En ellas rige la prohibición a toda actividad que modifique las características naturales, como el uso extractivo de recursos naturales, la introducción de flora y fauna exótica, la caza, la pesca, los asentamientos humanos y el acceso de vehículos. Sólo se puede acceder en grupos limitados, con autorización previa y con propósitos científicos o educativos (cuadro 5.4).

**Cuadro 5.4.** Reservas Naturales de Argentina

Tipo de Reserva	Provincia	Denominación	Hectáreas	Año de creación
Reserva Natural	Formosa	Formosa	10.000	1968
	Salta	Pizarro	7.837	2015
Reserva Natural Educativa	Chaco	Colonia Benítez	8	1990
	Salta	El nogalar de los toldos	3.275	2006
Reserva Natural Estricta	Misiones	San Antonio	480	1990
	Buenos Aires	Otamendi	4.088	1990
	Formosa	Formosa	9.005	1968

Fuente: Administración de Parques Nacionales ([www.parquesnacionales.gov.ar/](http://www.parquesnacionales.gov.ar/))

#### **5.4.2. Reserva Natural Educativa**

Una Reserva Natural Educativa es un área que por sus particularidades o por su ubicación contigua o cercana a las reservas naturales estrictas brinda oportunidades especiales de educación ambiental o de interpretación del patrimonio natural y cultural (Cuadro 5.4).

#### **5.5. Monumento Natural**

En el Artículo 8 la ley de Parques Nacionales establece que "...serán Monumentos Naturales las áreas, cosas, especies vivas de animales o plantas, de interés estético, valor histórico o científico, a los cuales se les acuerda protección absoluta. Serán inviolables, no pudiendo realizarse en ellos o respecto a ellos actividad alguna, con excepción de las inspecciones oficiales e investigaciones científicas permitidas por la autoridad de aplicación, y la necesaria para su cuidado y atención de los visitantes" (Cuadro 5.5).

#### **5.6. Otras áreas de preservación**

##### **5.6.1. Sitios Ramsar (Humedales)**

El 2 de febrero de 1971, en la ciudad iraní de Ramsar, se realizó una convención cuyo objetivo era lograr un tratado intergubernamental relativo a la importancia Internacional de los Humedales, especialmente como hábitat de aves acuáticas. Con los años su enfoque se amplió y actualmente se utiliza el nombre de Convención sobre los Humedales. La República Argentina aprobó la Convención sobre los Humedales en el año 1991, a través de la sanción de la Ley 23.919, que entró en vigor en setiembre del año 1992.

**Cuadro 5.5.** Monumentos Naturales de Argentina

	Provincia o Región	Denominación	Especie en peligro de extinción	Hectáreas	Año de creación
1	Jujuy	Laguna de los Pozuelos	Aves acuáticas exclusivas de la Puna	15.000	1981
2	Santa Cruz	Bosques Petrificados	Bosque de Araucaria	13.700	1954
3	Santa Cruz Río Negro	Ballena Franca Austral	Ballena Franca Austral	Costa Península de Valdés	1984
4	(•) Región Patagónica	Huemul	Ciervo autóctono habitante de la cordillera patagónica	s/d	1996
5	(*) Zona serrana del noroeste argentino	Taruca	Ciervo autóctono llamado "taruca"	s/d	1996
6	(ϕ) Provincias del Norte Argentino	Yaguareté	Yaguareté	s/d	2001

Fuente: Administración de Parques Nacionales ([www.parquesnacionales.gov.ar/](http://www.parquesnacionales.gov.ar/))

(•) Se encuentra protegido en los Parques Nacionales Nahuel Huapi (Neuquén y Río Negro), Puelo y Los Alerces (Chubut), Perito Moreno y Los Glaciares (Santa Cruz).

(\*) Aunque está protegido en el Parque Nacional Calilegua (Jujuy) es prioritario lograr la creación de nuevas áreas que aseguren su continuidad.

(ϕ) Se encuentra protegido en el Parque Nacional Iguazú (Misiones) y en áreas de las provincias de Yungas y Chaco seco.

El término "humedales" se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, costeros y marinos, donde el agua juega un rol fundamental ya que determina la estructura del ecosistema. Los humedales son áreas que se inundan en forma temporal, porque la napa freática aflora en superficie o porque los suelos presentan baja permeabilidad. La Convención sobre los Humedales los define en forma amplia como "...las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".

Nuestro país cuenta con diecisiete sitios incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional que totalizan una superficie de 4.000.000 hectáreas (Cuadro 5.6).

**Cuadro 5.6.** Sitios Ramsar de Argentina

Provincia	Sitios Ramsar	Hectáreas	Año de creación
Buenos Aires	Bahía de Samborombón	243.965	1997
	Reserva Natural Otamendi	3.000	2008
	Reserva Ecológica Costanera Sur	353	2005
Mendoza	Laguna de Llancanelo	65.000	1995
Mendoza, San Juan y San Luis	Lagunas de Guanacache, Desaguadero y Del Bebedero	962.370	2007
Corrientes	Lagunas y Esteros del Iberá	24.550	2002
Neuquén	Laguna Blanca	11.250	1992
	Parque Provincial El Tromen	30.000	2006
Córdoba	Bañados del Río Dulce y Laguna de Mar Chiquita	996.000	2002
Tierra del Fuego	Reserva Costa Atlántica	28.600	1995
La Rioja	Refugio Provincial Laguna Brava	405.000	2003
Chaco	Humedales Chaco	508.000	2004
Santa Fe	Humedal Laguna Melincué	92.000	2008
	Jaaukanigás	492.000	2001
Formosa	Río Pilcomayo	55.000	1992
Jujuy	Lagunas de Vilama	157.000	2000
	Laguna de los Pozuelos	16.224	1992

Fuente: Sitios Ramsar ([www.ramsar.org](http://www.ramsar.org))

### 5.6.2. Áreas Naturales protegidas por los estados provinciales argentinos

Muchas Reservas Naturales están bajo la jurisdicción y administración de los gobiernos provinciales, municipales o a cargo de instituciones privada. Sin embargo, en la mayoría de los casos estas áreas sólo figuran en los expedientes de su fundación, es poco o nada lo que efectivamente se hace para su preservación y por este motivo –extraoficialmente– son calificadas de “reservas de papel”. Se estima que estas áreas naturales suman alrededor de 11.000.000 de hectáreas.

	Provincia	Denominación	Año
Patrimonio Mundial Natural	Santa Cruz	Parque nacional Los Glaciares	1981
	Misiones	Parque nacional Iguazú	1984
	Chubut	Península Valdés	1999
	San Juan-La Rioja	Parques naturales de Ischigualasto y Talampaya	2000
	Misiones	Misiones jesuíticas Guaraníes	1984
Patrimonio Mundial Cultural	Santa Cruz	Cueva de las manos, Río Pinturas	1999
	Córdoba	Manzana y Estancias jesuíticas de Córdoba	2000
	Jujuy	Quebrada de Humahuaca	2003
	varias provincias	Qhapaq Ñan, sistema vial andino	2014

## **6. Conservación *ex situ*: Banco de Germoplasma**

### **6.1. Germoplasma vegetal**

Se denomina germoplasma vegetal a todo órgano vegetativo, propágulo o tejido vivo constituido por células germinales portadoras de la herencia a partir del cual se puede obtener una planta (Hompanera y Piterbarg, 1997). Esta definición nos muestra que bajo el término germoplasma se incluyen diversas categorías tales como:

- Especies silvestres emparentadas con géneros cultivados (los parientes silvestres son utilizados como fuentes de genes para el mejoramiento de caracteres de interés).
- Variedades de agricultura tradicional: razas nativas, cultivares primitivos y especies de importancia cultural.
- Productos de los programas científicos de mejoramiento: cultivares modernos y obsoletos, líneas avanzadas, mutantes, materiales sintéticos, etcétera.
- Productos de biotecnología e ingeniería genética: que incluyen, entre otras, plantas transgénicas, fragmentos de ADN, genes clonados, genes marcadores, nuevas combinaciones genéticas, genes silenciosos, genoma de cloroplastos y otros.

### **6.2. Banco de Germoplasma**

Un Banco de Germoplasma es una colección de material vegetal vivo, en forma de semillas, tubérculos, rizomas, meristemas, esporas, etc.; es decir, es una colección de células o tejidos capaces de regenerar un organismo..

El objetivo principal del banco de germoplasma es conservar las especies vegetales endémicas, raras o amenazadas de la flora autóctona, como también conservar especies de interés sistemático, biogeográfico, alimenticio, medicinal u ornamental. Además de conservar el material depositado, el banco de germoplasma realiza la caracterización de los mismos. Esta caracterización consiste en ensayos con diferentes finalidades como por ejemplo, establecer protocolos de germinación, determinar la pérdida de viabilidad en muestras recalcitrantes, identificar germoplasma con marcadores moleculares, etcétera.

En síntesis, los objetivos generales del banco de germoplasma son:

- localizar, recolectar y conservar plantas consideradas de interés prioritario para nuestra sociedad.
- trabajar para el conocimiento científico orientado a la optimización de la conservación y uso de los recursos fitogenéticos.

### **6.3. Bancos de Germoplasma en Argentina**

Hace varias décadas, el INTA inició una serie de actividades en el área de los recursos genéticos vegetales a través de las cuales pudo organizar una red de Bancos de Germoplasma, distribuidos en distintos puntos de Argentina (Cuadro 5.7).

Dichos Bancos se crearon en el marco de un Programa Nacional que depende del Centro de Investigaciones de Recursos Naturales del INTA Castelar y constan de un Banco Base y nueve Bancos Activos.

**Cuadro 5.7.** Red de Bancos de Germoplasma del INTA en la Argentina y principales especies vegetales conservadas

Tipo de Banco	Nombre	Provincia	Cultivos/especies
Banco Base	Instituto de Recursos Biológicos (IRB), INTA Castelar	Buenos Aires	Maíz, girasol, maní, lino, sorgo, soja, trigo, cebada, algodón, eucaliptos, papa, mandioca, batata, forrajeras.
Bancos Activos	EEA Balcarce EEA Pergamino EEA Manfredi EEA Marcos Juárez EEA Sáenz Peña EEA Ing. G. Covas EEA La Consulta EEA Alto Valle EEA Cerritos	Buenos Aires Buenos Aires Córdoba Córdoba Chaco La Pampa Mendoza Río Negro Salta	Papa, forrajeras Maíz, Girasol, forrajeras Maní, sorgo, alfalfa Trigo, soja Algodón, forrajeras, forestales nativas Forrajeras Hortalizas, frutales de carozo, olivo, vid Frutales de pepita, forrajeras de Patagonia Poroto, tabaco, caña de azúcar, leguminosas de grano.

Fuente: Clausen (1997).

### 6.3.1. Banco Base (o Banco de Base)

Un Banco Base es una colección de semillas o material vegetativo que se establece para conservar el germoplasma a largo plazo y recuperar accesiones perdidas, para distribuir o intercambiar germoplasma. Busca conservar la variación genética con fines científicos (Clausen, 1997).

El Banco Base de semillas recibe y conserva duplicados de resguardo de las distintas colecciones de los Bancos Activos y de otras instituciones y organismos, para su conservación a largo plazo (Zelener, 1997).

- Cuando se conservan semillas, éstas se llevan a un contenido de humedad del 3-7%, se empacan en recipientes sellados y se almacenan en cámaras a temperaturas entre  $-10$  y  $-20$  °C (FAO/IPGRI, 1994; Vilela-Morales y Valois, 1996).

- Cuando se conserva material vegetativo, se mantiene en el campo (colección de plantas vivas) o se almacena en tanques de nitrógeno líquido a  $-196$  °C (crioconservación).

Según Zelener (1998) el Banco Base constituye una reserva y reaseguro de la variabilidad genética tanto para:

- 1) las especies de interés que satisfagan una demanda actual, como también para aquellas que aunque no presentan características de uso inmediato, podrían ser consideradas valiosas en el futuro (reserva),

- 2) las especies en peligro de extinción (reaseguro).

Por la variabilidad que contiene y la función que cumple, el Banco Base es estratégico para un país, por ello debe estar enmarcado en un Programa Nacional a cargo de una institución que pueda responder por la supervivencia del germoplasma.

En la República Argentina, el Banco Base se encuentra ubicado en el Instituto de Recursos Biológicos (IRB), Centro de Investigaciones de Recursos Naturales (CIRN) del INTA Castelar, provincia de Buenos Aires. Este Banco de germoplasma comenzó a funcionar en el año 1993 y cuenta con alrededor de 18.000 entradas que incluyen los duplicados de las colecciones activas así como materiales en custodia de empresas e instituciones. Dichas colecciones se conservan a largo plazo.

### 6.3.2. Banco Activo

Un Banco Activo es una colección de germoplasma en forma de semillas, de colecciones vivas a campo o de cultivos *in vitro*, que conserva las muestras<sup>2</sup> a plazos cortos y medianos (10 a 20 años). El Banco Activo está habilitado para manejar, distribuir o intercambiar el germoplasma, así como para multiplicar, caracterizar y evaluar las distintas entradas. La conservación se realiza en cámaras que funcionan entre 0 y 7 °C. Las condiciones de almacenamiento de las colecciones son las recomendadas por Bioversity Internacional (ex IPGRI, sigla del Instituto Internacional de Recursos Fito-genéticos). Los envases utilizados varían de acuerdo a las especies y a la ubicación de los Bancos Activos según las características ambientales de la región (Ferrer, 1998). Se utilizan principalmente bolsas trilaminadas de aluminio de cierre hermético, pero cuando no se dispone de ellas, se utilizan envases bicapa de polietileno-polipropileno, de polietileno, de vidrio o papel madera.

- Cuando se conservan semillas, éstas se almacenan a un contenido de humedad de 3-7% y a temperaturas superiores a 0 °C e inferiores a 10 °C (National Research Council, 1993; Engle, 1992).

- Cuando se conservan cultivos *in vitro*, el material es preservado en condiciones que aseguren tasas de crecimiento lento.

El INTA reconoce que los Bancos Activos tienen como funciones:

- Obtener germoplasma mediante la organización de expediciones de colecta y/o mediante la introducción o el intercambio de germoplasma con instituciones y organismos nacionales e internacionales.

- Enviar a las instituciones y/o investigadores que lo soliciten, muestras de germoplasma, en una cantidad dependiente de la especie, adjuntando a la muestra los datos de pasaporte, el poder germinativo, así como un acuerdo de transferencia de materiales (ATM).

- Enviar un duplicado de cada entrada al Banco Base, como mínimo 1.000 semillas, viables para su conservación a largo plazo.

- Conservar el germoplasma bajo condiciones que garanticen su viabilidad en el mediano plazo. Disponer como mínimo, de 2.000 a 5.000 semillas viables por entrada.
- Caracterizar y evaluar los materiales conservados (a través de descriptores internacionales).
- Documentar toda la información disponible sobre cada entrada así como los intercambios de material efectuados.

Las colecciones activas pueden estar a cargo de numerosas instituciones tanto públicas como privadas, que incluyen entre otras: Centros Internacionales de Investigación, Universidades y Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) (cuadro 5.8).

**Cuadro 5.8.** Colecciones conservadas en distintas instituciones

Institución	Nº entradas	Especies	Provincia (Localidad)
Facultad de Agronomía, UBA	2500	Quínoa y Maíz	Buenos Aires (en Banco Base)
Facultad de Agronomía, Univ. Nac. de La Pampa	647	Forrajeras	La Pampa (en Banco Base)
Facultad de Agronomía, Univ. Nac. del Litoral	94	Forrajeras clima templado y subtropical	Santa Fe (Esperanza)
Banco Nacional de Germoplasma de Prosopis (Univ. Nac. Córdoba).	1216	Algarrobos	Córdoba (Córdoba)
Banco Activo de Flora Nativa del Jardín Botánico G. Xuárez s.j. (Fac. de Cs. Agropecuarias, U.C. Córdoba)	144	Especies nativas de las sierras de Córdoba	Córdoba (Córdoba)
CEProVe Banco de Germoplasma, U.N. La Plata	30 ( <i>in vitro</i> )	Especies forestales	Buenos Aires (La Plata)
Cooperativa CAUQUEVA	177	Maíz, papa, poroto y oca	Jujuy (Maimará)
IBONE, Instituto de Botánica del Noreste	609	Maní y Paspalum	Corrientes (Corrientes)
IADIZA, Inst. Arg. de Investigaciones de Zonas Áridas.	s/d	Forrajeras Nativas y Algarrobos del Monte	Mendoza (Mendoza)
"N.I.Vavilov" Laboratorio de Recursos Genéticos Vegetales Facultad de Agronomía, UBA	500	Maíz y porotos	Buenos Aires (C. Federal)
Facultad de Ciencias Naturales, Univ. Nac. de Salta	250	Tomate y forestales	Salta (Salta)
Banco Activo, Fac. de Ciencias Naturales, U.N. de Tucumán	112	Frutilla, Duchesnea y Potentilla	Tucumán (Tucumán)

Fuente: Clausen *et al.* (2008).

#### **6.4. Vinculación internacional**

Las actividades relacionadas con los recursos genéticos vegetales que se desarrollan en Argentina, se encuentran integradas con los países del Cono Sur en el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur (PROCISUR). Los países que participan en este programa cooperativo son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay (Clausen, 1998).

El PROCISUR inició sus actividades en el año 1993 y tiene por objetivo institucionalizar un sistema de coordinación y apoyo recíproco, intercambiar conocimientos e implementar acciones cooperativas relacionadas con la generación y transferencia de tecnología agropecuaria, con la participación de universidades, el sector privado y las organizaciones no gubernamentales (ONGs) (Clausen, 1998).

#### **6.5. Etapas de la conservación en Bancos de Germoplasma**

Durante el proceso de conservación se pueden reconocer 4 etapas:

- 1) Colección o adquisición del germoplasma
- 2) Verificación preliminar
- 3) Almacenamiento y conservación del germoplasma
- 4) Manejo del germoplasma conservado

##### **1) Colección o adquisición del germoplasma**

El germoplasma de interés se puede obtener mediante la colecta, el intercambio o la donación. La exploración y la colecta consisten en salir al campo a buscar y recolectar variabilidad genética de especies cultivadas y silvestres que no es posible obtener de bancos de germoplasma, jardines botánicos u otras colecciones (Engels *et al.*, 1995; Querol, 1988; IPGRI, 1996).

*Selección de las especies objetivo o prioritarias:* El valor de uso de una especie determina el interés, el compromiso y la prioridad de conservarla (Maxted *et al.*, 1997). El valor de uso se determina analizando los siguientes aspectos de la especie:

- a. el estado de conservación.
- b. la urgencia por conservarla. La relevancia de una especie para su conservación depende de cuán amenazada esté, teniendo prioridad aquellas en peligro de extinción (ver Red List Categories de la IUCN: en <https://www.iucnredlist.org/>).
- c. la importancia biológica de la especie con respecto a otras especies útiles. Hay casos de interdependencia entre especies, en donde la desaparición de unas podría poner en peligro la existencia de otras.
- d. la contribución en términos de variabilidad genética. Las especies seleccionadas deben ser genéticamente diferentes a otras ya conservadas.
- e. la utilidad potencial de la especie.
- f. el costo relativo de conservarla.
- g. la importancia cultural para la comunidad.

*Información sobre los sitios de origen:* La ubicación geográfica de los ambientes que serán visitados para realizar las colectas se puede obtener de datos de inventarios y estudios florísticos o de trabajos monográficos. También se puede obtener información en bancos de germoplasma, herbarios, bases de datos agrícolas y fuentes de información etnológica o bien se puede consultar a investigadores y colectores reconocidos.

*Definición de la estrategia de muestreo:* Una vez que se localizó el sitio de colecta se debe definir una estrategia de muestreo que consiste en:

- definir la frecuencia con que se van a tomar las muestras (cada cuánto se detendrá a coleccionar),
- definir la metodología mediante la cual tomará las muestras (cosecha por genotipo y/o cosecha masal),
- definir el tamaño óptimo de la muestra (número de propágulos que representa la variabilidad genética disponible).

Como regla general podemos decir que se pueden presentar 3 situaciones:

- coleccionar muchos genotipos de unas pocas accesiones (o poblaciones). Metodología utilizada para especies alógamas (predomina la variación intrapoblacional),
- coleccionar muchas accesiones (poblaciones). Cada accesión<sup>3</sup> conformada por unos pocos genotipos. Metodología utilizada para especies autógamias (predomina la variación interpoblacional),
- coleccionar muchos genotipos de muchas accesiones. Metodología utilizada cuando se desconoce el sistema reproductivo de la especie.

Es conveniente seleccionar aquellas plantas que presentan buenas condiciones sanitarias para evitar la contaminación del material a conservar. Si el objetivo es coleccionar semillas, conviene cosechar los frutos ya que éstos mantienen las semillas viables por más tiempo, y extraer las semillas manualmente. Las semillas coleccionadas deben estar maduras para que toleren la desecación sin perder viabilidad. En el caso de material vegetativo, se deben coleccionar propágulos y yemas frescas para que se puedan reproducir posteriormente. Se pueden tomar muestras como plantas completas, tubérculos, rizomas y estacas. Las plantas se pueden coleccionar en cualquier recipiente siempre y cuando sea seguro y fácil de transportar. Normalmente las semillas se guardan en sobres de papel o en bolsas plásticas, mientras que los tubérculos, los rizomas y las estacas se conservan en bolsas plásticas.

*¿Cómo acondicionar y almacenar las muestras durante la colecta?:* Las muestras coleccionadas se deben mantener viables hasta que lleguen al sitio de conservación. Hay que acondicionarlas para evitar que se dañen o contaminen durante el transporte. El acondicionamiento incluye limpiar las muestras, desecarlas si son semillas o mantenerlas húmedas si se trata de material vegetativo. Se puede reducir la humedad de la muestra con gel de sílice, aparatos de circulación de aire seco o extendiéndolas en capas delgadas, a la sombra, en sitios frescos y aireados. Las semillas se almacenan en recipientes que permitan la circulación de aire seco. Las muestras vegetativas se deben

mantener en recipientes humedecidos como papel periódico o toallas de papel, aserrín, arena y bolsas plásticas húmedas e infladas, cambiando el aire frecuentemente.

*¿Cómo identificar las muestras durante la colecta?:* A medida que las muestras se van colectando deben ser identificadas (rotuladas) para evitar todo tipo de confusiones. La información que se toma durante la colecta se denomina “datos de pasaporte” o “de recolección”. Dichos datos incluyen:

- a. el número de orden de la ficha de colecta,
- b. el género,
- c. la especie, subespecie y/o variedad del material botánico,
- d. el lugar, provincia y país de recolección de la muestra,
- e. el nombre del recolector y el número de colección,
- f. la fecha de recolección.

También es útil tomar muestras para herbarios, fotografías del material colectado, y datos etnobotánicos, ecológicos y geográficos (altitud, latitud, pendiente, etc.). Estos datos se pueden registrar en una libreta de campo (Querol, 1988).

*Un ejemplo de identificador* (Solari, 2007): El identificador de una muestra determinada puede tener la siguiente estructura: ARZM 01080.

Cada símbolo alfanumérico del identificador tiene un significado. Ejemplo:

País: AR (Argentina)

Género: Z (Zea)

Especie: M (mays)

Provincia: 01 (Buenos Aires)

Número consecutivo de muestra por provincia: 080

*Requisitos para trasladar el germoplasma:* Mover germoplasma de un país a otro involucra riesgos fitosanitarios. Por ello, cuando el material cosechado en un país debe ser trasladado a otro para su conservación, deben completarse una serie de trámites que son estipulados por el país de origen del germoplasma. Estos trámites incluyen el llenado de planillas donde se solicita a las autoridades gubernamentales, los permisos para coleccionar y para trasladar el material colectado. Además, los colectores se comprometen a respetar la legislación vigente como también a cumplir con las reglamentaciones estipuladas en acuerdos internacionales como: el Convenio sobre Diversidad Biológica, el Código Internacional de Conducta para la Recolección y Transferencia de Germoplasma Vegetal y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (FAO, 1997).

Dichos trámites deben realizarse con la suficiente antelación, ya que sin los permisos correspondientes no se puede realizar la colecta.

## 2) Verificación preliminar

El germoplasma se lleva al sitio de conservación en donde se verifica si las muestras son suficientes y viables para conservarlas. Los estándares mínimos para tamaño

y viabilidad son 1.000 semillas (preferiblemente 2.000) y 85% de germinación, respectivamente. La viabilidad inicial de las muestras se determina sometiendo a las semillas a pruebas de germinación cuyos estándares están establecidos por la International Seed Testing Association (ISTA, 1993).

Las colecciones activas cuentan con información de pasaporte, datos de caracterización y evaluación en fichas o libros de campo, planillas electrónicas y bases de datos (Ferrer, 1998). De manera que, antes de ingresar al banco, el germoplasma deberá tener un número identificatorio y deberá ser caracterizado y evaluado.

En la actualidad, la información de pasaporte de las colecciones Activas y de la colección de Base fue incorporada en una base de datos relacional, desarrollada por el INTA, denominada DBGERMO. La información de caracterización y evaluación está en vías de incorporarse a este sistema y una parte aún se encuentra en planillas electrónicas (Clausen *et al.*, 2008).

La caracterización y la evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie para diferenciarlas, determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética y localizar genes que estimulen su uso en la producción o en el mejoramiento de cultivos.

*Caracterización y evaluación del germoplasma:* Según Schlatter (1998) la evaluación y caracterización del germoplasma conservado tiene por finalidad:

- Estimar la diversidad genética en las entradas de los Bancos de germoplasma.
- Verificar la estabilidad de los materiales que sufren sucesivos ciclos de multiplicación, para su regeneración.
- Diferenciar genotípicamente los materiales conservados en los Bancos de germoplasma a fin de detectar posibles duplicaciones.
- Determinar la presencia de caracteres de interés agronómico mediante la utilización de marcadores moleculares ligados a los mismos.
- Caracterizar e identificar las distintas variedades, híbridos y líneas (verificación de la ascendencia o pedigrí).

En la caracterización y evaluación se registra el comportamiento de los materiales frente a factores bióticos y abióticos (resistencia a microorganismos, estrés ambiental), producción, calidad (harinas, proteínas, aceites, esencias). Otras líneas de trabajo incluyen identificaciones botánicas, estudios genéticos, comportamiento germinativo, secado, etc. Estas actividades se realizan en los Bancos Activos y participan activamente el personal del INTA y el de las Universidades Nacionales. Menos activamente participan otros organismos tales como CONICET, empresas privadas y organizaciones no gubernamentales.

En un banco de germoplasma es de fundamental importancia poder caracterizar el material en forma objetiva y lo más velozmente posible ya que el volumen de materiales que se maneja es enorme (Hourquescos, 1998).

Los marcadores más utilizados para detectar la variabilidad natural que presentan las distintas poblaciones se pueden agrupar en:

1. Marcadores morfológicos (fenotípicos) (Cuadro 5.9)
2. Marcadores bioquímicos (detectan el polimorfismo de los genes a través de sus productos, en este caso, las proteínas)
  - Isoenzimas
  - Proteínas de reservas
3. Marcadores moleculares (detectan el polimorfismo de los genes a través de las alteraciones a nivel de ADN)
  - RFLP (sigla en inglés de Polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción)
  - RAPD (sigla en inglés de Polimorfismo de fragmentos de ADN amplificada al azar)
  - Microsatélites

La documentación de las Colecciones Activas se estructura sobre el esquema de descriptores sugeridos por el IBPGR con algunos agregados para compatibilizar la documentación de otros centros, particularidades locales y proyectos internacionales.

*Descriptores:* Cada población tiene una serie de caracteres morfológicos particulares (marcadores morfológicos o fenotípicos) que permiten su identificación de otras poblaciones de la misma especie. Los descriptores son las características mediante las cuales podemos conocer el germoplasma y determinar su utilidad potencial.

Los descriptores deben cumplir con una serie de requisitos, como:

- ser específicos para cada especie,
- deben permitir diferenciar los genotipos y
- deben expresar el atributo de manera precisa y uniforme.

Los caracteres realmente útiles son aquellos que se detectan a simple vista (de alto valor taxonómico), que tienen alta heredabilidad y que permiten diferenciar una accesión de otra.

**Cuadro 5.9.** Descriptores morfológicos utilizados en maíz

Descriptor	Ejemplos
De la planta	Altura, diámetro del tallo, número total de hojas por planta, ancho de la hoja superior, largo de la hoja superior, índice de macollaje, etc.
De la inflorescencia	Longitud del pedúnculo, número total de ramificaciones, % de plantas quebradas, Resistencia a Roya, etc.
Del grano	Longitud del grano, forma del grano, peso de 1000 granos, color del pericarpo, contenido de aceite, etc.

En la *caracterización* se registra la expresión de caracteres cualitativos constantes en los diversos estados fisiológicos de la planta. Los datos se toman en el estado de plántula, antes y durante la floración, y en la etapa de producción, y se agregan a los datos de pasaporte previamente registrados durante la colecta o adquisición del material.

La *evaluación* consiste en describir las características agronómicas de las accesiones (rendimiento o resistencia a estrés) –generalmente cuantitativas (variables con el ambiente) y de baja heredabilidad– en el máximo posible de ambientes, con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y/o el mejoramiento de cultivos. En la mayoría de los casos esta actividad es realizada por mejoradores.

### 3) Almacenamiento y conservación del germoplasma

La conservación de los recursos fitogenéticos requiere asegurar su existencia en condiciones viables y con sus características genéticas originales. Esto se logra, en el caso de semillas o del material conservado *in vitro*, controlando las condiciones de almacenamiento para que inhiban o reduzcan el metabolismo de las muestras y, en el de material vegetativo, manteniéndolo en condiciones óptimas de cultivo.

### 4) Manejo del germoplasma conservado

La actividad de registrar, organizar y analizar datos de conservación se denomina “documentación” y es fundamental para conocer el germoplasma y tomar decisiones sobre su manejo. El valor del germoplasma aumenta a medida que se lo conoce; de ahí la importancia que esté bien documentado.

## 6.6. Alternativas de conservación en Bancos de Germoplasma

La conservación *en* Bancos de germoplasma incluye varias alternativas dependiendo del órgano vegetal o del tipo de planta que se pretende conservar (Zelener, 1998). Algunos de los sistemas de conservación que se encuentran actualmente en funcionamiento en la red de germoplasma del INTA son:

- 1) banco de semillas conservadas en cámaras (Cuadro 5.10)
- 2) material *in vitro* (Cuadro 5.11)
- 3) colecciones vivas a campo (Cuadro 5.12)

Todas las técnicas de conservación buscan obtener el máximo tiempo de almacenaje, manteniendo la viabilidad y la integridad genética de las entradas. El objetivo final es lograr que el germoplasma conservado sea capaz de producir una planta con los caracteres genéticos de la muestra original.

## 1) Bancos de conservación de semillas

Los bancos de semillas son los medios más eficientes para la conservación de recursos fitogenéticos.

### • Clases de semillas

Las semillas tienen un comportamiento variable con relación a la susceptibilidad a la deshidratación. Los comportamientos extremos se presentan en las denominadas semillas ortodoxas y en las semillas estrictamente recalcitrantes.

Muchas especies tienen semillas en las cuales el contenido de agua se reduce naturalmente como parte del proceso de maduración. Estas semillas se llaman ortodoxas, y pueden deshidratarse hasta alcanzar muy bajos contenidos de agua sin sufrir daños, permaneciendo viables en este estado por períodos variables de tiempo (Prego *et al.*, 1988). Esta particularidad favorece su conservación, ya que el contenido de agua y la temperatura son parámetros que afectan la viabilidad de las semillas almacenadas. Como ejemplo de especies con semillas ortodoxas se puede mencionar: trigo, maíz, soja, girasol, etcétera.

Otro grupo de especies produce semillas que nunca se desecan sobre la planta madre. En este caso, las semillas son dispersadas con contenidos de agua relativamente altos y pierden la viabilidad si la humedad disminuye a niveles lo suficientemente bajos como para permitir su conservación. Estas semillas se llaman recalcitrantes (Prego *et al.*, 1988). Los mecanismos involucrados en el proceso de recalcitrancia no son conocidos y, en la actualidad, la única forma de conservación que permite mantener la viabilidad de semillas con alto contenido de humedad por lapsos prolongados, es a través de crioconservación (en tanques de nitrógeno líquido a 196 °C bajo cero). Esta técnica consiste en reducir al máximo la fracción de agua celular capaz de cristalizar a bajas temperaturas. Debido a que muchas de las semillas recalcitrantes son de tamaño relativamente grande, solamente se conserva en frío el embrión. Este procedimiento facilita la aplicación de la técnica y permite reducir las cantidades de nitrógeno líquido a utilizar.

La metodología usada para la crioconservación de embriones también se aplica a los meristemas de especies de propagación vegetativa. Este tipo de conservación a temperaturas criogénicas ofrece la ventaja de evitar los sucesivos cultivos *in vitro* (que se deben realizar cuando el material se conserva a temperatura convencional) y elimina los riesgos de contaminación microbiana (Prego *et al.*, 1998)

Como ejemplo de especies con semillas recalcitrantes se puede mencionar: *Araucaria araucana* (pehuén), *A. angustifolia* (pino Paraná), *Citrus sinensis* (naranja dulce) y *Citrus trifoliata* (naranja trébol).

A medida que se completan los estudios y se incorporan nuevas especies, se comprueba que la división entre ortodoxas y recalcitrantes resulta simplista, ya que en realidad, existe una gradualidad entre ambos extremos, lo que permite clasificar a

semillas de varias especies en categorías intermedias. Como ejemplo de semillas de comportamiento intermedio se puede mencionar a las del sauce (*Salix alba*). Las semillas de este árbol pierden la viabilidad muy rápidamente, por ello se las consideraba como recalcitrantes. Sin embargo estudios histológicos y de ultraestructura celular mostraron que son semillas ortodoxas.

- *Técnicas de conservación de semillas*

Las técnicas de conservación de semillas de comportamiento ortodoxo pretenden lograr el máximo tiempo de almacenamiento con la mínima actividad fisiológica y mínima pérdida de viabilidad (Zelener, 1998). Estos objetivos se logran al someter a las semillas a un procesamiento controlado, previo al almacenaje en cámaras frías.

Según Zelener (1998) el procesamiento de las semillas ortodoxas incluye:

**1) Recepción:** la recepción de las entradas es el primer paso de un flujo continuo de actividades que se desarrollan en el Banco Base. Allí se realiza el control de los materiales recibidos y la asignación del número identificador de registro.

**2) Limpieza:** la limpieza de los materiales implica la eliminación de material inerte, semillas extrañas, semillas partidas o de baja calidad sanitaria que normalmente acompañan a las muestras.

**3) Ensayos:** una muestra de semillas de algunas entradas (entre el 5-10% de las entradas) se utilizan para estimar el contenido de humedad de la partida completa. La totalidad de las entradas pasan luego a la cámara de secado. Este proceso se realiza a temperaturas y humedades relativamente bajas y constantes (15-20 °C y 15-18% HR), con la finalidad de evitar el deterioro de las mismas. El proceso de secado concluye cuando el contenido de humedad de la partida se encuentra entre el 3-7%, según la especie. Una segunda muestra de semillas de cada entrada, se utiliza para evaluar la viabilidad inicial mediante la prueba de poder germinativo. La viabilidad inicial es uno de los factores que definen el momento de regenerar las entradas. Las entradas que están en condiciones de ingresar a conservación a largo plazo, son aquellas que presentan los siguientes parámetros:

- Poder germinativo por encima de un umbral mínimo fijado en 85% para la mayoría de las especies.

- Poder germinativo de 75% para algunas especies hortícolas.

- Poder germinativo inferior al 75% para especies silvestres, algunas forrajeras y ciertas forestales.

Cuando estos ensayos identifican entradas con calidad inferior a la descrita, determinan el regreso de las mismas a los Bancos Activos para su regeneración. Esta forma de control evita el uso deficiente de insumos y reduce los costos de mantenimiento a largo plazo.

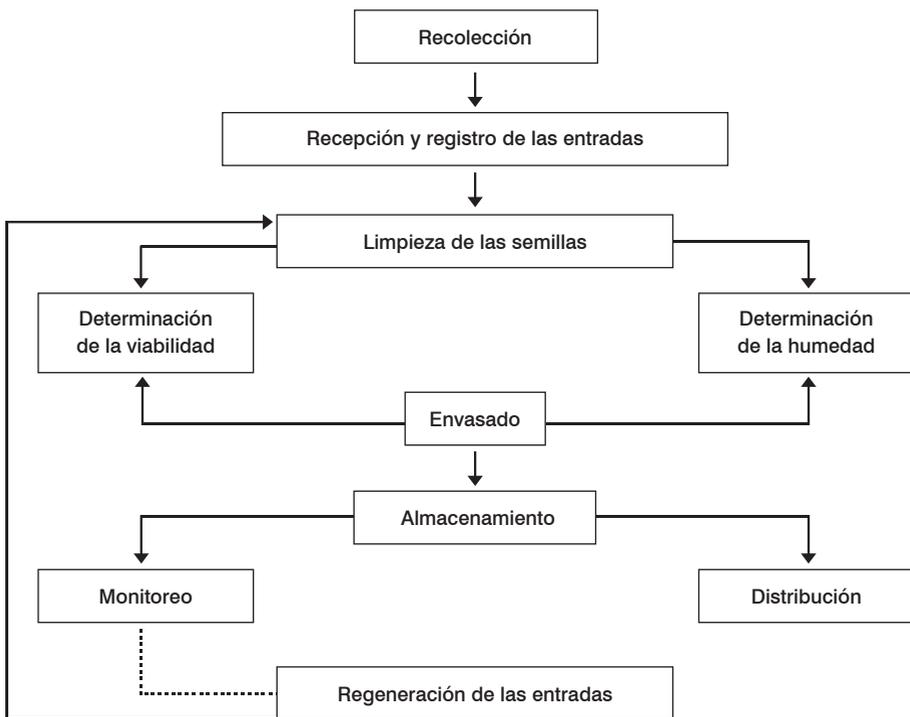
Las pruebas de germinación y viabilidad se realizan bajo normas internacionales para el análisis de semillas y reglas establecidas por la Internacional Seed Testing Association (ISTA) y las recomendaciones estipuladas para bancos de genes de FAO/IPGRI.

4) *Envasado*: aquellas entradas que pasaron los controles mencionados están en condiciones de ser herméticamente envasadas. El envasado se realiza luego del secado para evitar la posible absorción de agua proveniente de la humedad del ambiente. Las entradas se envasan en bolsas trilaminadas de aluminio de hasta 1 kg de capacidad. Finalmente se realiza el etiquetado y la asignación del número identificador de stock. Luego se procede al almacenamiento en cámaras frías a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Si bien las condiciones de ambiente controlado generadas por las cámaras posibilitan prolongar la longevidad seminal, ésta decrece durante su conservación a largo plazo. Por ello, se deben realizar monitoreos periódicos de la viabilidad con la finalidad de establecer la necesidad de regeneración. La tarea de regenerar entradas es desarrollada por los Bancos Activos. Una vez que la viabilidad seminal fue recuperada, las entradas regeneradas están en condiciones de ingresar al Banco de Base, reiniciando el proceso de conservación a largo plazo.

La secuencia de eventos que ocurre en un banco de germoplasma que conserva semillas se presenta en la Figura 5.1.

**Figura 5.1.** Secuencia de eventos en la conservación de semillas (adaptada de [www.inta.gov.ar/anguil/investiga/animal/banco\\_germoplasma/](http://www.inta.gov.ar/anguil/investiga/animal/banco_germoplasma/))



**Cuadro 5.10.** Colecciones conservadas como semillas en los Bancos Activos del INTA (valores a mayo de 2008)

Especie/grupo de especies	Nº entradas	Ubicación y Localidad	Provincia
Maní	3.791	EEA Manfredi	Córdoba
Sorgo	3.200	EEA Manfredi	Córdoba
Maíz	2.584	EEA Pergamino	Buenos Aires
Trigo	1.400	EEA Marcos Juárez	Córdoba
Algodón y forestales	1.343	EEA Sáenz Peña	Chaco
Avena	1.287	EEA Bordenave	Buenos Aires
Forrajeras clima templado	1.121	EEA Pergamino	Buenos Aires
Girasol	960	EEA Manfredi	Córdoba
Forrajeras clima templado semiárido	949	EEA Anguil	La Pampa
Forrajeras y ornamentales de la Patagonia Austral	877	EEA Santa Cruz	Santa Cruz
Cebada Cervecera	850	EEA Bordenave	Buenos Aires
Forrajeras clima templado	805	EEA Balcarce	Buenos Aires
Soja	680	EEA Marcos Juárez	Córdoba
Cebada Forrajera	605	EEA Bordenave	Buenos Aires
Tabaco	180	EEA Salta	Salta
Forrajeras Arbustivas Patagónicas	156	EEA Chubut	Chubut
Girasol y Zanahorias silvestres	105	EEA Balcarce	Buenos Aires
Centeno	40	EEA Bordenave	Buenos Aires

Fuente: Clausen *et al.* (2008)

## 2) Conservación de Germoplasma *in vitro*

Para numerosas especies de importancia económica, la conservación en forma de semillas no es posible debido a problemas de índole genético-fisiológicos. En estas especies, la propagación se realiza preferentemente en forma vegetativa (Hompanera y Piterbarg, 1997). Son ejemplos de especies de multiplicación agámica: la mandioca, la papa, la batata, algunas especies florales y forestales.

La conservación de especies de multiplicación vegetativa tiene una serie de complicaciones en relación con la conservación de semillas. Por ejemplo, la longevidad de los órganos vegetativos es bastante limitada, lo que obliga a regenerar las plantas en intervalos de tiempo cortos; a su vez, la multiplicación a campo expone a los materiales a plagas, enfermedades y al estrés climático. Desde el punto de vista operativo, los requerimientos en superficie de tierra y mano de obra son elevados.

### ¿Cómo se procede para conservar los materiales *in vitro*?

Los materiales obtenidos de los distintos viajes de colección se conservan *in vivo* a través de plantaciones a campo, donde se realiza la evaluación agronómica y la caracterización morfológica. Esta multiplicación tiene por finalidad determinar la composición genética y la identidad de caracteres útiles, para su utilización en el mejoramiento. Una vez completado el proceso de evaluación y caracterización, los materiales clonados ingresan al banco de germoplasma para su conservación *in vitro*.

### ¿Qué metodología se emplea en la conservación *in vitro*?

La metodología de la conservación *in vitro* implica la escisión del tejido de la planta madre, el establecimiento en un medio de cultivo, la conservación mediante un método adecuado, la recuperación del tejido viable de la fase de conservación y la regeneración de las plantas (Hompanera y Piterbarg, 1997).

Todos los materiales son introducidos *in vitro* a través de la técnica de cultivo de meristemas. Esta técnica se considera muy apropiada ya que presenta las siguientes ventajas:

- Alto potencial de propagación
- Elevada estabilidad genética
- Permite liberar los materiales de enfermedades y plagas.

### ¿Qué se conserva en el Banco *in vitro*?

En el Cuadro 5.11 se presenta las principales especies conservadas como germoplasma *in vitro*.

**Cuadro 5.11.** Principales especies conservadas *in vitro* en la Red de Bancos de Germoplasma del INTA (valores de mayo de 2008)

Especie	Nº entradas	Ubicación y Localidad	Provincia
(•) Hortalizas	2.710	EEA La Consulta	Mendoza
(•) Papa	1.833	EEA Balcarce	Buenos Aires
Batata-Papa	404	IRB Castelar	Buenos Aires

Fuente: Clausen *et al.* (2008)

(•) Parte de la colección también está conservada como semilla

### 3) Conservación de colecciones vivas a campo (colección de plantas forrajeras y frutales)

Algunas especies presentan ciertos inconvenientes que no permiten que se puedan conservar como semillas. Estos inconvenientes pueden ser: que las semillas producidas sean recalcitrantes o que no produzcan semillas (como algunos cultivos clonales,

ejemplo: manzanos, peras, olivos, forrajeras, ajo, etc.). En estos vegetales la conservación se realiza a campo. Esta modalidad de conservación plantea ciertas desventajas, a saber: la aplicación de técnica de manejo para cada especie, el costo de conservación, la incidencia de factores bióticos y abióticos y la transmisión de agentes patógenos. Todos estos factores representan riesgos potenciales de estas colecciones.

En el Cuadro 5.12 se presenta un listado de las especies o grupos de especies que fueron conservadas durante el año 2007, en la Red de Bancos de germoplasma del INTA.

**Cuadro 5.12.** Especies (o grupo de especies) conservadas como Colecciones *in vivo* a campo en los Bancos Activos del INTA

Especie/grupo de especies	Nº entradas	Ubicación y Localidad	Provincia
Citrus	952	EEA Concordia	Entre Ríos
Yerba mate	773	EEA Cerro Azul	Misiones
Manzanas y Peras	747	EEA Alto Valle	Río Negro
(•) Poroto, Quínoa, Aromáticas	618	EEA Salta	Salta
Caña de azúcar	340	EEA Famallá	Tucumán
Duraznos y Ciruelos	265	EEA San Pedro	Buenos Aires
Forestales nativos	258	EACT Yuto	Jujuy
Té	189	EEA Cerro Azul	Misiones
Olivo	87	EEA Junín	Mendoza
Mandioca	69	IRB Castelar	Buenos Aires
Mango-Palta-Papaya-Cedro	56	EACT Yuto	Jujuy
Mandioca	45	EEA El Colorado	Formosa

Fuente: Clausen *et al.* (2008)

(•) Parte de la colección también está conservada como semilla

Además, hemos mencionado que durante el tiempo que se mantiene conservado, el germoplasma puede disminuir en cantidad y calidad (viabilidad). El tamaño de las muestras disminuye con el uso y la distribución, mientras que la viabilidad se reduce con el tiempo, incluso si el germoplasma se ha almacenado en condiciones óptimas (FAO, 1996). Cuando esto sucede, hay que multiplicar o regenerar el germoplasma. Si el objetivo es recuperar viabilidad hablamos de regeneración o rejuvenecimiento; si es llevar las muestras a un tamaño óptimo, hablamos de multiplicación. Para alcanzar estos objetivos, las colecciones se siembran a campo a fin de obtener nuevas semillas que serán evaluadas para reingresar al Banco.

## **7. Otra forma de conservación ex situ: Jardín Botánico**

### **7.1. Concepto**

Un jardín botánico (del latín *hortus botanicus*) es una colección de plantas vivas, tanto exóticas como nativas, las cuales se disponen en el terreno de acuerdo con un criterio predeterminado. En su defecto, el concepto de jardín botánico se hace extensivo al lugar físico donde se cultivan las plantas<sup>4</sup> o también se refiere a la institución dentro de la cual se realizan las actividades de conservación, investigación, enseñanza y divulgación de la diversidad vegetal.

### **7.2. Disposición de las plantas en el campo**

El ordenamiento que tienen las colecciones de plantas vivas en el terreno es el resultado de uno de los siguientes criterios, por ejemplo, las plantas:

- a)** se agrupan siguiendo los lineamientos de un sistema de clasificación preestablecido (como por ejemplo el sistema de Engler),
- b)** se agrupan por su utilidad (como aromáticas, alimenticias, medicinales, etc.), o
- c)** se agrupan siguiendo un criterio ecológico, que intenta reproducir un ecosistema particular.

Aunque todos los criterios de ordenamiento tienen una finalidad didáctica, el primero pretende que el espectador pueda tener idea de la evolución vegetal mientras realiza la recorrida por el jardín botánico. Por ello, las especies primitivas son cultivadas al comienzo del jardín y los grupos derivados son ubicados al final. Los demás criterios tienen una finalidad netamente práctica, ya que buscan aplicar los conocimientos de educación ambiental para establecer una conexión con los visitantes y darle así vida al jardín (Honig, 2000). Las estrategias usadas en estos criterios consisten en visitas guiadas, folletos, senderos autoguiados y señalética.

### **7.3. Utilidades del jardín botánico**

En la actualidad, los jardines botánicos buscan trascender lo exclusivamente paisajístico y recreativo para abocarse a la enseñanza sobre los servicios ambientales que los vegetales ofrecen a la humanidad. De nada sirve tener una colección atractiva de vegetales si el hombre no comprende que para continuar su existencia necesita de los bienes (alimentos, medicinas, condimentos, fibras vegetales, maderas, etc.) y servicios (purificación del aire, amortiguación de temperatura, contención de suelos, mantenimiento de humedad ambiental, captación de aguas, protección de vientos, etc.) que aportan los vegetales. A partir de la Declaración de Canarias muchos jardines botánicos tienen incorporadas áreas de vegetación natural, adicionales a las colecciones cultivadas (Whyse Jackson y Sutherland, 2000) con el objeto de educar en conservación y realizar tareas de investigación de la vegetación natural para su reintroducción en áreas degradadas (ver 7.6.).

#### **7.4. Historia de los jardines botánicos**

En el capítulo I, vimos la inquietud y la necesidad de los botánicos de la antigüedad por establecer una clasificación completa de las plantas. Como un complemento a este desafío surgen los jardines botánicos. En sus comienzos, dichos jardines son simplemente colecciones vivas de plantas medicinales y, con el correr de los años y el avance científico, abarcaron a la totalidad de los vegetales. El más antiguo de los jardines botánicos del que se tiene registro, es el de los Estados Pontificios del año 1227, que se conserva con otro emplazamiento. A la par de éste, se crearon pequeños jardines recoletos, dedicados al cultivo de plantas aromáticas y medicinales destinadas a la terapéutica. Surgieron por entonces los jardines de Padua, Pisa y Florencia como los más destacados de la época.

Ya hacia fines del 1400, ocurrió un hecho trascendental que cambió los destinos de los jardines medicinales y de los incipientes jardines botánicos. El descubrimiento de las "Indias Occidentales" con su profusión de vegetación exótica y la inquietud de los científicos por conocer sus propiedades, deriva en grandes colectas que se realizan durante los viajes y que, arribados al continente europeo, obliga a ampliar los confinados jardines del Medioevo. Por esta causa, el esplendor de los jardines medicinales, se traslada a los jardines de estudio botánico, también llamados, por entonces, Jardines de Aclimatación donde la flora exótica se cultiva en condiciones similares a las de su lugar de origen. Surgen así los primeros invernaderos, grandes construcciones de hierro y vidrio, que proporcionan climas regulados para el mantenimiento de la flora tropical. Próximos a éstos se construyen los primeros institutos botánicos como el "Jardín des Plantes" ubicado en París, famoso por la tecnología de sus invernaderos y la organización científica de su colección vegetal.

Los jardines botánicos, que en un principio sólo constituían muestrarios de plantas vivas, se convierten en importantísimas instituciones que conjugan un papel didáctico para los estudiosos de la botánica, con una misión científica como es la creación de grupos de investigación que se enfrentan a las numerosas incógnitas del mundo vegetal: su multiplicación, su estructura interna, sus relaciones genéticas y su parentesco. La colección y ordenamiento de especies vegetales variadas hace que los jardines, se separen de la ciencia médica para volcarse a los estudios de carácter botánico y taxonómico, basados en los lineamientos establecidos por Linneo.

#### **7.5. Los jardines en América**

Mientras en Europa se producía el avance de la botánica por parte de los científicos del momento, en América se realizaban también estudios botánicos; en este caso por integrantes de órdenes religiosas, en especial la Orden Jesuita que se distinguió por su actividad no sólo evangelizadora sino educadora. Gran cantidad de información de la flora americana se la debemos al incansable trabajo de jesuitas dedicados a investigar las propiedades de dichos vegetales, tal el caso de Pedro Montenegro s.j., Florián

Paucke s.j., Pedro Lozano s.j., Gaspar Xuárez s.j. entre otros. Hacia 1776, cuando la orden es expulsada de los territorios de la Corona española, muchos de estos estudiosos continuaron sus trabajos en el viejo continente. Tal el caso del Padre Gaspar Xuárez, nacido en Santiago del Estero, quien se dedicó a difundir los conocimientos de la flora americana al instalar un jardín al que denominó “Orto Vaticano Yndico”, pues estuvo emplazado en territorio cedido por los Estados Pontificios.

También por esa época, las instituciones más importantes recibieron cuantiosas asignaciones económicas que les permitieron organizar expediciones de ultramar con el fin de aumentar las colecciones. Realizaron además ediciones con reproducciones gráficas de la vegetación coleccionada, de gran valor en la actualidad pues aportaban datos de las especies existentes en aquel momento en los territorios de ultramar. Es en ese tiempo en el que surgieron los herbarios, tal como los conocemos en la actualidad, ya que muchas plantas recolectadas en los viajes no pudieron conservarse en buen estado o no lograron reproducirse a pesar de las condiciones proporcionadas. De este modo, las plantas herborizadas constituyen una fuente inagotable de datos que se intercambian entre jardines de diferentes localidades.

En nuestro país la primera intervención para la formación de un Jardín Botánico, se remonta a fines del siglo XIX en la Universidad de La Plata, donde el botánico Carlos Spegazzini funda un jardín a partir de una plantación de especies arbóreas indígenas de la Argentina, recolectadas durante sus viajes y cultivadas en su domicilio particular. Unos años después el paisajista Carlos Thays, entonces Director de Parques y Paseos de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, solicitó a las autoridades municipales un terreno vecino al zoológico para la conformación de un Jardín Botánico para la ciudad (Berjman, 2002). Su principal función se dirige a la educación y difusión de especies nativas, posición de avanzada para los lineamientos de la época donde la flora autóctona sucumbía ante la introducción de la flora europea. Ambos jardines se mantienen en actividad cumpliendo con los objetivos que hoy se imponen.

## **7.6. Jardines y conservación**

Como mencionamos, hacia el siglo XIX los jardines originalmente medicinales se emancipan de la materia médica y devienen centros de estudio de carácter botánico. Esta característica de jardín expositor de vegetales se mantiene hasta nuestra época cuando en 1985 la UICN y la WWF convocan a una conferencia sobre “Los Jardines Botánicos y la Estrategia Mundial para la Conservación” en Las Palmas de Gran Canaria y, los jardines botánicos, redefinen entonces su función de meros expositores a activos participantes en la conservación de especies en vías de extinción, enfatizando la conservación de la vegetación de su zona de incumbencia bajo los lineamientos de una “Estrategia Internacional en Conservación” que se publicó en 1989. Una década después fue necesario revisar los lineamientos debido a los cambios sucedidos en los conceptos de conservación y en las nuevas técnicas de laboratorio

utilizadas, incrementando el papel que cumplen los jardines en biología de la conservación, en estudios moleculares e investigaciones en ecología y en prácticas como reintroducción, manejo de poblaciones silvestres y restauración de hábitat, además de las tradicionales tareas de investigación en taxonomía y biosistemática. Así nace una “Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos” (Whyse Jackson y Sutherland, 2000) que persigue los siguientes objetivos:

- a)** detener la pérdida de especies vegetales y su diversidad genética a nivel mundial,
- b)** evitar futuras degradaciones en los ambientes del planeta, e
- c)** incrementar la comprensión pública sobre el valor de la diversidad de las plantas y la amenaza que estas enfrentan.

Esta recorrida histórica nos permitió apreciar la evolución que tuvieron los jardines botánicos en la conservación y en la educación, con el objeto de salvaguardar la biodiversidad vegetal.

### 7.7. Los jardines en el mundo

Existen más de 2.200 jardines botánicos distribuidos en 156 países, que mantienen en cultivo más de 6.000.000 de plantas vivas (Leadlay y Greene, 2000). El 60% está situado en regiones templadas en Norteamérica, Europa y los países de la antigua Unión Soviética. El 40% restante se encuentra en áreas donde existe una excepcional concentración de especies con altos niveles de endemismos como en Sudamérica, Sudeste de Asia y África. Un dato alentador es que más del 30% de los jardines botánicos del mundo pertenecen a Universidades u otros Institutos de educación superior (Whyse Jackson y Sutherland, 2000) de los cuales, el 75% desarrollan programas de investigación en sistemática.

### 7.8. Los jardines en Argentina

Nuestro país cuenta con 37 jardines botánicos (Cuadro 5.13), reunidos en la “Red Argentina de Jardines Botánicos” (RAJB). Esta Red, no sólo tiene la función de aglutinar los jardines botánicos de Argentina sino que incluye jardines de Uruguay y Chile. Como organismo adherido a la Red Mundial de Jardines Botánicos, la RAJB asumió la ardua tarea de elaborar un plan de acción (RAJB, 2007). Este plan de acción incluye los siguientes objetivos: **a)** comprender y documentar la diversidad de especies vegetales, **b)** conservar la diversidad de especies vegetales, **c)** utilizar la diversidad de especies vegetales de modo sostenible, **d)** promover la educación y concienciación acerca de la diversidad de especies vegetales y **e)** crear la capacidad para la conservación de la diversidad de especies vegetales. Cada uno de estos objetivos tiene a su vez, directivas a realizar a corto, mediano y largo plazo.

**Cuadro 5.13.** Jardines botánicos de Argentina

Provincia	Denominación
Jujuy (1)	Jardín Botánico de Altura, Inst. Interdisciplinario Tilcara, FFL, UBA
Tucumán(1)	Jardín Botánico de la fundación Miguel Lillo Arboretum de la Fac. de Agronomía y Zootecnia, UNTuc
Formosa (2)	Arboretum de la Fac. de Recursos Naturales, UNF
Chaco (2)	Museo Casa y Jardín "Augusto G. Schulz"
Santiago del Estero (2)	Jardín Botánico de la Fac. de Ciencias Forestales, UNSE
Misiones (3)	Jardín Botánica "Selva Misionera", FCF, UNaM Jardín Botánico de la ciudad de Posadas, Municipalidad de Posadas
Corrientes (3)	Jardín Botánico "Nuestra Sra. del Huerto", Fundación Hugo Gauna
Entre Ríos (3)	Jardín Botánico "Oro verde", FCA, UNER
La Rioja (4)	Jardín Botánico del Chaco Árido, EMETA Chemical
Mendoza (4)	Jardín Botánico de Chacras de Coria, UNCu
San Luis (4)	Jardín Botánico de la Universidad Nacional de San Luis Jardín Botánico de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económicas, UNSL <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto Jardín Botánico PN Sierra de las Quijadas APN</li> <li>• Proyecto Jardín Botánico "Algarrobo algarrobal", Villa de Merlo</li> </ul>
Santa Fe (5)	Jardín Botánico Municipal de San Carlos Centro Jardín Botánico "Lorenzo Parodi", Municipalidad de Santa Fe Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNL
Córdoba (5)	Jardín y Reserva Bosque Autóctono "El Espinal", UNRC Jardín Botánico de Córdoba, Municipalidad de Córdoba Jardín Botánico "Dr. Miguel J. Culaciatti", Fundación Botánica Conservacionista Argentina Jardín Botánico "Gaspar Xuárez s.j.", UCC
Buenos Aires (5)	Jardín Botánico "A. Ragonese", IRB.CNIA-INTA Jardín Japonés, Fundación Cultural Argentino Japonesa Jardín Agrobotánico de Santa Catalina, UNLP Jardín Botánico y Arboretum "Carlos Spegazzini", FCAF, UNLP Jardín Botánico "Lucien Hauman", Fac. de Agronomía, UBA Jardín Botánico "Carlos Thays", Gob. de la ciudad A. de Bs. As. Jardín Didáctico de Especies Nativas, MACN "Bernardino Rivadavia" Jardín Botánico Ezeiza Jardín Botánico de la Univ. Nac. del Centro de la prov. de Bs. As. Jardín Botánico de Bahía Blanca, Asoc. Amigos del Jardín Botánico Jardín Botánico "Pillahuincó", P. Ernesto Tornquist-UNS Jardín Botánico de América, Municipalidad de Rivadavia <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto Jardín Botánico de la Ciudad Universitaria, FCEN-UBA</li> </ul>
La Pampa (5)	Jardín Botánico "Juan Williamson", FA, UNLPam
Río Negro (6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto J. Botánico Andino-Patagónico, Sembrar-UNComa-APN</li> </ul>
Chubut (6)	Jardín Botánico "Cascada Escondida", INTA-SFA Jardín Botánico de la Patagonia Extra-andina, CENPAT-CONICET Jardín del Árido Patagónico, FCN, UNPat "San Juan Bosco"

Fuente: Sánchez (2006).

• Jardines en Proyectos (no constituidos)

(1) Región Noreste, (2) Chaco, (3) Mesopotamia, (4) Cuyo, (5) Pampa y (6) Patagonia

## 8. Consideraciones finales

Esperamos que esta introducción a la sistemática y la nomenclatura vegetal, como también al mundo de la conservación y de sus instituciones, clarifique la importancia que tiene en nuestra vida, el estudio de las plantas y su preservación. No olvidemos que “lo que se preserva, se conserva para utilizarlo” y que el aprovechamiento depende de saber dónde está, de conocer sus utilidades y de mantenerlo viable y disponible. Este es el desafío, para nosotros y para las generaciones futuras.

---

### Páginas de interés

Banco de germoplasma

[http://www.inta.gov.ar/balcarce/banco\\_germop/default.htm](http://www.inta.gov.ar/balcarce/banco_germop/default.htm)

Sitios Ramsar

<http://www.ramsar.org/>

Red Argentina de jardines Botánicos

<http://www.servicios.inta.gov.ar/RAJB/>

Jardines Botánicos del Mundo

<http://www.bgci.org/>

Información sobre los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación

<http://www.pgrfa.org/gpa/arg/argwelcome.html>

Herbario virtual The New York Botanical Garden

<http://www.nybg.org>

Index Herbariorum

<http://sweetgum.nybg.org/ih/>

## Notas

1. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)
2. Cada una de las muestras se denomina entrada.
3. Es sinónimo de entrada al banco de germoplasma.
4. Según el diccionario de la Real Academia, Jardín botánico es el terreno destinado para cultivar las plantas que tienen por objeto el estudio de la botánica

## Referencias bibliográficas

- Angiosperm Phylogeny Group (2003):** *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants.* Bot. J. Linn. Soc. 114:399-436.
- Arber, E.A. & Parkin, J. (1907):** *On the origin of Angiosperms.* J. Linn. Soc. Bot. 38:29-80.
- Bauhin, G. (1623):** *Pinax theatri botanici, sive Index in Theophrasti Dioscoridis, Plinii et Botanico-rum qui a saeculo scripserunt opera.* Basilea.
- Becker, K.M. (1973):** *A comparison of angiosperm classification systems.* Taxon 22(1):19-50.
- Bentham, G. & Hooker, J.D. (1862-1883):** *Genera Plantarum.* vol. 3 L. Reeve & Co., Williams & Norgate. London.
- Berjman, S. (2002):** *Carlos Thays: sus escritos sobre jardines y paisajes.* Ciudad Argentina. Buenos Aires.
- Bessey, C.E. (1915):** *The Phylogenetic taxonomy of flowering plants.* Ann. Missouri Bot. Gard. 2:109-164.
- Boelcke, O. & Vizinis, A. (1986):** *Plantas Vasculares de la Argentina nativas y exóticas,* vol. 1. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Brummitt, R.K. & Powell, C.E. (eds.) (1992):** *Authors of plant names.* Royal Botanic Gardens, Kew.
- Cain, A.J. & Harrison, G.A. (1958):** *An analysis of the taxonomist's judgement of affinity.* Proc. Zool. Soc. Lond. 131:85-89.
- Cámara Hernández, J. (1981):** *Botánica Sistemática de las Espermatófitas en ilustraciones.* Cátedra de Botánica Agrícola. Facultad de Agronomía (UBA), Buenos Aires.
- Camerarius, R.J. (1694):** *Epistola ad M.B. Valentini de sexu plantarum.* In *Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften*, N° 105, 1899 (Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann).
- Candolle, A.P. de (1818-1821):** *Systema Regni vegetabilis systema naturale, sive ordines, genera et species plantarum secundum methodi naturalis normas digestarum et descriptarum.* 2 vol. Treuttel et Wurtz, Paris.
- (1824-1870): *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis, sive enumeration contracta ordinum, generum, specierumque plantarum hucusque cognitarum juxta methodi naturalis norma digesta.* 17 vols. V. Masson, Paris.
- Cesalpino, A. (1583):** *De plantis libri XVI.* G. Marescottum, Florentiae.
- Clausen, A.M. (1997):** "La Red", *Agrobiodiversidad, conservación y utilización sustentable.* Informe Especial Campo y Tecnología. INTA Pergamino, Buenos Aires.
- (1998): "Actividades del Programa de Recursos Genéticos a nivel regional", *Los Recursos fitogenéticos en la Argentina.* Ediciones INTA. EEA Pergamino, Buenos Aires.
- Clausen, A.M.; Ferrer, M.E. & Formica, M.B. (eds.) (2008):** *Situación de los Recursos Filogenéticos en la Argentina.* II Informe Nacional 1996-2006. Ediciones INTA, Argentina.
- Coulter, J.M. & Chamberlain, C.J. (1904):** *Morphology of spermatophytes.* D. Appleton, New York, USA.
- Crisci, J.V. (1978):** *Clasificación biológica: naturaleza, objetivos y fundamentos.* Obra del Centenario, Museo de La Plata 3:51-61
- Cronquist, A. (1960):** *The divisions and classes of plants.* Bot. Rev. 26(4):425-482.
- (1965): *The status of the general system of classification of flowering plants.* Ann. Mo. Bot. Gard. 52:281-303.
- (1968): *The Evolution and Clasification of Flowering Plants.* Houghton Mifflin, Boston.
- (1969): *Introducción a la Botánica.* Compañía Editorial Continental S.A., Argentina.
- (1981): *An integrated system of classification of flowering plants.* Columbia University Press, New York.

- (1988): *The evolution and classification of flowering plants*, 2<sup>o</sup> ed. New York Botanical Garden. New York.
- Cronquist, A.; Takhtajan, A. & Zimmermann, W. (1966):** *On the higher taxa of embryobionta*. *Taxon* 15(4):129-134.
- Curtis, H. & Barnes, N.S. (1993):** *Biología. Editorial Médica Panamericana*. Buenos Aires, Argentina.
- Darwin, C. (1859):** *On the origin of species*. John Murray, London.
- Davis, P. H. & Heywood, V. H. (1963):** *Principles of angiosperm taxonomy*. Princenton, N.J. Van Nostrand.
- De La Sota, E.R. (1967):** *Composición, origen y vinculaciones de la flora pteridológica de las sierras de Buenos Aires (Argentina)*. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 11(2-3):105-128.
- Dimitri, M.J. & Orfila, E.N. (1985):** *Tratado de Morfología y Sistemática vegetal*. ACME SACI, Buenos Aires, Argentina.
- Eichler, A.W. (1875-1878):** *Blüthendiagramme construiert und erläutert*. 2 vols. Engelmann, Leipzig.
- Engels, J.M.M.; Arora, R.K. & Guarino, L. (1995):** "An introduction to plant germplasm exploration and collecting: Planning, methods and procedure, follow-up", *Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines*. L. Guarino, V. R. Rao. y R. Reid, (eds.). CAB International, Reino Unido, 31-63.
- Engle, L.M. (1992):** "Introduction to concepts of germplasm conservation", *Germplasm collection, evaluation, documentation and conservation*, M.L. Chadna, A.M.K. Anzad Hossain y S.M. Monowar Hossain, (comp.): Memorias del curso realizado en Bangladesh por el Asian Vegetable Research and Development Center, el Bangladesh Agricultural Research Council y el Bangladesh Agricultural Research Institute, mayo 4-6 de 1992. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan, 11-17.
- Engler, A. & Prantl, K. (1887-1915):** *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. 23 vols. G. Kreysing, Leipzig.
- Engler, A. (1964):** *Syllabus der Pflanzenfamilien*, 12<sup>o</sup> ed., 2 vol., H. Melchior (ed.). Borntraeger, Berlin.
- Estabrook, G.F. (1978):** *Some concepts for the estimation of evolutionary in systematic botany*. *Syst. Bot.* 3:146-158.
- FAO (1994):** *Código internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia. <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agps/pgr/icc/iccs.htm>
- (1996): *Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Plan de acción mundial e informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia.
- (1997): *Convención Internacional de Protección Fitosanitaria*. <http://www.fao.org/legal/inicio.htm>.
- FAO/IPGRI (1994):** *Normas para bancos de genes*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación e Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Italia.
- Ferrer, M. (1998):** "El INTA y los recursos fitogenéticos en la Argentina", *Los recursos fitogenéticos en la Argentina*. INTA. EEA Pergamino, Buenos Aires.
- Giberti, G.C. (1998):** *Herborización y herbarios como referencia en estudios técnico-científicos*. *Herbario de Argentina, Dominguezia* 14(1):19-39.
- Goldberg, A. (1986):** *Classification, Evolution and Phylogeny of the Families of Dicotyledons*. *Smithsonian Contributions to Botany* 58:1-314.
- (1989): *Classification, Evolution and Phylogeny of the Families of Monocotyledons*. *Smithsonian Contributions to Botany* 71:1-73.
- Greuter, W.; McNeill, J.; Barrie, F.R.; Burdet H.M.; Demoulin, V.; Filgeiras, T.S.; Nicolson D.H.; Silva, P.C.; Skog, J.E.; Trehane, P.; Turland, N.J. & Hawksworth, D.L. (2000):** *Código Internacional de Nomenclatura Botánica* (Código de Saint Louis). Missouri Botanical Garden Press, USA.
- Hauman, L. (1910):** *Botánica*. A. Estrada, Buenos Aires.
- Hennig, W. (1950):** *Grundzüge einer theorie der phylogenetischen systematic*. Deutscher Zentralverlag, Berlin.
- Heywood, V.H. (1968):** *Taxonomía vegetal*. Sección V, Biología (14). Alambra SA, Madrid.
- Hieronymus, J. (1881):** *Plantae Diaphoricae Flo-*

- rae Argentinae*. Bol. Acad. Nac. Ci. 4 (2):199-598.
- Hofmeister, W. (1854):** *Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen*.
- Holmgren, P.K.; Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. (eds.). (1990):** *Index Herbariorum*. Part I: The herbaria of the world. Edition 8. New York Botanical Garden. Nueva York.
- Hompanera, N.R. & Piterbarg, B. (1997):** "Banco in vitro", *Agrobiodiversidad, conservación y utilización sustentable*. Informe Especial Campo y Tecnología. INTA Pergamino, Buenos Aires.
- Honig, M. (2000):** *iDéle vida a su Jardín! Interpretación ambiental en Jardines Botánicos*. Informe N° 9. Red de Diversidad Botánica de Sudáfrica. SABONET, Pretoria.
- Hourquescos (1998):** *Los recursos fitogenéticos en la Argentina*. INTA. EEA Pergamino, Buenos Aires.
- Hutchinson, J. (1973):** *The families of flowering plants*. 3° ed. Oxford Univ. Press. London.
- IPGRI (1996):** *Introduction to collecting. Material de capacitación*. International Plant Genetic Resources Institute, Italia. <http://www.ipgri.cgiar.org/system/page.asp?theme=9>.
- ISTA (1993):** "International rules for seed testing. Seed Science and Technology", 21 Supplement. International Seed Testing Association, Suiza.
- Izco, J.; Barreno, E.; Brugués, M.; Costa, M.; Devesa, J.; Fernández, F.; Gallardo, T.; Limona, X.; Salvo, E.; Talavera, S. & Valdés B. (1997):** *Botánica*. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid.
- Jeffrey, C. (1976):** *Nomenclatura Biológica*. Ediciones Blume, Madrid.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellog, E.A. & Stevens, P.F. (1999):** *Plant Systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Massachusetts, USA.
- Jussieu, A. (1789):** *Genera Plantarum secundum ordines naturales disposita*. Hérisssant & Barrois, Paris.
- Lanteri, A.A. (1989):** *Análisis comparativo de las escuelas clasificatorias actuales*. Actas 1° Congreso Argentino de Entomología, 51-60.
- Leadlay, E. & Greene, J. (2000):** *El Manual Técnico Darwin para Jardines Botánicos*. BGCI, Londres.
- Linneo, C. (1737):** *Genera Plantarum, eorumque characteres naturales secundum numerum, figuram, situm et proportionem omnium fructificationis partium*. C. Wishoff, Lugduni Batavorum.
- (1753): *Species Plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus secundum systema sexuale digestas*. 2 vols. L. Salvii, Stockholm.
- Malacalza, L.; Momo, F.; Coviella, C.; Casset, M. A.; Giorgi, A. & Feijóo, C. (2004):** *Ecología y Ambiente*. Buenos Aires, Instituto de Ecología de Luján.
- Marzocca, A. (1985):** *Nociones Básicas de Taxonomía Vegetal*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Maxted, N.; Painting, K. & Guarino, L. (1997):** *Ecogeographic surveys. Material de capacitación*. International Plant Genetic Resources Institute, Italia.
- Mayr, E. (1940):** *Speciation phenomena in birds*. American Naturalist 74:249-278.
- (1969): *Principles of systematic zoology*. McGraw-Hill, New York.
- Mendel, G. (1866):** *Versuche über Pflanzenhybriden*. Verhandlungen des Naturforschenden Vereins, Brünn, (4):3-47.
- Michener, C.D. & Sokal, R.R. (1957):** *A quantitative approach to a problem in classification*. Evolution 11:130-162.
- National Research Council (1993):** *Managing global genetic resources: Agricultural crop issues and policies*. Board on Agriculture. National Academic Press, USA.
- Plinio, S. (1669):** *Naturalis Historiae*. Apud Hackios.
- Prego, I.; Maroder, H. & Maldonado, S. (1988):** "Aspectos fisiológicos y estructurales de la conservación de semillas", *Los recursos fitogenéticos en la Argentina*. INTA. EEA Pergamino, Buenos Aires.
- Querol, D. (1988):** *Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado: Aproximación técnica y socio-económica*. Industrial Gráfica SA, Perú.
- RAJB (2006):** *Plan de acción de la Red Argentina de Jardines Botánicos*. Marcela Sanchez (comp.). Sociedad Argentina de Botánica.
- Ray, J. (1703):** "Methodus Plantarum emendata et aucta" in *qua notae maxime characteristicae exhibentur, quibus stirpium genera tum summa tum infima cognoscuntur et a se mutuo diagnosuntur, non necessariis omissis*. Smith et Walford, Londini.

- Rendle, A.B. (1925):** *The classification of flowering plants*. Vol. 2. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain.
- Richards, A.J. (1986):** *Plant Breeding Systems*. Allen and Unwin, London.
- Schlatter, A.R. (1998):** "Caracterización y evaluación del germoplasma mediante marcadores bioquímicos y moleculares", *Los recursos fitogenéticos en la Argentina*. INTA. EEA Pergamino, Buenos Aires.
- Simpson, G.G. (1961):** *Principles of animal taxonomy*. Columbia Univ. Press, New York.
- Sitte, P.; Weiler, E.W.; Kadereit, J.W.; Bresinsky, A. & Korner, C. (2004):** *Strasburger, Tratado de Botánica* (35 ed.). Ediciones Omega, Buenos Aires, Argentina.
- Sneath, P.H.A. (1958):** *Ann. Microbiol. Enzimol.*, 8:261.
- Solari, L.R. (2007):** *IV Catálogo de germoplasma de maíz*. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.
- Sprague, T.A. (1960):** *The evolution of the Angiosperms with special reference to the Dicotyledons*. Proc. Cotteswold Nat. Field Club 32(3):29-42.
- Strasburger, E. (1888):** *Über Kern- und Zellteilung im Pflanzenreiche, nebst Anhang über Befruchtung*. Histl. Beitr. 1. Jena.
- Stuessy, T.F. (1987):** *Explicit approaches for evolutionary classification*. Systematic Botany 12:251-262.
- Vilela-Morales & Valois (1996):** "Principios genéticos para recursos genéticos", *Diálogo XLV: Conservación de Germoplasma vegetal*. Memorias del curso realizado en Brasilia por el Instituto Interamericano Cooperación para la Agricultura, septiembre 19-30 de 1994. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Uruguay, 35-48.
- Villamil (2005):** *La Educación para la Conservación de la Diversidad Biológica en Argentina y los Jardines Botánicos*. II Seminario de Capacitación en Jardines Botánicos. III Taller sobre Jardines Botánicos en la República Argentina. 23 de Mayo de 2005, Córdoba.
- Wettstein, R. Von (1935):** *Handbuch der systematischen botanik*. Leipzig und Wien.
- Whyse Jackson, P.S. & Sutherland, L.A. (2000):** *Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos*. Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI), Reino Unido.
- Zelener, N. (1997):** "Banco Base de semillas", *Agrobiodiversidad, conservación y utilización sustentable*. Informe Especial Campo y Tecnología. INTA Pergamino, Buenos Aires
- (1998): "Pautas de manejo del Banco Base y su relación con los Bancos Activos", *Los recursos fitogenéticos en la Argentina*. INTA. EEA Pergamino, Buenos Aires.
- Zuloaga, F.O. & Morrone, O. (1996):** *Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae)*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 47:1-178.
- (1999): *Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. II. Dicotyledoneae*. Monogr. Syst. Bot., Missouri Bot. Gard. 74:1-1269.
- Zuloaga, F.O.; Nicora, E.G.; Rúgolo de Agrasar, Z.E.; Morrone, O; Pensiero, J.F. & Cialdella, A.M. (1994):** *Catálogo de la familia Poaceae en la República Argentina*. Missouri Botanical Garden, Monographs Systematic Botany, Vol. 47.

# Índice

## 3 Prólogo

### Capítulo 1. Sistemática vegetal

- 5 1. Diversidad biológica y sistemática vegetal
- 5 2. La necesidad de clasificar
- 6 3. Sistemática y taxonomía
- 8 4. Desarrollo histórico de los sistemas de clasificación
- 8 4.1. Los sistemas utilitarios de clasificación
- 9 4.2. Los sistemas artificiales de clasificación
- 13 4.3. Los sistemas naturales de clasificación
- 28 4.4. Las escuelas clasificatorias actuales

### Capítulo 2. Nomenclatura vegetal

- 34 1. El proceso de clasificar
- 34 1.1. Clasificación y nomenclatura
- 35 1.2. Clasificación y determinación
- 35 2. Concepto de especie biológica
- 37 3. La jerarquía taxonómica
- 39 4. Taxones y categorías
- 39 5. Nombres y códigos
- 39 5.1. Los nombres de las plantas
- 40 5.2. ¿Qué es la nomenclatura biológica?
- 41 5.3. Principios del Código Internacional de Nomenclatura Botánica
- 42 5.4. Reglas y recomendaciones de los nombres científicos
- 46 5.5. Principios operativos de la nomenclatura
- 54 5.6. Otras consideraciones sobre los nombres botánicos
- 56 5.7. Normas para la escritura de los nombres científicos

### Capítulo 3. Espermatófitos

- 58 1. Espermatófitos
- 58 1.1. Surgimiento de las plantas con semillas
- 59 1.2. Las causas del predominio

60	2. Sistemática de Espermatófitos
61	3. Gimnospermas (“Semillas desnudas”)
61	3.1. Origen de las Gimnospermas
62	3.2. Estructuras reproductivas: terminología
63	3.3. Caracteres comunes
65	3.4. Ciclo biológico de las Gimnospermas
68	3.5. Clases de Gimnospermas
69	3.6. Órdenes de Gimnospermas
69	3.7. Orden Coniferales (Pinales)
75	4. Angiospermas “Semillas protegidas”
75	4.1. Origen y predominio
76	4.2. Estructuras reproductivas: terminología
76	4.3. Caracteres comunes
78	4.4. Ciclo biológico de las Angiospermas
80	4.5. Clases de Angiospermas

#### **Capítulo 4. Principales sistemas de clasificación**

84	1. Los sistemas de Engler y Cronquist
84	1.1. Familias tratadas
85	1.2. Caracteres taxonómicos
86	1.3. Determinación
86	1.4. Claves: una herramienta metodológica
86	1.5. Manejo de claves
87	2. Cuadros y claves de los sistemas de Engler y Cronquist
87	2.1. El sistema de Engler y Prantl en cuadros sinópticos
92	2.2. Claves didácticas del sistema de Engler y Prantl
119	2.3. El sistema de Cronquist en cuadros sinópticos
126	2.4. Claves didácticas del sistema de Cronquist

#### **Capítulo 5. Documentación y conservación de la biodiversidad**

160	1. Diversidad biológica
161	2. Breve historia de la protección del Ambiente
164	3. Documentación de la biodiversidad: Herbario
164	3.1. Utilidades del herbario
165	3.2. El proceso de herborización
172	3.3. Colecciones informatizadas
173	3.4. Siglas de los herbarios
175	4. Conservación de la biodiversidad
175	4.1. Conservación in situ y ex situ

176	<b>5. Conservación <i>in situ</i>: áreas protegidas</b>
176	<b>5.1. Fundamentación</b>
176	<b>5.2. Concepto de áreas protegidas</b>
177	<b>5.3. Parque Nacional</b>
177	<b>5.4. Reserva Nacional</b>
179	<b>5.5. Monumento Natural</b>
179	<b>5.6. Otras áreas de preservación</b>
182	<b>6. Conservación <i>ex situ</i>: Banco de Germoplasma</b>
182	<b>6.1. Germoplasma vegetal</b>
182	<b>6.2. Banco de Germoplasma</b>
182	<b>6.3. Bancos de Germoplasma en Argentina</b>
186	<b>6.4. Vinculación internacional</b>
186	<b>6.5. Etapas de la conservación en Bancos de Germoplasma</b>
191	<b>6.6. Alternativas de conservación en Bancos de Germoplasma</b>
198	<b>7. Otra forma de conservación <i>ex situ</i>: Jardín Botánico</b>
198	<b>7.1. Concepto</b>
198	<b>7.2. Disposición de las plantas en el campo</b>
198	<b>7.3. Utilidades del jardín botánico</b>
199	<b>7.4. Historia de los jardines botánicos</b>
199	<b>7.5. Los jardines en América</b>
200	<b>7.6. Jardines y conservación</b>
201	<b>7.7. Los jardines en el mundo</b>
201	<b>7.8. Los jardines en Argentina</b>
203	<b>8. Consideraciones finales</b>
204	<b>Referencias bibliográficas</b>