

**Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas
Dto. Cs. Biológicas – Area Biología Vegetal**

Principios de Botánica Sistemática

Responsables: **Dra. María Laura Martínez**
 Farm. Osvaldo A. Di Sapio
 Farm. Jorge C. Mc. Cargo
 Farm. Angel L. Scandizzi
 Farm. Luciano D. Taleb
 Lic. Biotec. María Noel Campagna

Supervisión: **Prof. Asoc. Dra. Martha A. Gattuso**
 Prof. Adj. Dra. Susana J. Gattuso
 Prof. Adj. Dra. Adriana A. Cortadi

Cátedra de Botánica

PRINCIPIOS DE BOTÁNICA SISTEMÁTICA

Se denomina Botánica Sistemática o Taxonomía Sistemática a la ciencia que incluye la *Identificación, Clasificación y Nomenclatura* de las plantas; por lo tanto un taxónomo es reconocido internacionalmente como una persona que identifica, clasifica y nombra objetos de origen biológico.

Algunos botánicos pioneros usaron el término taxonomía en un sentido más restringido, aplicándolo a los principios de un sistema de clasificación. Aún hoy, algunos autores prefieren diferenciar los términos, en cuyo caso la sistemática se define como el estudio y descripción de la diversidad de los organismos vivientes, de las causas y consecuencias de la variación y la manipulación de la información obtenida para producir sistemas de clasificación. La **Taxonomía** queda restringida al estudio de la clasificación, sus principios y prácticas. En general **Taxonomía y Sistemática** son actualmente usados como sinónimos.

Identificación o Determinación es dar nombre a un organismo por referencia a una clasificación existente, con ayuda de bibliografía o por comparación con un organismo de identidad conocida. En algunos casos, luego de eliminar las posibilidades de que sea semejante a un elemento conocido, podría ser determinado un nuevo organismo para la ciencia. La nomenclatura no está involucrada en el proceso de identificación.

Clasificación es el proceso de establecer y definir agrupaciones sistemáticas. Implica ordenar a las especies en clases. Una **Clase** es un grupo formado por individuos que poseen diversas características comunes. La existencia de características comunes refleja, por lo general una relación entre los miembros de una clase; las clases constituirán en definitiva, un sistema.

Las relaciones naturales de las plantas, pueden expresarse de dos maneras: se dice que hay una relación fenética o formal cuando las plantas están vinculadas entre sí por un gran número de caracteres comunes o formas y una relación es filogenética cuando las plantas están relacionadas por tener antecesores comunes.

Historia de las Clasificaciones

Clasificación Utilitaria: en los primeros tiempos el hombre comienza a conocer diversas plantas que estaban asociadas a su existencia, así llega a diferenciar plantas alimenticias, medicinales, religiosas y venenosas. Se trata de una clasificación utilitaria, porque las **clases** formadas tienen su fundamento únicamente en el uso o utilidad.

Con el paso del tiempo y a medida que el hombre ampliaba sus conocimientos sobre las plantas, el progreso de la microscopía, las teorías evolucionistas, el redescubrimiento de las leyes de Mendel, etc., se abandona la clasificación utilitaria y se hacen evidentes distintos períodos:

Período de los Sistemas Artificiales, estos se basan en una elección arbitraria de determinados caracteres que servirá para establecer las relaciones o diferencias entre los organismos.

Se inicia con Teofrasto (371 – 286 AC.), quien agrupó al Reino Vegetal en cuatro categorías: árboles, arbustos, subarbustos y hierbas. Esta etapa culmina en 1753 con la aparición de “Species Plantarum” de Carl Linneo (1707 – 1778). Este afamado sabio sueco, da un impulso decisivo a la sistemática al establecer la nomenclatura binomial, y reconocer a las especies como unidad básica del sistema. En esa época se consideraba que la especie era inmutable y creada por un ser superior. Dentro de este

criterio fijista, se atribuía la variabilidad individual observada en los organismos, como el resultado de las diferencias climáticas y edáficas.

Período de los Sistemas Naturales, se inicia con las obras “Genera Plantarum” (1764) de Linneo y “Familia des Plantes” (1763 – 1774) de Adanson. Ya por entonces se llega a la conclusión de que era necesario el empleo de un número grande de caracteres para determinar las relaciones “naturales” de las plantas, además va ganando adeptos la idea de la mutabilidad de las especies. Sin embargo prevalecía el criterio evolucionista y el concepto sobre las relaciones de parentesco se mantenía en la nebulosa.

La publicación más importante, en estos tiempos fue sin dudas “Théorie Élémentaire” (1813) de A. P. De Candolle, quien sostenía que podía producirse una variación en la flor y que ésta se debía a un cambio del “modelo básico”.

Cuando Charles Darwin (1809 – 1882) da a conocer su teoría de la evolución en su “Origen of Species” (1859), llegan a su fin los Sistemas Naturales.

Período de los Sistemas Filogenéticos. A partir de este enunciado se abandona el concepto de la inmutabilidad de las especies y que habían sido creadas independientemente unas de otras, y se lo reemplaza por el de que las especies están constituidas por **poblaciones** (conjunto de individuos que intercambian libremente sus factores genéticos) y que estas poblaciones pueden variar en el proceso de reproducción para dar origen a descendientes con determinados caracteres diferentes. Se formula entonces la hipótesis que todos los organismos vivientes están relacionados o emparentados entre sí por provenir de formas ancestrales sencillas, las que en el transcurso de la historia de la vida sufrieron alteraciones para dar lugar a la diversidad de formas actuales.

En el año 1900 se redescubren las leyes de la herencia de G. Mendel (1822 – 1884), siendo estos estudios genéticos los que esclarecen el mecanismo de la evolución.

Dentro del Sistema Filogenético se encuentra varios esquemas de clasificación, entre ellos el primero fue el de Eichler (1875). Las obras de Engler y Prantl y de Bentham y Hooker tuvieron gran aceptación mundial, los principales herbarios en nuestro país están organizados según Engler y Prantl.

Caracteres taxonómicos

Llamamos **Carácter** a todo atributo, propiedad o particularidad de un organismo susceptible de evaluarse. Son caracteres taxonómicos por que los empleamos en la clasificación.

Las características de morfología macroscópica fácilmente apreciables sirven de base principal para la mayoría de las clasificaciones; no obstante, cuando el estudio comparado se realiza en mayor profundidad, el taxónomo no solo recurre a los caracteres morfológicos sino además examina y evalúa propiedades anatómicas, citológicas, fisiológicas, químicas, etc. Estrictamente hablando, todas son características del fenotipo. En la mayoría de los casos la semejanza fenética sigue siendo fundamental para suponer la presencia de una relación.

Para un taxónomo un “buen carácter” es aquel que es relativamente estable porque revela escasa variación de una generación a otra y baja sensibilidad a los cambios ambientales.

Hay caracteres cualitativos por ej. tipo de dehiscencia de un fruto, y caracteres cuantitativos, número de semillas de ese fruto.

Si bien los caracteres exomorfológicos constituyen la base principal de las clasificaciones, la sistemática moderna se apoya en los resultados obtenidos por varias líneas de trabajo distintas, que aportan más elementos de juicio y permiten el establecimiento de relaciones de parentesco sobre bases más amplias. Entre estas líneas de trabajo tenemos:

Citotaxonomía: es el estudio comparado de los caracteres localizados en los cromosomas como ser, número, forma, dimensiones, posición del centrómero, presencia o ausencia de satélite, comportamiento en la meiosis, etc.

Histotaxonomía: es el estudio de los caracteres anatómicos de los diferentes órganos de una planta.

Palinología: estudia los granos de polen y las esporas, los caracteres a tener en cuenta en los granos de polen son, simetría, dimensiones, color, número y posición de los poros germinativos, esculturas de la exina.

Quimiotaxonomía: estudia la composición química de las plantas. Se parte del supuesto de que las plantas que contienen una determinada sustancia están emparentadas entre sí. Pero no siempre es así.

Taxonomía molecular: las nuevas técnicas bioquímicas resultan cada vez mas importantes en sistemática evolutiva. Ofrecen dos ventajas distintas: los resultados son objetivamente medibles y es posible comparar organismos muy diferentes.

Estos estudios bioquímicos pueden revelar por ej. similitudes y diferencias en las enzimas, en las vías de reacción, en las hormonas y en las moléculas estructuralmente importantes.

Entre estas técnicas encontramos:

Secuencia de aminoácidos, una de las primeras proteínas analizadas en estudios taxonómicos fue el citocromo c. Las moléculas de dicha proteína fueron secuenciadas en varios organismos, lo que permitió determinar el número de aminoácidos en que difieren estas moléculas en los distintos organismos. Se los considera “relojes moleculares” que pueden ser utilizados para determinar el momento en que se diferenciaron varios grupos.

Secuencia de nucleótidos, éste método reemplaza al uso de proteínas homólogas para estimar relaciones evolutivas, dado que la secuenciación de nucleótidos es técnicamente más fácil, ya que trata solo con cuatro nucleótidos y no con 20 aminoácidos. A medida que se van secuenciando los ácidos nucleicos de varias especies, la información se incorpora a bancos de datos de computadoras, posibilitando comparaciones detalladas.

Metodologías alternativas

Dos metodologías alternativas, la fenética numérica y la cladística, han sido propuestas como reemplazantes de los métodos tradicionales de la sistemática evolutiva. Ambas son métodos **objetivos** que iluminan la subjetividad inevitable de los métodos clásicos.

Taxometría, Taxonomía numérica o Fenética numérica,: no se trata de otra “ciencia auxiliar”, sino que parte del principio de asignarle a los caracteres el mismo peso o valor, para eliminar de esta manera la subjetividad que usan los sistemáticos.

Este sistema propone un sistema de clasificación basado en todos los caracteres fenéticos dándoles la misma importancia. El método requiere el empleo de por lo menos 50 caracteres que son analizados por computadoras convenientemente programadas.

Cladística: en contraste con la fenética numérica, ignora la similitud general y se basa exclusivamente en la filogenia. Los cladistas sostienen que la ramificación de un linaje a partir de otro en el curso de la evolución es el único hecho que puede determinarse objetivamente.

Clasificación Jerárquica

La taxonomía de los organismos es un sistema jerárquico, es decir consiste en grupos dentro de grupos, donde cada grupo está en un **nivel particular o rango**. En este sistema cada grupo se denomina **taxon** (taxa el conjunto de taxones) y el nivel o rango que se asigna se llama **categoría**.

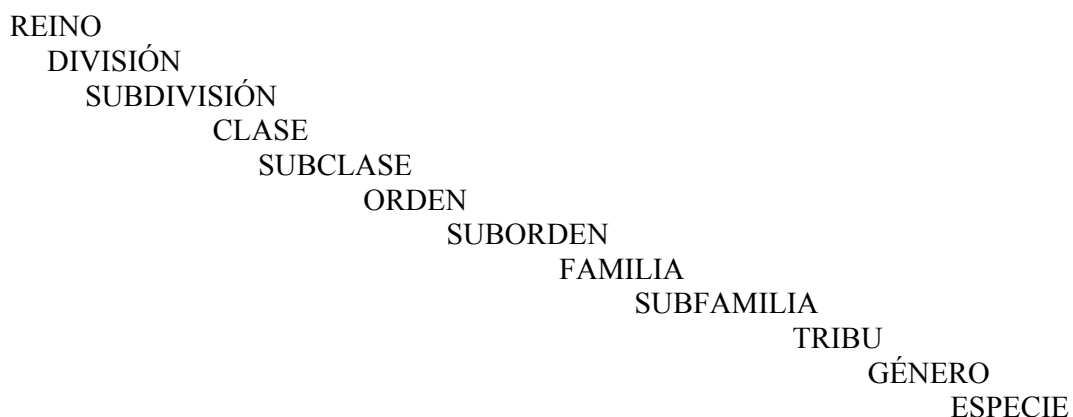
En la época de Linneo había tres categorías de uso común: especie, género y reino; los naturalistas reconocieron tres reinos: animal, vegetal y mineral.

Sin embargo entre el nivel de género y el de reino, Linneo y otros taxonomistas añadieron otras categorías, es así que los géneros se agrupan en familias, las familias en órdenes, los órdenes en clases y las clases en filas o divisiones.

Los principales rangos de taxa en secuencia descendiente son: **reino** (regnum), **división o filum** (diviso o phylum), **clase** (classis), **orden** (ordo), **familia** (familia), **género** (genus) y **especies** (species).

Los rangos secundarios de taxa en secuencia descendiente son tribu (tribus) entre familia y género; sección (sectio) y serie (series) entre egénero y especie, variedad (varietas) y forma (forma) debajo de la especie.

Si es deseable aumentar el número de rangos, los términos de estos se forman adicionando el prefijo sub- a los nombres de rango principal o secundarios: subreino, subdivisión, subclase, suborden, subfamilia, subtribu, subgénero, subsección, subserie, subespecie, subvariedad, subforma.



El orden de los rangos no puede ser alterado.

Clasificación biológica tomando como ejemplo a la “rosa”

Categoría	Taxón	Caraterísticas
Reino	Vegetal	Organismos pluricelulares adaptados para la vida terrestre; habitualmente con paredes celulares rígidas y clorofilas a y b en sus cloroplastos.
División	Antófitos	Ptas vasculares con flores.
Subdivisión	Angiospermas	Ptas con los óvulos contenidos dentro del ovario.
Clase	Dicotiledóneas	Semillas con dos cotiledones
Subclase	Arquiclámideas	Flores con los pétalos libres.
Serie de Ordenes	Corolinos	Flores con su perianto diferenciado en cáliz y corola.
Orden	Rosales	Ptas leñosas o herbáceas; hojas alternas, opuestas o verticiladas, simples o compuestas, con o sin estípulas. Flores cíclicas, gralmente pentámeras, períginas, hipóginas o epíginas. Androceo comúnmente de muchos ciclos, estambres usualmente numerosos. Gineceo de 1 a varios carpelos, apocárpicos o sinárpicos. Fruto variado.
Familia	Rosaceas	Árboles, arbustos o hierbas. Hojas simples o compuestas, usualmente con estípulas. Flores actinomorfas, pentámeras, períginas o epígina. Tálamo plano, cóncavo o convexo. Estambres numerosos, a veces 1-5. carpelos 1 a numerosos. Estilos libres. Fruto seco o carnoso.
Subfamilia	Rosoideas	Flores períginas o hipóginas, pluricarpelares, con hojas generalmente compuestas.
Género	Rosa	Flores grandes y vistosas, actinomorfas, perfectas, 5 sépalos, 5 pétalos libres. Estambres numerosos y libres, pistilos numerosos, dispuestos en el interior de un receptáculo, libres. Fruto poliaquenio rodeado totalmente por el receptáculo carnoso, coloreado. Arbustos erguidos o trepadores, con aguijones; hojas alternas, trifoliadas, imparipinadas con estípulas.
Especie	<i>Rosa alba</i> L.	Pétalos de corola de color blanco.

Reino:
Vegetal

División:
Espermatofitas

Subdivisión:
Angiospermas

Clase:
Dicotiledóneas

Subclase:
Arquiclamideas

Serie de ordenes:
Corolinos

Orden:
Rosales

Familia:
Rosaceas

Subfamilia:
Rosoideas

Género:
Rosa

Especie:
Rosa alba L.

Este sistema de clasificación permite generalizar y vemos que descendiendo de reino a especie aumentan los detalles porque se procede de lo general a lo particular. Resumiendo la clasificación jerárquica es un medio útil de almacenar y proporcionar información.

La categoría fundamental en la clasificación jerárquica de los individuos es la **“especies” conjunto de individuos con caracteres morfológicos privativos, asociados con una extensión geográfica definida**, las otras categorías solo existen en la mente humana.

El problema que se presenta es la ubicación de taxones (taxa) en la categoría de reino. En tiempos de Linneo se dijo que los reinos eran tres, animal, vegetal y mineral; en el Reino Animal se incluía a aquellos individuos que se movían y comían y cuyos cuerpos crecían hasta un cierto tamaño y luego dejaban de hacerlo. El Reino Vegetal comprendía a los seres vivos que no se movían ni comían, pero que seguían creciendo durante toda su vida, así las algas, bacterias y hongos se agrupaban con las plantas y los protozoarios con los animales.

Con el perfeccionamiento del microscopio óptico, la aparición de los microscopios electrónicos y todos los adelantos tecnológicos del siglo XX se aumentó el número de grupos que se reconocen como constituyendo reinos diferentes. Las nuevas técnicas mostraron las diferencias entre las células procariotas o eucariotas, diferencias éstas que permiten garantizar que los procariotas deben estar en un reino separado: Monera.

Otros estudios han provisto nuevas informaciones acerca de la historia evolutiva de los principales tipos de organismos; pero la mayoría de las propuestas contemporáneas relativas a reinos no se basan en la historia evolutiva sino en la organización celular y en el modo de nutrición de los organismos. Se proponen así cinco reinos: **Monera, Protista, Fungi** (hongos), **Plantae, Animalia**.

Los miembros de reino **Monera** (procariotas) se identifican sobre la base de su organización y bioquímica celular únicas, los miembros del reino **Protista** son eucariotas, tanto autótrofos como heterótrofos, y la mayoría unicelulares. Todos los otros eucariotas pluricelulares están divididos en tres reinos, basados fundamentalmente en su forma de nutrición: los hongos absorben moléculas orgánicas del medio que los rodea, las plantas la manufacturan por medio de la fotosíntesis y los animales las ingieren bajo la forma de otros organismos. Los papeles ecológicos de estos tres grupos son también diferentes: los hongos son descomponedores, las plantas productores y los animales consumidores. De cualquier modo ningún sistema de clasificación es completamente satisfactorio.

NOMENCLATURA BOTÁNICA

Es el estudio del sistema y métodos para adjudicar a los organismos y agrupaciones sistemáticas, e incluye la implementación, interpretación y aplicación de las reglas que gobiernan dicho sistema.

Una vez que la planta ha sido identificada, es necesario que tenga un **nombre científico** para ser designada. La nomenclatura determina el nombre correcto, de acuerdo al sistema nomenclatural; este está regulado por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Las disposiciones del Código se aplican a todos los grupos del reino vegetal, actuales y fósiles. La palabra “planta” abarca a todos los organismos tradicionalmente estudiados por lo botánicos, incluye los hongos, algas, algas azules (Cianobacterias) y protistas fotosintéticos.

Nomenclatura de los taxones

Los nombres de los taxones superiores al rango de género consisten en un solo término y por eso son llamados uninominales o unitarios. Son palabras que se escriben con mayúscula. Ellos son:

División:

Existe una recomendación que el nombre debería terminar en **-fitas**, ej. Espermátó**fitas**. Si se trata de un hongo en **-micota**, ej. Mixom**icota**.

Clase:

Los nombres deberían terminar para algas en **-ficeas**, ej. Feof**iceas**; para los hongos en **-micetes**, ej. Basidiom**icetes** y para las cormofitas en **-opsidas**, ej. Cicadops**idas**.

Los nombres de órdenes, familias, subfamilias y tribu tienen terminaciones normalizadas:

Orden:

Si el nombre deriva de una familia en él incluida, debe terminar **-ales**, ej. Poligon**ales** está basado en el nombre de la familia Poligonáceas.

Familia:

El nombre de una familia se forma por la adición del sufijo **-áceas**, al nombre de un género incluido en ella, ej. Poligonáceas (de Polygonum).

Hay ocho familias cuyos nombres hacen excepción a la regla. Sin embargo pueden utilizarse como alternativos los nombres apropiados terminados en **-áceas**, estos son: **Palmas** = Arecáceas, **Gramíneas** = Poáceas, **Crucíferas** = Brasicáceas, **Leguminosas** = Fabáceas, **Gutíferas** = Clusiáceas, **Umbelíferas** = Apiáceas, **Labiadas** = Lamiáceas y **Compuestas** = Asteráceas.

Subfamilia y Tribu

El nombre de una subfamilia se forma por la adición del sufijo **-oideas** al nombre del género incluido en ella, ej. Orizo**oideas** (de Oriza). Un nombre de tribu se forma de manera análoga, pero con la desinencia **-ea**, ej. Falar**idea** (de Phalaris).

Género

Un nombre de género puede tener un origen cualquiera e incluso estar constituido de forma arbitraria. Es un nombre uninominal escrito con mayúscula, ej. *Trifolium* (hoja de 3 folíolos), *Lobivia* (anagrama de Bolivia).

Especies

El nombre de una especie es una combinación binaria, formada por un nombre genérico seguido de un solo epíteto. El nombre binario completo se conoce como nombre específico.

La letra inicial del género se escribe con mayúscula, el segundo término (epíteto específico) se escribe con minúscula. Si el epíteto implica varias palabras, éstas se combinan en una sola o se ligan por un trazo de unión (ej. Eritrina crista-galli). El epíteto de una especie puede tener origen y forma cualquiera.

Nombre de taxones de rango inferior a la especie (Taxones intraespecíficos)

Se reconocen categorías de taxones inferiores al rango de especie: **subespecie**, **variedad**, **forma**. El nombre de cada taxon se forma con el nombre de la especie en la que está clasificado seguido del epíteto intraespecífico precedido de un término que designa el rango (subsp., var., f.) ej. *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (chaucha metro), *Cucúrbita máxima* var. *zapallito* (zapallito), *Cupressus sempervirens* f. *sempervirens* (ciprés piramidal). Estos nombres son ternarios o trinominales.

Cultivar:

Son las variaciones que aparecen por cultivo, por hibridación, etc. son también llamadas “variedades”. Se escriben con mayúscula y precedidos por la abreviación cv., los nombres son imaginarios ej. *Medicago sativa* cv. Fortinera INTA.

Híbridos:

Los híbridos producidos por cruzamiento sexual pueden ser designados por fórmulas o por nombre, ej. *Digitalis purpurea* x *Digitalis lutea* (híbrido interespecífico) *Triticum aestivum* x *Secale cereale* (híbrido intergenérico).

Los híbridos producidos por injerto se nombran de la misma manera solo que se coloca el signo (+) en lugar del x.

Nombre correcto.

Cada grupo taxonómico no puede tener nada más que un nombre correcto.

Si dos o más nombres se refieren al mismo taxon, en general debe ser conocido por el más antiguo, es decir el primer nombre publicado (principio de prioridad) y es el nombre correcto. El nombre es legítimo si está de acuerdo con las provisiones del Código.

Sinónimos.

Se conocen como sinónimos, dos o más nombres que se aplican al mismo taxon. Según el principio de prioridad, sólo uno de ellos puede ser el nombre por el cual se conozca correctamente el taxon, en general éste es el más antiguo.

Citación de autores.

Los nombres científicos se escriben seguidos de uno o más nombres personales, a veces abreviados. Estos nombres personales constituyen la citación del autor de los nombres que le preceden, ej. *Crucíferas* Juss., *Vigna* Savi, *Manihot esculenta* Crantz, *Bowlesia incana* Ruiz et Pav., *Simmondsia chinensis* (Link) Schneid (el autor fuera del paréntesis hizo el cambio de ubicación taxonómica de esta planta que originalmente fue colocada por Link en el género *Buxus*).

BIBLIOGRAFÍA

- De La Sota, E. 1973. La Taxonomía y la Revolución en las Ciencias Biológicas. E.E.A. serie de Biología, Monografía N ° 3.
- Dimitri, M. 1987. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo 1. Ed. ACME, Buenos Aires.
- García, R. 1984. Principios de Botánica Sistemática. Material de estudio de la Cátedra de Botánica Morfológica y Sistemática. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.R.
- Curtis, H & Sue Barnes, N. 1993. Biología. Ed. Panamericana. México.