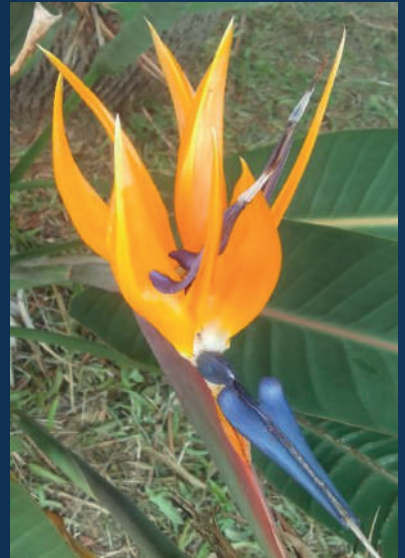




Universidad
Nacional
de Loja

Reconstrucción del prototipo de las angiospermas o plantas florales



Heyfetz Eduardo



Reconstrucción del prototipo de las angiospermas o plantas florales

Reconstrucción del prototipo de las angiospermas o plantas florales

Heyfetz Eduardo



UNL



Universidad
Nacional
de Loja

Nikolay Aguirre, Ph.D

Rector UNL

Elvia Zhapa Amay, Ph.D

Vicerrectora Académica

Max Encalada, Ph.D

Director de Investigación

Reconstrucción del prototipo de las angiospermas o plantas florales

Autores:

Heyfetz Eduardo

Revisión Par Académico:

Efraín Liborio Freire Mayorga, Ph.D

ISBN: 978-9942-671-11-0

Editorial Universitaria

Contacto: comision.editorial@unl.edu.ec

Universidad Nacional de Loja

Tel: +59372593550

Ciudad Universitaria Guillermo Falconí, Loja - Ecuador

www.unl.edu.ec

Noviembre, 2024

Loja, Ecuador



Índice General

Prefacio	ix
Agradecimiento.....	xi
Introducción	13
Capítulo I.....	15
¿Qué es la flor?.....	15
Capítulo II.....	25
Las teorías clásicas sobre el origen de las angiospermas y la situación moderna.....	25
Capítulo III.....	57
Reconstrucción del prototipo	57
Conclusiones	132
Comentarios	136
Bibliografía	159

Prefacio

Hasta el presente, la reconstrucción de la forma ancestral de las plantas florales ha procedido mediante la generalización de datos empíricos. A pesar de la cantidad de logros, el acceso está limitado por las escasas evidencias paleontológicas y la relativa progresividad de las plantas modernas, incluso en las formas arcaicas.

Algunos especialistas me han preguntado sobre el uso de metodologías modernas, que según su opinión son imprescindibles. Dichas metodologías son útiles para extraer información de difícil acceso, y en ocasiones, para avanzar en la carrera dentro de un establecimiento científico. No obstante, en muchos casos — a veces de importancia vital, como diferenciar un hongo venenoso desde uno comestible — bastan unos ojos atentos. El autor trabaja con características similares que, a pesar de su importancia, casi no atraen la atención, porque son comunes y no requieren de un equipo elaborado para sus estudios.

Además, los aparatos artificiales o naturales no son suficientes para el desarrollo de una teoría, que demanda el entendimiento de las leyes básicas de la evolución.

El académico Takhtajan escribió: “La oposición del valor de los hechos al valor de las ideas, caracterizada por un empirismo extremo, refleja excesivamente el desarrollo de la morfología de las plantas. Supuestamente, en morfología, al igual que en cualquier otra área de la ciencia natural, los hechos se observan y registran. Pero los hechos por sí mismos, con toda la exactitud de sus descripciones, son solo material crudo para la ciencia. Los hechos deben ser interpretados, sistematizados y generalizados. Sin procesamiento de información, sin interpretación y generalización, no hay ciencia” (Takhtajan, 1964, p. 7).

Considero que la etapa actual se caracteriza por la acumulación de hechos a expensas del pensamiento teórico. Espero que este trabajo pueda contribuir a la restauración de un sano equilibrio entre empirismo y conocimiento.

Este libro está dedicado a una amplia gama de lectores: botánicos, agrónomos y a los amantes de las plantas y de la naturaleza misma.

Agradecimiento

Expreso mis agradecimientos a todas las personas que de alguna manera ayudaron en mi trabajo. Entre ellos, quisiera mencionar a los guías Apolo Herrero, de la Mitad del Mundo y a Víctor Bajaña, de Puerto Jeli. Agradezco mucho al Ph. D. Andrei Popatanasov, de la Academia de Ciencias de Bulgaria, por sus consejos y su importante registro fotográfico, y al Ing. Marcelo Gutiérrez, investigador del Jardín Botánico Reinaldo Espinosa de la UNL, quien envió una guía para orquídeas en Ecuador.

El castellano no es mi idioma materno. Para revisar el manuscrito, recurrí a Paul López, quien redactó mi estilo y lenguaje mediante una discusión meticulosa. Fue un placer trabajar con él. Le expreso mi sincero agradecimiento.



Introducción

En mi época escolar, ya era amante de las flores y me fijaba en las características de las plantas. Después de culminar mis estudios en la Universidad Estatal de Odesa I. I. Mechnikov en 1990, encontré que algunos rasgos pueden indicar la apariencia del prototipo de las plantas florales. Al estudiar a mis predecesores, noté que, aunque los sistemas de clasificación de las plantas se basaban en principios evolutivos, el análisis teórico estaba en un estado rudimentario. Incluso un paleobotánico importante como Meyen pregunta: “¿De verdad, por qué es necesario buscar un significado adaptativo de cada característica, si esta característica pudo ser heredada de un ancestro lejano, en su tiempo desempeñó un papel adaptativo importante, y actualmente no daña o está ocupada en diversas tareas menores?” (Meyen 2006, p. 124). Donde Meyen ve un candado, yo encuentro una llave.

Intenté escribir de manera seria e interesante. La valoración de su cumplimiento la dejo a discreción del lector.



Capítulo I

¿Qué es la flor?

La obra más completa en el reino vegetal es la flor. Su simetría, su aroma, su color —en algunas lenguas, como el ruso, las palabras *tsvet* (‘color’) y *tsvetok* (‘flor’) tienen una misma raíz— atraen no solo a polinizadores, sino a todo amante de la naturaleza y, supuestamente, a botánicos. No es un milagro que estos también se sientan fascinados por este órgano.

La flor es un brote corto con hojas muy especializadas. Las externas forman el cáliz, que en muchas plantas, como la rosa, es verde y protege el resto de la flor en botón. Por otro lado, con frecuencia, como en los lirios, los elementos del cáliz (sépalos) junto con los pétalos atraen a los polinizadores; luego vienen los pétalos, que son estambres estériles mientras que estos últimos se derivan de las hojas con esporas masculinas (polen). En la mayoría de las flores, los estambres no se parecen a los pétalos, pero en flores arcaicas, como en el nenúfar, hay un paso gradual entre ellos (fig. 1).

Esos estambres son considerados más antiguos. Luego mostraré teóricamente porqué los estambres del prototipo tenían otra forma.

Las simetrías principales de las flores son relativamente arcaicas, radiales o actinomorfas (del griego “aktinos”, que significa ‘rayón’)¹. Después de la floración aparece el fruto, cuya base se forma a partir de las hojas dobladas sobre las semillas y se llaman carpelos. La totalidad

^{**}Las explicaciones de las nociones básicas y breves se dispondrán en notas al pie de página; las explicaciones ilustradas se marcan con números y están en los comentarios al final del texto.

de los carpelos se llama gineceo (de “gynekaion”, ‘cubículo femenino en la Grecia antigua’).

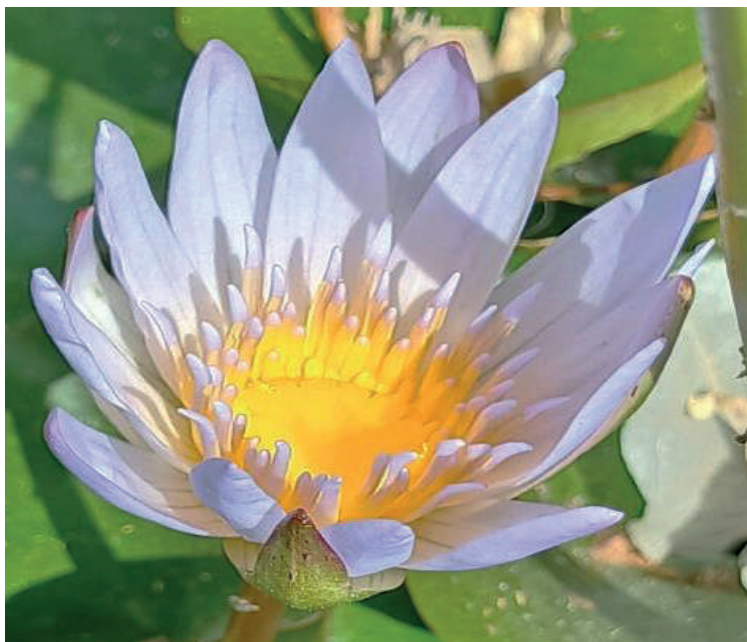


Figura 1. Nenúfar azul (*Nymphaea caerulea*). Estanque ornamental. Tel Aviv. F. d. a.²

En la formación del fruto pueden participar otras partes; por ejemplo, el gineceo de la fresa está formado en su totalidad por sus “semillitas”, carpelos con una sola semilla, y la fruta comestible es el receptáculo carnoso de la flor. El fruto de la manzana se forma a partir de la base de la flor, que envuelve la parte dura, el gineceo.

En las plantas más arcaicas, los carpelos están libres. Este tipo de gineceo también se llama apocárpico (de “apo”, ‘separado’ y “karpos”, ‘fruta’). La fruta se forma a partir de hojas libres, denominadas folículos si es solo uno (fig. 2), o polifolículos (fig. 3) si son varios.

*En adelante F. d. a. — foto del autor; D. d. a. — dibujo del autor.



Figura 2. Folículo de la manzana de Sodoma (*Calotropis procera*). Arcén de carretera cerca del Instituto Agrario de Volcani*³, Israel. F. d. a.



Figura 3. Polifolículo de *Caltha palustris***⁴, Norte de Ucrania. F. d. a.

*El apellido del fundador: Y. A. Volcani (1880-1950).

**La cursiva en la nomenclatura se usa para no confundir la pronunciación latina con otras lenguas, que usan también el alfabeto latino. Así, en latín, la mayoría de sonantes están pronunciado, como en español, pero hay diptongos. Las letras “th” se pronuncian como “t”; “ch”, como “j”; “j” latina, como “y” breve; ll, como doble consonantes: “ele”, etc. Se prefiere esto no solo para los nombres genéricos y específicos, sino también para los taxones altos, donde la regla frecuentemente está despreciada

Cuando en un fruto apocárpico queda una sola semilla, se le llama aquenio o nuez; si es jugoso se denomina “drupa”, como en el caso del pruno.

Los helechos tienen órganos intermediados entre brotes y hojas, frondas. Acostumbrado todas las frondas adultas tienen en su margen o en lado bajo acumulaciones de “polen”, esporas unicelulares. Desde espora emerge la generación sexual, que tiene solo un conjunto de cromosomas. No es parecido a un helecho (equiseto o licopodio) adulto. Está solo una película con diferencias muy leves, y sobre ella están los órganos de fertilización. Desde el óvulo fecundado crece la generación asexual (esporofito). La generación sexual desaparece; pero hay excepciones. En helechos arcaicos, como la lengua de serpiente, el gametofito puede vivir una década y el esporofito cientos de años. Otro ejemplo es el esporofito elegante del helecho *Anogramma leptophylla* que vive solo un año, mientras que su gametofito es perenne (fig. 4, 5).



Figura 4. *Anogramma leptophylla*, esporofitos jóvenes y gametofitos (arriba). Pared vieja, Israel. F. d. a.



Figura 5. *Anogramma leptophylla*, esporofito adulto (compárese el tamaño con el musgo de la parte inferior). Allí mismo. F. d. a.

La alternancia de generaciones se hereda de ancestros marinos, lo cual es más común en varios grupos de algas e incluso en algunos animales. Por ejemplo, en ciertas formas de cnidarios, los pólipos representan la generación asexual y se reproducen mediante gemación, mientras que las medusas se reproducen por huevos, representando la generación sexual. Probablemente, los períodos estables en el mar cambian raramente por periodos desfavorables, durante los cuales la estagnación genética puede dañar a la especie, y la reproducción sexual se vuelve deseable. Así, las medusas son efímeras y aparecen en ciertas estaciones del año, a veces, como en el mar Rojo, durante algunos meses cada varios años.

En la tierra, cuando los períodos favorables alternan con períodos desfavorables, la alternancia de generaciones probablemente se vuelve redundante y tiende a desaparecer en muchas formas. Parece que, en

tierra firme, siempre ha habido zonas con diferentes estaciones del año. Probablemente, estas zonas sean un recurso para las formas más duraderas y progresivas que penetraron en regiones con climas cálidos y estables.

En su mayoría, las plantas más altas tienen una generación sexual menos desarrollada, pero en los musgos el gametofito es predominante, mientras que el esporofito está representado sólo por la cápsula con pedúnculo (a veces sin él). Pero, a diferencia de los animales, su unidad de dispersión es la espora, no el *huevo* (*óvulo* en la lengua botánica)*.⁵ Es decir, proceden de plantas con una generación asexual predominante.

El pequeño tamaño de los gametofitos les permite encontrar lugares reducidos, como grietas en las rocas o la corteza con su microclima, evitando así la competencia con plantas de esporofito mucho más desarrollado. Actualmente, el número de especies de musgos ocupa el segundo lugar en la flora, después de las plantas florales, superando la cantidad de especies de helechos o plantas con semillas desnudas.

Algunos autores relacionan el pequeño tamaño de los musgos con la capacidad limitada del gametofito, que tiene la mitad de cromosomas que el esporofito. Sin embargo, esta idea parece demasiado especializada. La causa más probable es la necesidad de agua para la fecundación por goteo.

De hecho, el gametofito del alga roja *Porphyra* puede alcanzar un tamaño cercano al metro de largo y es consumido en países con costas marinas, mientras que su esporofito tiene forma de finos hilos que crecen sobre conchas vacías, perforándolas. En el pasado, este gametofito fue considerado un género peculiar, *Conchocelis*. (Vida de las plantas, t. 3, p. 215).

*De las plantas altas solo las poseedoras de semillas “aprendieron” a reproducirse mediante de los óvulos; aquellos, como los huevos de los animales, contienen embriones desarrollados. Estas plantas se denominan fanerógamas, derivado de “*faneros*”, que significa ‘visible’ y “*gamos*” que significa ‘matrimonio’; mientras que las plantas que se reproducen mediante esporas reciben el nombre de criptógamas, derivado de “*kryptos*” que significa ‘oculto’.

En los musgos, la cantidad de cromosomas puede aumentar cuando el esporofito (esporogono) separado, que consiste solo de pedúnculo y de la cápsula, puede germinar en un musgo nuevo con conjunto de cromosomas duplicado hasta 8 veces (Bardunov, pp. 27, 80). Esta planta puede tener un cariotipo más grande que el de una palma.

El principal problema de los gametofitos en tierra firme es su dependencia del agua para la fecundación por goteo. La solución a este problema es la semilla, es decir, el óvulo, que contiene primero la espora femenina y luego los gametofitos femenino y masculino, que brotan del grano de polen.

El conjunto de cromosomas más numeroso de todos los organismos lo posee un extraño helecho no muy grande, la “lengua de serpiente reticulada” (*Ophioglossum reticulatum*), con hasta 1440 cromosomas. Normalmente, las esporas de los helechos ocupan los folios de sus frondas (fig. 6).



Figura 6. Helecho milpiés (*Polypodium sp.*). Loja, Ecuador. F. d. a.

Pero en algunos helechos, las frondas están divididas en la parte verde, vegetativa, y en las espigas de las esporas, la parte generativa (fig. 7).



Figura 7. *Anemia phyllitidis*, Vilcabamba, Ecuador. F. d. a.

El siguiente paso es la separación completa entre las frondas vegetativas y generativas (fig. 8):



Figura 8. *Blechnum Wardiae*, frondas generativas (esporófilos delgados) arriba y vegetativas (anchas) abajo. Bosque cerca de Mindo, Ecuador. F. d. a.

La mayoría de los helechos producen esporas asexuales, y los gametofitos son andróginos. Pero en algunas especies, las esporas están diferenciadas por sexo: masculinas o microsporas, y femeninas o megasporas.

A aquellos helechos pertenecen los ancestros de las plantas con semillas. Entre ellas, las más arcaicas son las gimnospermas, es decir, plantas con semillas desnudas. Estas últimas pueden estar agrupadas en piñas, o estar expuestas, como en *Cycas*, el género más antiguo de las plantas fanerógamas, que se asemeja a una palmera baja, pero está relacionado con los helechos. En cualquier caso, el polen, por lo general, llega directamente a la apertura del botón de la semilla (micrópilo, es decir, el orificio pequeño), y no al pistilo, como las protagonistas de este libro.

Los órganos sexuales de estas últimas, e incluso las que carecen de perianto y aroma, como en el caso de gramíneas, provienen de ancestros con flores típicas, que no eran comunes en la mayoría de las gimnospermas. Por lo tanto, y no debido a la ausencia de pistilo, actualmente no atribuimos a las flores los conos inmaduros de las coníferas, aunque se asemejen a los amentos de algunas angiospermas, como el aliso.

En el pasado, se le daba el nombre de “flor” a los órganos sexuales de todas las plantas con semillas. Como lo menciona una canción antigua española que dice “Ay, flores, ay flores de verde pino...”. Incluso en la literatura de los años 50 del siglo XX se mencionan las flores de las gimnospermas. Sin embargo, la terminología en botánica tiende a ser más rigurosa que en zoología, donde los términos corresponden a la función y no a la anatomía u origen, como en el caso de las alas del ave y del insecto.

Es importante señalar que las flores no solo pueden reducir su perianto. El fruto puede contener solo una semilla, y el tegumento está tan cercano que la semilla parece desnuda. Por esta razón, Linneo aplicó el término

“*Gymnospermia*” a los miembros de la familia *Labitae* (romero, menta, etc.) con frutas monospermas (Linnaeus, p. 561 – 601), y “*Angiospermia*” a los cercanos con frutos polispermos (Linnaeus, p. 602 – 639).

También existen angiospermas secundarias, como los ficus, cuyos higos son inflorescencias cerradas que contienen muchas flores reducidas. Sus polinizadores, cercanos a avispas parasitarias, depositan huevos en pistilos cortos y polen en los pistilos largos, inaccesibles para sus ovopositorios.

En cualquier caso, estas plantas conservan una adquisición de su grupo: el estigma del pistilo, que por un lado dificulta el paso del polen a la semilla, pero por otro lado aumenta la superficie, atrapando el polen (fig. 9).



Figura 9. Flores de *Panicum turgidum*. Eilat, Israel. F. d. a.

Solo algunas gimnospermas fósiles de la clase *Bennettitopsida* tenían órganos con periantos, es decir, flores. Sin embargo, en la actualidad, las flores verdaderas en el sentido común del término solo se encuentran en las angiospermas. Y sus derivados en botánica tienen el mismo nombre: las flores, incluso cuando no se parecen a la flor típica, como en la foto de arriba.

Capítulo II

Las teorías clásicas sobre el origen de las angiospermas y la situación moderna

La historia de la botánica es muy extensa y se remonta a tiempos antiguos. Sin embargo, aquí destacaré las teorías más importantes para el trabajo presente. Incluso antes de la teoría de la evolución de Darwin, el poeta y filósofo alemán Goethe descubrió que las partes de la flor son derivadas de las hojas.

Entre las teorías sobre la evolución de las angiospermas a finales del siglo XIX, una de las más importantes es la teoría del botánico austriaco Wettstein, que representaba una posición puramente empírica: “Las preguntas más difíciles, que influyen fuertemente en toda el área de la sistemática, son aquellas sobre el origen filogenético de las angiospermas. La dificultad de estas preguntas se debe a la abundancia extraordinaria de las formas vivas de angiospermas, no susceptibles de examen visual, y a la ausencia de formas indubitables (contemporáneas o fósiles) intermedias entre las angiospermas u otros grupos de plantas, que se puedan aceptar como iniciales” (Wettstein, p. 48). Basándose en este principio, Wettstein recomendaba aproximaciones a primera vista verosímiles, pero voluntarias: “Hay que pensar en aquellas peculiaridades que acercan las formas correspondientes /de angiospermas/ con gimnospermas. Así, las angiospermas, por estar más abajo, deben tener características correspondientes [...] en la estructura de las flores: predominio de flores unisexuales, ausencia de perianto o su estructura simple; en los procesos de fertilización: dominancia de la anemofilia /polinización por medio del viento/” (Wettstein, p. 52). La base del sistema se encuentra en árboles con amentos, como el aliso, el roble, los euforbios, etc. (fig. 10).



Figura 10. *Acalypha stenoloba* (frutas en amento). Vilcabamba, Ecuador. F. d. a. Ver también fig. 95, 96.

El sistema de Wettstein por su simpleza y hoy está bien popular en muchas guías, pero un número grande de sus defectos salta a la vista. El académico Armen Takhtajan, URSS – Rusia, demostraba, que la simpleza de las flores anemófilas está secundaria, y que las flores más primitivas están entomófilas, cercano de tales de magnolia.

Al estudiar dicotiledóneas primitivas en varias expediciones y demostrar su antiguo origen, llegó a conclusiones mucho más optimistas que Wettstein: “Cuando las formas primordiales de gimnospermas (helechos

con semillas) se extinguieron hace mucho tiempo, en las angiospermas se preservaron como «living fossils» muchas formas profundamente arcaicas y sin duda muy primitivas, como *Magnoliaceae*, *Winteraceae*, *Degeneriaceae*, etc. Este hecho compensa significativamente la falta de datos paleobotánicos sobre la historia pasada de las angiospermas” (Takhtajan, 1964, p. 20). Además, indicó: “La forma vital primaria de las angiospermas es el árbol mesófilo de hoja perenne. Las primeras angiospermas eran, probablemente, plantas arbóreas pequeñas^{6*} con pocas ramas gruesas y hojas relativamente escasas, aún concentradas cerca de las cimas de las ramas. La ramificación de este tipo aún se observa en la actualidad en ciertas dicotiledóneas primitivas, como algunas *Magnoliaceae*” (Takhtajan, 1964, p. 21).



Figura 11. *Magnolia grandiflora*. Universidad de Tel Aviv, Israel. F. d. a.

*Takhtajan no proveía demostraciones de esta conclusión aparte de las numerosas citas. Sin embargo, dentro del grupo mencionado existen árboles grandes. El árbol de tulipán (*Lyriodendron tulipifera*) de la familia *Magnoliaceae* alcanza los 50 m de altura, sobresaliendo sus vecinos en los bosques de América del Norte. Uno de los árboles más arcaicos del orden *Magnoliales*, *Degeneria*, llega hasta 35 m de altura y 1 metro en diámetro, etc.

A conclusiones similares llegó su colega y amigo, el Dr. Arthur Cronquist de los Estados Unidos, especializado en el estudio de dicotiledóneas más avanzadas, es decir, *Compositae* (chuquiragua, escalesia, girasol, etc.).

Desde mi perspectiva, los fósiles vivos dichos marcan el florecimiento antiguo de las angiospermas. Considerarlas prototípicas en todos sus aspectos es comparable a estimar a los elefantes y rinocerontes como prototipos de otros mamíferos placentarios.

Al estudiar la literatura moderna, observó que la botánica teórica, que debería basarse en una filosofía de alta calidad, está en declive. Un síntoma característico es la sustitución de los nombres generalizados de taxones, que a veces datan incluso antes de Linneo, por ejemplo, las familias *Compositae*, *Cruciferae*, *Labiatae*, *Umbelliferae*,⁷ etc.*, de los nombres heráldicos, que se derivan de un género “típico” como *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Lamiaceae* y *Apiaceae*, respectivamente.

En algunos casos, cuando las características de las plantas son variables, como en la familia de las orquídeas, los nombres heráldicos pueden ser preferidos. Sin embargo, para la nueva familia *Plantaginaceae*, que incluye muchos representantes con flores vistosas, como *Anthirrhinum* (la boca de león, fig. 12), el llantén (*Plantago*) con sus modestas espigas no puede ser considerado un representante adecuado (fig. 13):

A diferencia de los nombres de taxones superiores, la alteración de los nombres genéricos y específicos, por regla general, está prohibida. El objetivo declarado de hacer que el lenguaje científico sea uniforme apenas se ha logrado, debido a la abundancia de sinónimos.

*A esas familias pertenecen girasol, col, romero, apio, respectivamente.



Figura 12. Boca de león grande (*Antirrhinum majus*). Parque nacional del monte Merón, Israel. F. d. a.



Figura 13. Llantén menor (*Plantago lanceolata*). Tel Aviv, Israel. F. d. a.

Este principio surgió comparativamente tarde. El fundador de la nomenclatura moderna, Linneo, cambió muchos nombres: en total, 33, diez de los cuales fueron nombrados en honor a figuras religiosas y 23 en honor a soberanos (Alekseyev et al., p. 25)³. Por su parte, seguidores eminentes, como A. P. de Candolle, escribieron que “Es deseable preservar el nombre más antiguo, si no hay razones sustanciales para su alteración” (Alekseyev et al., p. 30) y además: “No está confirmado con certeza que el nombre sea condicional, por lo tanto, no hay razón para tratar de mejorarlo” (ibid).

Como se ha mostrado, el nombre tiene su significado y sus cambios, al menos a nivel de órdenes y familias, reflejan tendencias importantes. Proporcionó tres ejemplos de nombres genéricos y específicos cuyos cambios son deseables. El ejemplo más claro y engañoso es el nombre del género de hongos *Polyporus*, que significa ‘muchos poros’.

En la jerga de los silvicultores, este es un nombre común para los yesqueros. Algunas especies del género son bastante similares a estos últimos (fig. 14). A diferencia de los yesqueros y boletos, que tienen una capa de poros numerosos y diminutos, similar a una esponja, los poros de *Polyporus* son anchos, y en especímenes jóvenes aparecen como una red delicada y en hongos maduros, muy rígidos, semejando las mallas de semillas en girasol (fig. 16). Los hongos altos, como las setas de ostra (fam. *Pleurotaceae*), cuyas láminas frecuentemente se fusionan, poseen un tipo similar de crecimiento.

Sobre la superficie del corte del árbol, el yesquero pierde su forma regular, creciendo con la capa de poros (himeneo) arriba. Luego, las especies de *Polyporus* obtienen aquí la forma de sombrero con el pie ligeramente excéntrico, que es típico de los hongos altos de origen terrestre. Además, a diferencia de los yesqueros, los individuos de *Polyporus*, cuando se tocan, no confluyen entre sí (fig. 15, 16) ni con objetos extraños, como pajas o bacilos.



Figura 14. *Polyporus squamosus*, un hongo grande que puede alcanzar cerca de 50 cm de tamaño. Es comestible y sabroso cuando es tierno; sin embargo, es un parásito muy peligroso para los árboles, causando pudrición blanca y fragilidad de la madera. Kiev, Ucrania. F. d. a.



Figura 15. *Polyporus tenuis*, vista superior. Parque Nacional Podocarpus, provincia de Zamora, Ecuador. F. d. a.



Figura 16. Los mismos hongos, vista inferior.

En la última revisión del orden *Polyporales* los autores ponen junto con *Polyporus* yesqueros, — incluso las formas más primitivas, con cuerpos fructíferos asemejando cascara (Zirui Gu et. al.) y la “nueva” familia “*Panaceae*” = *Lentinaceae* (Justo et al., p. 798), que está un fragmento de la familia *Pleurotaceae*, contenido el género *Lentinus**⁸ más cercano a *Polyporus*.

Aparece una quimera de palabrería y de morfología.

Recomiendo aplicar el nombre *Polyporus* a algún “poliporo” común (fig. 17) y mencionar al tal género un título más adecuado, como *Lentinoporus*, separándolo con los géneros cercanos a una familia derivada de *Pleurotaceae*.

*El representante más famoso del género es shiitake (*Lentinus edodes*).



Figura 17. “*Polyporus*” (*Pycnoporus*) *sanguineus*. Isla Jambelí, Machala, Ecuador. F. d. a.

En su libro “Species plantarum” Linneo describió dos representantes del género *Calla*: *C. palustris* y *C. Aethiopica* (Linnaeus, p. 968). Más tarde, aclaró que las especies pertenecen a diferentes subfamilias de las aráceas. Actualmente, el nombre genérico se ha preservado para la primera planta no renombrada, que crece en el norte de Europa y América. La otra planta, conocida en horticultura como cala o lirio de agua, fue nombrada *Zanthedeschia* por Sprengel en 1827. Sin embargo, ese nombre, a diferencia de *Dieffenbachia*, no se ha establecido en el lenguaje común. Creo que deberíamos restaurar el nombre original. El otro género se podría llamar *Leucopteron*, que significa poseedor de ala blanca, una traducción del nombre ruso. Lo mismo podría decirse sobre el nombre científico *Nelumbo*, adaptado del idioma singalés, para la planta más conocida como loto.

El botánico famoso Richard Spruce describió desde las costas del Río Negro dos especies de lianas peculiares, pertenecientes al género *Gnetum*: *G. venosum* y *G. paniculatum*^{*9}. Ambos nombres son normales, pero Spruce cuenta que las pepas del *Gnetum* sirvieron como alimento principal para Custodio, un esclavo fugitivo de Brasil, quien fue recibido por indios. Más tarde, se convirtió en jefe de tribu, fundador de dos pueblos y recibió poderes oficiales del gobierno de Venezuela, donde vivían tribus y donde la esclavitud fue abolida en esa época (Spruce, p. 443 – 446).

Spruce conoció a Custodio al final de su viaje por el Río Negro, después de describir las dos especies de *Gnetum*. Por lo tanto, el conservadurismo botánico hace difícil corregir la nominación. Supongo que una de las especies podría llamarse *Gnetum Sprucei-Custodio* en honor a dos personas admirables.

La tendencia opuesta a los cambios en la nomenclatura se puede ver en la revisión del género de helechos *Blechnum*^{**10}, que aparece demasiado amplio, conteniendo especies herbáceas, arbóreas, etc.

En 2016, el Grupo de Filogenia de Pteridófitos llevó a cabo su revisión y entre todos apareció *Cranfillia*. “El género honra a Bryan Cranfill, uno de los primeros investigadores en estudiar *Blechnaceae*, utilizando datos moleculares; sus investigaciones avanzadas inspiraron gran parte de ese trabajo” (Gasper et al., p. 207). En Ecuador crece un representante de este género, *C. caudata* (es decir, de cola larga, en referencia a las frondas alargadas). Este epíteto trivial es bastante extraño, considerando que el nombre previo de la especie era *Blechnum Sprucei*.

^{*9}Parecido a escoba; del “panicum”, que significa ‘panizo’.

^{**10}Desde el nombre vernáculo griego del género, cuyo origen no está claro.

Eso doble acceso fuerza dudarse en la validez de separación de *Cranfillia*. En cualquier cosa hay que poner en el sitio el nombre de Richard Spruce, cuya contribución de estudio América del Sur durante quince años consideran segunda después de Alexander von Humboldt.

La segunda tendencia expresada y aceptada como norma después de los años 60 del siglo XX, cuando los nombres específicos comenzaron a escribirse con minúscula, incluso si se trataba de un nombre propio, como *Cyttaria darwinii*, *Strelitzia nicolai*, etc. Creo que esta costumbre contradice no solo la gramática elemental del latín, sino también la cortesía. El remedio contra esta tendencia oclocrática^{11*} sería una regla o un acuerdo en el que ambos nombres, genérico y específico, se escriban con mayúscula (como un nombre y apellido). En este artículo, limitaré los nombres propios, ya sean de personas o lugares.

En esta relación, quería expresar mi opinión sobre el nombre del Grupo de Filogenia de Pteridófitos, así como del Grupo de Filogenia de Angiospermas (APG), el Grupo de Filogenia de Gimnospermas y, tal vez, algunas otras sociedades.

Según mi parecer, la mayoría aplastante^{*12*} de instituciones científicas reconoce sus conclusiones sin crítica. Sin embargo, el principal instrumento de la ciencia teórica es el argumento. La influencia de una autoridad personal o colectiva debe reducirse al mínimo, especialmente cuando se declara antes de la evaluación del trabajo. Por el bien de una ciencia sana, recomendaría al APG y a otras cambiar sus nombres en honor a los fundadores o incluso a personas ficticias, como Nicolás Bourbaki, el nombre colectivo de un grupo matemático en Francia, o Koz'ma Prutkov, una figura colectiva de poeta-copista en Rusia.

*Oclocracia es el poder del gentío.

**Es decir, mayoría que aplasta. Creo, que no es una capacidad positiva.

Regresando a la nomenclatura, se puede recomendar corregir algunos errores relacionados con la pronunciación latina de los nombres de escritura local. Por ejemplo, el género de plantas *Randia*, nombrado en honor al botánico inglés Rand, sería deseable escribirlo como *Raendia*; *Rhyniophyta* relacionado con el pueblo en Escocia Rhynia, sería escrito como *Rainiophyta*, etc. También sería útil unificar las escrituras de los sonidos (como “sh” o “ch”) en los idiomas científicos. Las excepciones pueden ser los nombres de plantas conocidos, establecidos en idiomas populares. Por lo tanto, no recomendaría cambiar “magnolia” por “mañolia” debido a su pronunciación en francés.

El autor de este trabajo elige la denominación breve, que consiste solo en los nombres genéricos y específicos, correspondientes a la nomenclatura binomial. Otros detalles, como el nombre del autor de la descripción, características morfológicas y geográficas, etc., pueden usarse de forma explicativa cuando sea necesario.

También quería indicar la preferencia moderna del término *clado* (de “*klados*” — ‘rama’) a *taxón* (de “*taxis*” — ‘orden’). Dos palabras, que son sinónimos parciales y significan un grupo natural con origen en un mismo ancestro. A la vez, estos son antónimos, porque *taxón* implica una jerarquía con ciertos nombres de cada división (tipo, clase, género, especie, etc.) y el *clado* — divertimento o hasta desprecio del orden.

Así, en el artículo dedicado a entomofilia (ver abajo), los autores han enumerado, en una lista, los clados *Eudicotiledóneas* (en jerga inglesa moderna cortada — *Eudicots*), *Rosida* y *Asterida*. [Stephens et al., p. 883], donde dos últimos taxones pertenecen al primero.

En otra fuente, una tabla contiene clados de *Gymnosperma* y *Angiosperma* junto con *Embryophyta*, que incluye ambos grupos previos; ordenes de los insectos junto con clado de *Insecta*, pero clases (clados) de

vertebrados sin el tipo (“clado”) *Vertebrata* etc. [Benton et al., p. 2020].

Una causa del declive, expresado arriba, es la sobreestimación de las posibilidades de la genética y la biología molecular. Si bien las esferas genéticas y moleculares en la biología están más avanzadas, las características mismas, por otro lado, son muy antiguas. El progreso evolutivo en el nivel de los virus se manifiesta a nivel genético, en las bacterias y sus parientes en el nivel químico; en las plantas o animales superiores, progresa más en el nivel morfológico y en la humanidad, en el nivel cultural. Interpretar la organización morfológica de los organismos superiores a través de la genética o la bioquímica es como reducir los edificios a ladrillos.

Parece que los genetistas muestran desprecio por la morfología. Aquí se puede ver, en palabras de Lenin, “Una enfermedad infantil del izquierdismo”.

Un ejemplo claro es la agrupación de los ungulados con dedos pares (*Artiodactyla*) y las ballenas en el mismo orden. Además, los científicos modernos consideran a los hipopótamos como formas más cercanas a las ballenas, cuando rasgos morfológicos como la forma de la pupila, el órgano sexual y el estómago divisible en compartimentos, así como comportamientos y hasta enfermedades (el famoso delfín Tuffy, que murió de una infección que afecta típicamente a las vacas y, más raramente, a las cabras, ovejas y cerdos [Wood, p. 34]), evidencian su afinidad con los rumiantes (Wood, p. 33).

Las características moleculares (como resultado de una dieta diferente) y morfológicas, que separan a los cetáceos de otras agrupaciones de mamíferos (dientes uniformemente numerosos o reducidos, ausencia de extremidades posteriores, presencia de aletas, etc.), tienen una base

genética. Pero los especialistas mencionados prefieren negar cualquier evidencia que se relacione con la morfología y el medio ambiente. Desde su punto de vista, cualquier cambio genético es una “mutación” ilegítima. Así, ellos ven solo los genes necesarios para su concepción e ignoran los demás que son primordiales. Parece que aquí hay más política que ciencia*¹³.

La combinación de características morfológicas peculiares e independientes sugiere un origen común para el grupo. Su coincidencia es menos probable que la genética, porque mientras que a las características morfológicas ilimitadas corresponden solo cuatro nucleótidos, comparando con las letras. Luego, la posibilidad de su coincidencia (convergencia) puede ser ilustrada, o más precisamente, modelada en la convergencia lingüística. Esta última es menos probable que la genética, porque la cantidad de letras en los alfabetos basados en el latín o el cirílico promedia 30, aproximadamente siete veces más que los nucleótidos. Elijo dos ejemplos de convergencia no solo en la escritura y pronunciación, sino también en el significado, que podrían confundir incluso a alguien que entiende las leyes de la lingüística.

Así, la palabra “**zubr**” (bisonte europeo en ruso) se parece mucho al nombre de otro animal ungulado, “**zebra**” (cebra en español). Sospechando que ambas palabras se desarrollaron a partir de una fuente común, consulté los diccionarios etimológicos. Resultó que “zubr” en tiempos antiguos significaba cualquier crecimiento. De aquí derivan palabras en el ruso moderno: “zub” (diente), y “zazubrina” (dentición). La palabra “zubr” significaba cornudo (Fasmer, p. 107). Probablemente fuera un apodo usado por el miedo a atraer a un animal tan amenazante. Es curioso que esta palabra tenga el mismo origen que “gene” en griego

*Una presentadora de televisión preguntó a una persona religiosa si no creía en la evolución, argumentando que se podía ver el parentesco genético entre los humanos y los monos cuando se visitaba el zoológico. ¡Sin microscopio, qué aguda visualización!

(ibid). Si la vocal “e” de la primera sílaba no hubiera cambiado a “u”, habría resultado “zebr”, como el macho de la “zebra”.

Por otro lado, según la versión más aceptada, “zebra” ha evolucionado a partir del latín “*equus ferox*” (caballo salvaje) a través de “ecifero”, “ezevra” y “ezebra” en portugués antiguo (<https://www.etymonline.com/word/zebra>). ¡Correspondería que, si la vocal “u” de la palabra “*Equus*” se hubiera mantenido sin cambios, el resultado sería “zubra”, como la hembra del “*zubr*”^{14*}!

Cuando un guía nos preguntó cómo llamábamos a los hombres amables según el Evangelio, exclamé: “¡Favoritos!”, aunque pronto entendí mi error. El guía se refería al nombre de la montaña a la que Jesucristo ascendió con tres discípulos y que en la tradición rusa se llama “Favor”.

Esta palabra apareció debido a las reglas estrictas de transcripción del griego al ruso antiguo, donde la letra θ se pronunciaba como “f”, lo que también reflejaba la transformación de la fonética en el griego moderno, donde la letra β (beta) se convirtió en “vita” y η (eta) en “ita” (en el alfabeto cirílico, sus derivados son “B” [Vedi] e “И” [Izhe]). Así, en el ruso moderno, como en español, tenemos “biblioteca”, cuando en ruso antiguo sería “vivliófica”. Por otro lado, el ruso moderno conserva palabras como “эфир” en lugar de “éter”, “Фиódор” en lugar de “Theodor”, etc.

En las culturas occidentales, los nombres griegos se reconocen a través del latín, que conserva la pronunciación clásica de los sonidos correspondientes a las letras griegas β y η , mientras que θ se redujo a “t”. Es dudoso que las palabras correspondientes en los idiomas romanos e inglés se adaptaran desde el ruso antiguo. De hecho, la fuente es el latín “favor”^{*15} con el mismo significado.

*En ruso correcto, *zubrija*.

*La palabra es cercana a “faber”, que significa chispero, herrero en latín y tiene el mismo origen con eslavo “dobr”, que significa ‘bueno’; en ruso “dobriy” — ‘bondadoso’, ‘amable’.

Por otro lado, a diferencia del Antiguo Testamento (Josué 19: 12, 22, 34; Jueces 4: 6, 12, 14 y 8: 18; Jeremías 46: 18 Oseas 5: 1; Salmo 89: 12), el nombre Tabor no se menciona en los Evangelios. A pesar de su modesta altura, alrededor de 400 metros sobre el nivel del mar, su forma correcta y atractiva y su posición aislada en el centro de Galilea, la montaña estaba asociada con la transfiguración de Cristo en la tradición oral y posteriormente fue encarnada en templos locales.

Con frecuencia, su nombre se interpreta como ‘Ombligo’. Aquí nuevamente ocurre una convergencia entre el significado y la transliteración al latín. En hebreo, “טבור” [tabur] significa ‘ombligo’, escrito y pronunciado de manera diferente al nombre de la montaña: “תבור” [Thavor] en hebreo antiguo y “Tavor” en la lengua moderna. Según las fuentes más autorizadas, el nombre de la montaña proviene del prefijo verbal “tha” y la raíz reducida “barar”, que significa ‘limpiar’ o ‘hacer claro’. Supuestamente, no se refiere a los vestidos de Cristo, sino a la cantera. (<https://www.abarim-publications.com/Meaning/Tabor.html>).

Por publicaciones recientes, se puede juzgar el crecimiento del interés a los problemas de la evolución morfológica y ecológica de las plantas florales [Benton et al., 2022; Sokoloff et al., 2019; Stephens et al., 2023]. En cualquier caso, los investigadores frecuentemente prefieren accesos sofisticados a las evidencias más claras.

Así, en el artículo, dedicado a la polinización de las plantas, los autores tratan reconstruir el modo primero de la polinización vía estadística, cuando sobre las evidencias morfológicas dicen, que es un problema clave sin respuesta [Stephens et al.].

Por un lado, no es necesario calcular la proporción de plantas para entender por qué el sinónimo de las angiospermas es “plantas florales”. Por otro — este método no permite determinar qué tipo de polinización — anemofilia (según Wettstein) o entomofilia (según Takhtajan y Cronquist) — fue la primitiva en las angiospermas.

La mayoría de los insectos y aves son capaces de volar. Sin embargo, los insectos ápteros incluyen formas arcaicas, como las lepidópteros, y otras que han perdido las alas durante la evolución, como las pulgas y las castas estériles de hormigas y termitas. En contraste, todas las aves, que no vuelan, descienden de ancestros voladores.

El modesto resultado obtenido se refleja en el título del trabajo: “Polinización por insectos para gran parte de la historia evolucionar de las angiospermas” (“Insect pollination for most of angiosperm evolutionary history”).

Richard Bateman et al. critican parcialmente los excesos de los genetistas: “La esperanza temprana de que las relaciones indicadas entre las especies por el ADN fueran más precisas que las de la morfología ahora parecen ingenuas” (Bateman et al., p. 3471). Sin embargo, los autores manifiestan su lealtad a la genética en detrimento del razonamiento lógico elemental y el empirismo: “Es bien sabido que la mayoría de los genetistas que estudian el desarrollo llegaron a la conclusión de que la flor de *Arabidopsis* es un arquetipo, porque es evidente que su complejo estándar de 4 sépalos, 4 pétalos, 6 (4 + 2) estambres y 2 carpelos se deriva del bauplan floral clásico 5 + 5 + 5 + (2–5) de las eudicotiledóneas verdaderas (eudicots)” (Bateman et al., p. 3487), donde “bauplan” significa ‘plan de construcción’ en alemán. Probablemente, los autores creen que una palabra extranjera “prudente” puede sustituir al pensamiento. De hecho, el arquetipo es sinónimo de

“bauplan” y no de su derivado, que según los autores es *Arabidopsis*. Por lo tanto, este elogio es ambiguo.

Aún más, la comparación de *Arabidopsis* con sus parientes primitivos en este aspecto muestra que los cuatro pétalos de *Cruciferae* no se originaron a partir de cinco, sino de ocho partes fusionadas en pares (fig. 18).



Figura 18. *Erophila verna*. Región de Odesa, Ucrania. F. d. a.

Lo que relacioné con “bauplan” (o hasta el clado *Pentapeltae* [Sokoloff et al., p. 423]), como puede ver cualquier naturalista, aparece independientemente en varios grupos de dicotiledóneas. Aquí algunos ejemplos:

El primero es no “eudicot”, sino el cercano a la magnolia, el nenúfar o la cobertura amarilla (*Nuphar*). La mayoría de las especies tienen cinco sépalos, similares a pétalos (fig. 19).



Figura 19. *Nenúfar amarillo* (*Nuphar lutea*). Región de Odesa, Ucrania. F. d. a. Pero *N. sagittifolia* tiene 6 y *N. polysepala* tiene 6-12 (usualmente 9) sépalos.

El género pequeño, *Ficaria*, que a menudo se considera como una especie de ranúnculo (*Ranunculus ficaria*), tiene muchos pétalos. (fig. 20).



Figura 20. *Ficaria verna* (*Ranunculus ficaria*). Uliánovsk, Rusia. F. d. a.

En su lugar, los ranúnculos típicos son pentámeros (fig. 21).



Figura 21. *Ranunculus Asiaticus*, Parque nacional Poleg, Israel. F. d. a.

En las anémonas, los pétalos están reducidos y los sépalos colorados cumplen su función. *Anemone coronata* generalmente tiene seis sépalos, pero este número puede reducirse a cinco (fig. 22).



Figura 22. *Anemone coronaria*. Flores con seis y con cinco sépalos colorados. Haifa, Israel. F. d. a.

En la familia de las primulas (*Primulaceae*), el género *Trientalis* tiene de 7 a 9 pétalos (fig. 23).



Figura 23. *Trientalis Europea*. Región de Kiev, Ucrania. F. d. a.

La mayoría de los miembros de la familia tienen flores pentámeras (fig. 24).



Figura 24. Pluma del agua (*Hottonia palustris*). Alli mismo. F. d. a.

Los géneros típicos de la familia *Campanulaceae* tienen flores pentámeras con la corola profundamente fusionada (fig. 25).



Figura 25. *Campanula rapunculus*. Jerusalén, Israel. F. d. a.

Sin embargo, *Michauxia*, de la misma familia, tiene de 8 a 10 pétalos libres (fig. 26).



Figura 26. *Michauxia campanuloides*. Parque nacional de monte Merón, Israel. F. d. a.

El ejemplo más conocido de simetría pentámera es la rosa. Pero su pariente, la planta reliquia montañosa, *Dryas octopetala*, como su nombre indica, tiene ocho pétalos.

Si las plantas mencionadas llegan a la simetría pentámera por la reducción de pétalos (o sépalos), los pétalos del clavel están denticulados, es decir, su perianto apareció por la fusión de muchos pétalos en cinco grupos iguales (fig. 27).



Figura 27. Clavel *Dianthus strictus*, Parque nacional monte Merón, Israel. F. d. a.

Incluso el “bauplan” está presente en algunas inflorescencias de *Compositae* (fig. 28).



Figura 28. Ñachag (*Bidens Andicola*). Quito, Ecuador. F. d. a.

La simetría pentámera de las flores e inflorescencias no pertenece a un clado y no es un plano estructural único heredado por los “eudicots” desde un ancestro común, sino el resultado de adaptaciones independientes, cuya significación es deseable elucidar.

Fuera del reino de las plantas, la simetría quíntupla o pentámera es bien conocida en las estrellas de mar. También se manifiesta en los cinco dedos en las palmas de los tetrápodos. Por otro lado, los animales sedentarios con simetría radial primaria, como los corales, siempre tienen simetría par: cuádruple en una clase arcaica fósil; séxtuple y óctuple en formas recientes, pero nunca quíntupla.

La simetría de la vida orgánica está determinada por la probabilidad: nuestras entrañas son asimétricas individualmente. Parece que la simetría pentámera es una simetría de movimiento para organismos privados de una orientación lejana, y que corresponde a cuatro direcciones en un plano más una dirección de reserva.

Claro está que una polinizadora especializada puede posarse en las flores con simetrías diferentes, pero las quíntuplas satisfacen más su gusto estricto. Esta peculiaridad puede parecer una picardía: después de que la polinizadora quita el pétalo y atraviesa la mitad de la flor, contra él está un intervalo entre dos pétalos. Si ellos están elevados y tienen el borde redondeado, como en la mayoría de las flores especializadas, el insecto no sabe cuál de ellos puede ser mejor, es decir, llevarlo a la flor más cercana. Para orientarse, él está forzado a volar, y para no gastar energía en altas y bajas frecuentes, busca las flores remotas, evitando así la polinización cercana.

Los amantes de las flores del género humano tienen un gusto menos estricto que las abejas y prefieren flores con muchos miembros, como magnolias, nenúfares, etc., y variedades dobles de las flores cultivadas.

Asimismo, las flores pentámeras, polinizadas por organismos menos especializados que prefieren la cantidad a la calidad, regresan a la simetría múltiple.

Un ejemplo significativo es la evolución floral del género *Passiflora*. Los cinco sépalos aparecieron a pétalos, y la simetría quíntuple de la flor se convirtió en simetría décupla. Las especies más primitivas tienen un tubo largo. La corona es vestigial, similar a una fila de verrugas cerca de la abertura del tubo. Los estambres y el pistilo siguen la dirección del tubo (fig. 29). Los principales polinizadores son colibríes, que no se posan en la flor.



Figura 29. Gullán, taxo (*Passiflora tripartita*). Loja, Ecuador. F. d. a.

La siguiente etapa está relacionada con la participación de insectos no especializados, como las moscas. El tubo se reduce y la corona desarrollada imita numerosos estambres. Los estambres verdaderos cuelgan sobre la corona, y como los estigmas, son paralelos al plano floral (fig. 30).



Figura 30. Pasionaria de hojas de aliso (*Passiflora alnifolia*). Las Minas, Ecuador. F. d. a.

Es probable que los cinco estambres verdaderos hayan atraído a polinizadores más especializados como las abejas. Consecuentemente, la corona aumenta y, al mismo tiempo, pierde la semejanza con los estambres; sirve como un campito de aterrizaje (fig. 31).

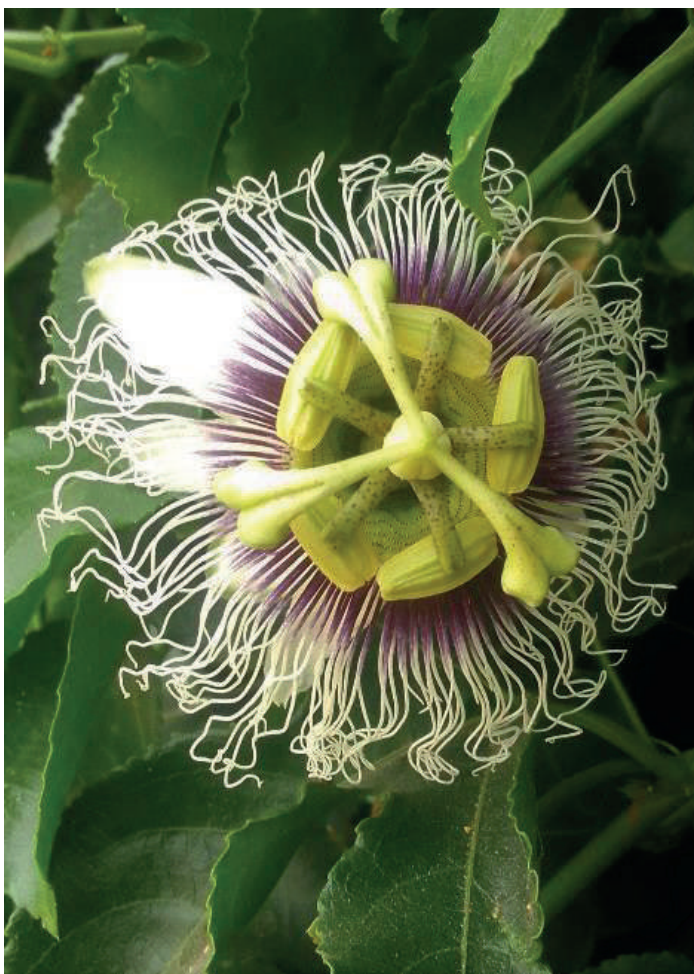


Figura 31. Maracuyá (*Passiflora edulis*). Instituto Agrario de Volcani, Israel.
F. d. a.

Por esta razón la Academia de la Lengua Hebrea en Israel propuso llamar a este género “shaonit”, que significa ‘flor-reloj’.

La mayoría de las monocotiledóneas tienen tres sépalos y pétalos por igual. En las orquídeas, uno de los pétalos se convierte en la parte principal de la flor, el labelo. Los otros cinco ayudan a atraer polinizadores y, a veces, pueden estar reducidos (fig. 32).

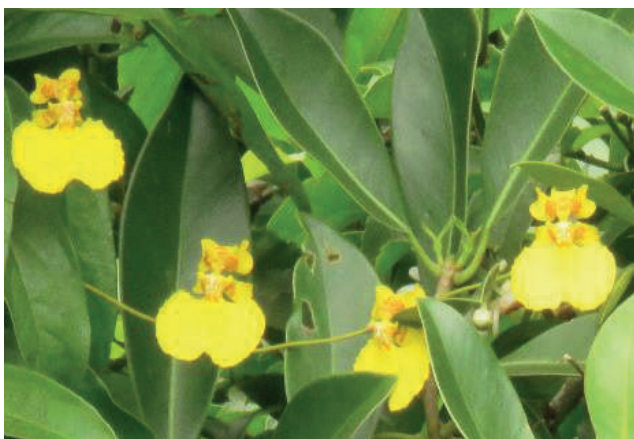


Figura 32. *Oncidium scansor*. Zamora, Ecuador. F. d. a.

Por otro lado, en la orquídea *Odontoglossum epidendroides*, el labelo es relativamente corto y los otros pétalos, de tamaño casi igual, forman una flor “correcta”, que pueden gustar más a algunos insectos (fig. 33).



Figura 33. *Odontoglossum epidendroides*. Parque nacional Podocarpus, Provincia de Loja, Ecuador. F. d. a.

Solo las manchas diferentes en estas flores indican desde lejos que su simetría no es perfecta, ya que tienen solo un acceso en lugar de cinco. También hay botánicos que solo aceptan como correctas las flores actinomorfas.

Creo que es muy importante revelar la causa del fenómeno para establecer el origen de los *equinodermos*. Según una teoría aceptada, la simetría radial en este grupo surgió para un modo de vida sésil o sedentario, lo que contradice no solo a la explicación mencionada, sino también al hecho de que, en equinodermos sedentarios, como los lirios de mar, la simetría quíntuple solo es notable en la etapa jóvenes del *pentacrinus*, mientras que en los adultos se disfraza por la ramificación multiplicada de los brazos.

Por otro lado, la simetría pentámera se manifiesta claramente en organismos móviles, como estrellas de mar y ofiuras. Con todo esto, supongo que esta simetría apareció para el modo de vida de excavación en los pepinos de mar, lo que corresponde a cuatro direcciones laterales más una adicional.

En efecto, los pepinos de mar están relacionados con los ancestros de los vertebrados primitivos, como *Enteropneusta*, que tienen forma y modo de vida similares. Gusanos del tipo *Priapulida* también presentan simetría pentámera, que surgió durante un modo de vida similar. Además, todos los *equinodermos* tienen un sistema vascular acuífero, es decir, un esqueleto hidráulico, que es un medio común para excavar el sustrato, lo cual está bastante reducido en los lirios de mar.

La versión aceptada se apoya en los registros fósiles de este grupo, pero los organismos *sésiles* o *sedentarios*, como los lirios de mar y algunos fósiles cercanos, así como los erizos de mar, tienen caparazones

desarrollados que se conservan bien en el estado fósil, mientras que los esqueletos de estrellas de mar, ofiuras y pepinos de mar están formados por elementos microscópicos y aislados. Es probable que los primeros pepinos de mar, como *enteropneustos*, carecieran totalmente de un esqueleto duro.

En relación con los dedos de los *tetrápodos*, probablemente las formas más arcaicas exploraron la tierra mediante un movimiento rotatorio, para el cual la simetría quíntuple era óptima.

La otra simetría radial frecuente en las flores es la simetría cuádruple. Esta es más común en flores pequeñas (*Cruciferae*, *Veronica*, etc.), donde un polinizador puede posarse en un par de pétalos. Puede aparecer en flores de tamaño reducido, como en las aráceas o en el género *Potamogeton* (espiga de agua).

Una particularidad, que se encuentra en el *Eucalyptus erythrocorys*, es que probablemente el tamaño pequeño de las flores arcaicas del género, como por ejemplo en el *E. pleurocarpa*, lleva a la aparición de la simetría cuádruple del perianto, que se redujo al tubo y al capullo y cuya coloración puede atraer a los insectos; su crecimiento en ancho, que alcanza un centímetro en la especie mencionada, mejora la visibilidad.

Además, en el *E. erythrocorys* la simetría cuádruple está bien pronunciada. Los capullos tienen la apariencia de una estrella de mar púrpura con cuatro brazos cortos, y el cáliz tiene una forma de tetraedro y no redonda como en otras flores. Los numerosos estambres no forman un anillo, sino que se agrupan en cuatro grupos dispuestos en forma de cuadro, en cuyo centro hay una depresión con el gineceo en la base (fig. 34).



Figura 34. Florecimiento de *Eucalyptus erythrocorys*. Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

La simetría más antigua de las flores es la trómera. Explicaré su significado particular en el próximo capítulo

Capítulo III

Reconstrucción del prototipo

Los dicotiledóneas y monocotiledóneas*¹⁶ arcaicas tienen hojas con láminas desarrolladas, cuya forma es típica de plantas que prefieren humedad moderada. Probablemente, en esas condiciones vivió el ancestro común. Las hojas están menos modificadas que las espinas de las “*Coniferales*”⁵ y conservan características heredadas de las frondas de los helechos.



Figura 35. Fronda poderosa de helecho arbóreo *Cyathea* sp. Parque nacional Podocarpus Provincia de Loja, Ecuador. F. d. a.

*Las plantas florales se dividen en dos clases principales. Como regla general, las dicotiledóneas poseen dos hojas vestigiales (cotiledones) que en la mayoría de las especies acumulan los nutrientes, como es el caso del chícharo. Las dicotiledóneas son más abundantes y la clase a la que pertenecen la mayoría de los árboles ramificados. La presencia de flores pentámeras y la predominancia de flores cuádruples son características exclusivas de las dicotiledóneas. Por otro lado, las monocotiledóneas son menos variables e incluyen a las gramíneas, los lirios, las palmas y las aráceas, entre otras.

En primer lugar, están enrolladas, como una fronda juvenil. Ese rasgo aún no se ha explicado. En los helechos, la fronda atrapa la luz y también el espacio. Su posición vestigial permite desplegarla completamente en un tiempo más corto⁶ (fig. 35).

En el caso de la hoja entera, la torsión es menos efectiva que el plegado, porque pasa a través de los nervios. Inmediatamente después de abrirse, la hoja presenta numerosas cicatrices (fig. 36).



Figura 36. Cicatrices sobre la hoja abierta de la cala de Etiopia (*Zanthedeschia Aethiopica*). Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

La torsión es más problemática en hojas con nervios gruesos, como en la *Colocasia*, mientras que, en otras plantas como el jengibre o *Ficus elástica*, los nervios son delgados, lo que facilita el torcimiento. En otras palabras, la combinación de nervios fuertes con la hoja enrollada en estado vestigial es una característica arcaica heredada de los helechos, cuyos pecíolos (brotes) se convirtieron en nervaduras de la hoja entera.

La hoja de las plantas rosetas también funciona como fronda de helecho y puede enrollarse de forma independiente. Un ejemplo es la hoja de acedera (*Rumex*). Las dos mitades están enrolladas alrededor del brote, pero no desde la parte dorsal (superior), sino desde la ventral (inferior) (fig. 37).



Figura 37. Acedera Brava (*Rumex crispus*). Loja, Ecuador. F. d. a.

La torsión es mucho más perfecta en las inflorescencias de las familias cercanas Boraginaceae y Hydrophyllaceae. En *Anchusa* y *Phacelia*, estas aparecen como frondas jóvenes, enrolladas en dirección contraria, hacia el vientre (fig. 38).



Figura 38. *Phacelia tanacetifolia*. Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

Es evidente que desarrollaron este rasgo de forma independiente de las frondas. Ambas plantas atraen insectos con abundante néctar, produciendo un promedio de 400 kg de miel por hectárea, siendo algunas de las hierbas más productivas de miel.

Por otro lado, en muchas plantas con hojas similares a las frondas, como el perejil, las hojas aún se despliegan y no pasan por el proceso de torsión.

Cabe señalar también que, en las palmas, a diferencia de las plantas cercanas como las aráceas, la familia o subfamilia de los plátanos Musáceas o Musoideas (incluyendo Musáceas, Strelitzias y Heliconias), y de las cícadas, que se asemejan a ellas (fig. 39), las hojas no están enrolladas, sino plegadas.



Figura 39. *Cycas revoluta*, corona de frondas jóvenes. Tel Aviv, Israel. F. d. a.

El mismo cambio ocurrió en algunos géneros de cícadas, como *Dioon*, *Macrozamia*, *Ceratozamia* y *Encephalartos*. A la luz de lo mencionado, resulta paradójico: en todas estas plantas, como en los helechos, la función de la hoja es doble.

La explicación se encuentra en la durabilidad de sus hojas. En la palma de Seychelles, viven cerca de veinte años; en la palmera datilera, alrededor de cuatro; y en las cícadas, aproximadamente siete años; mientras que, en el plátano, solo unos seis meses, como las hojas más pequeñas del fresno (Kozhevnikov, p. 106).

En *Cycas revoluta*, una planta puede desarrollar hasta tres coronas de hojas, excluyendo las más jóvenes, que aún no están en funcionamiento, y las más viejas, que cuelgan a lo largo del tronco. Así, la luz y el espacio

son capturados no con una sola hoja, sino con una corona de hojas. No es casualidad que el párrafo correspondiente en la enciclopedia “Vida de las plantas” se titule “La hoja y la corona” (Vida de las plantas, t. 4, p. 272).

En árboles ramificados o exógenos, las ramas captan el espacio y las hojas sirven principalmente para la fotosíntesis. En algunas especies de ficus, como *F. elástica* de la India y *F. rubiginosum* de Australia, los brotes son de gran tamaño y las hojas jóvenes están enrolladas (fig. 40).



Figura 40. Hoja juvenil de *Ficus elastica*. Rio de Yarkon cerca de Tel Aviv, Israel. F. d. a.

En muchas otras especies representativas del género, como el higuero (*F. Carica*), el sicomoro verdadero o higo moral (*F. Sicomorus*), el baniano (*F. Benghalensis*) y las “orejas de elefante” (*F. Roxburghii*), las hojas juveniles son muy pequeñas y están plegadas (fig. 41, 42).



Figura 41. El autor junto a un *Ficus Roxburghii*. Instituto Veterinario Kimron, Israel. Foto de Andrey Bolotinskiy.



Figura 42. Hojas juveniles del mismo árbol. F. d. a.

El enrollamiento de una mitad de la hoja con respecto a la otra; convoluto, es más común en las plantas florales mencionadas. El enrollamiento independiente de las partes; involuto, más cercano a las frondas, caracteriza a algunos grupos arcaicos. Entre las que se encuentran las dicotiledóneas, esto es común en los pimientos (*Piperaceae*) y nenúfares *sensu lato*^{17*} (fig. 43, 44).

En las especies de aráceas, cuya importancia para la reconstrucción será demostrada más adelante, el enrollamiento convoluto es más común (fig. 45).



Figura 43. Hojas enrolladas de *Piper Kelleyi*. Parque nacional Podocarpus, Provincia de Zamora, Ecuador. F. d. a.

*‘En el sentido amplio’; *sensu stricto*, ‘en el sentido restricto’.



Figura 44. Hojas enrolladas de loto sagrado (*Nelumbo nucifera*). Jardín botánico de Jerusalén, Israel. F. d. a.



Figura 45. La hoja enrollada de *Alocasia* sp. Criadero de las plantas ornamentales “Havaya ve Shtil” (“Experiencia y Plantón”), Rishon-le-Tzion, Israel. F. d. a.

Las excepciones son el género *Lagenandra* y la mayoría de los anturios “nidos de aves” (sección *Pachyneurium*, fig. 46, 47).



Figura 46. El autor al fondo de *Anthurium Dombeyanum*, siembra espontánea. Jardín botánico “Reinaldo Espinosa” de la UNL, Ecuador. Foto de Marcelo Gutiérrez.

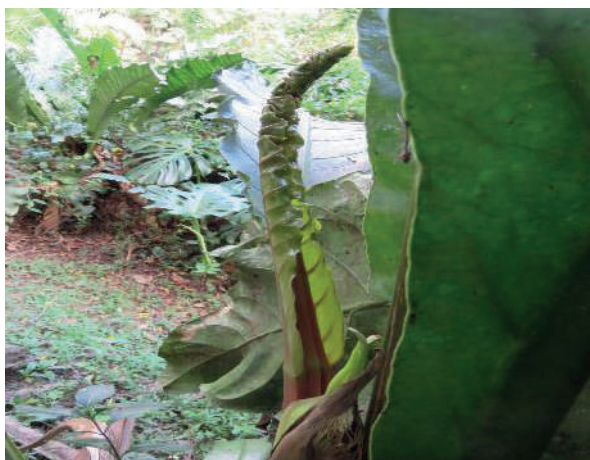


Figura 47. La misma especie, hoja involuta. Mismo Lugar. F. d. a.

Resulta extraño que los predecesores ignoraran las implicaciones de estas características, hasta que les dieron nombres.

Takhatajan, al discutir en detalle la forma de la hoja arcaica, no considera la posición previa a su apertura. Interpreta las hojas de magnolias como prototípicas, tanto más que “Los carpelos de estas angiospermas primitivas [...] recuerdan admirablemente a las hojas, colocadas en botón” (Taktajan 1964, p. 85), fig. 48.



Figura 48. *Magnolia grandiflora*, apertura de la hoja colocada. Universidad de Tel Aviv, Israel. F. d. a.

Pero las funciones aquí son diferentes: el carpelo protege las semillas, mientras que el plegado de la hoja vegetativa sirve para su compactación. Según Takhtajan y Doyle, las hojas prototípicas eran similares a las

de la magnolia: ovaladas con nervadura plumosa (Takhtajan, 1964, pp. 59-63; Doyle, 2012, p. 816), y, además, con elementos dicotómicos* (fig. 49)¹⁸:



Figura 49. Hoja de *Magnolia grandiflora*, elementos dicotómicos marcado en rojo. Yafo, Israel. F. d. a.

Como se puede observar, los nervios en las magnolias, excepto el central, son delgados y muy diferentes de los brotes de las frondas.

Comparando con las hojas de algunos representantes de aráceas, como *Alocasia*, *Xanthosoma*, *Montrichardia*, etc., aunque aquí falta la dicotomía, los nervios de segundo orden son fuertes y similares a los brotes de las frondas. Asimismo, los nervios de tercer orden forman figuras plumosas, similares a los folios de los helechos. En *Alocasia macrorrhizos*, estos nervios no alcanzan la película intermedia; esta, a su vez, son un poco más corta que los nervios de segundo orden. Este rasgo corresponde al último paso en la transformación de la fronda en hoja entera, mientras que en las magnolias el proceso está completo.

*El modo de ramificación más antiguo es cuando el brote (o nervio) deja de crecer y se divide habitualmente en dos partes iguales.

Por último, en la parte trasera de la hoja hay orejas a través de las cuales pasan nervios que también forman elementos plumosos (fig. 50).



Figura 50. Hoja aviejando de *Alocasia macrorrhizos*. Tel Aviv, Israel. F. d. a.

La nervadura aquí representa una especie de impresión de la fronda triple, típica de muchos helechos, — pero no sobre piedra, como les gusta a los paleobotánicos, sino sobre una hoja viva. Por esta razón, este “fósil viviente” ha pasado inadvertido.

La disposición interna de los nervios mayores de las orejas es una característica arcaica clara, heredada de los helechos, ya que el margen posterior de las orejas no está protegido, a diferencia de las plantas con orejas secundarias (es decir, bardana) y algunos representantes de aráceas, como *Anthurium cupulispatham* (fig. 51).



Figura 51. El autor junto a *Anthurium cupulispalum*, siembra espontánea. Jardín botánico Reinaldo Espinosa de la UNL, Ecuador. Foto de Marcelo Gutiérrez.

Otras especies del género, como *Anthurium andreanum*, presentan una nervadura reticulada más avanzada (fig. 52).

Al mismo tiempo, las inflorescencias de los anturios con espata abierta y flores bisexuales se encuentran entre las más primitivas de la familia. La complejidad de los rasgos vegetativos es evidencia adicional en contra del totalitarismo en la botánica.



Figura 52. *Anthurium Andreanum*, criadero de las plantas ornamentales “Giv’a Yaruka” (“Cerro Verde”), Holon, Israel. F. d. a.

En 2013, se describió un género con una especie fósil especializada de aráceas, *Spixiarum kipea*, en depósitos cretáceos de Brasil. Como mencionan los autores, es el primer hallazgo de restos vegetativos indiscutibles de aráceas (Coiffard et al.). Esto también se relaciona con las angiospermas más antiguas.

Las orejas aumentan la superficie de la hoja detrás de la fijación al pecíolo si la lámina forma un ángulo con él y la reducen si está en el mismo plano que el pecíolo. Así, una misma característica puede tener significados opuestos, dependiendo de las circunstancias. De ahí su reducción en jengibres, aráceas con hojas ovaladas como *Aglaonema*

y *Dieffenbachia*, y también en dicotiledóneas arbóreas. Sin embargo, los carpelos del representante más antiguo del orden *Magnoliales*, *Degeneria*, preservan orejas (cerca de la 1/5 de la longitud del fruto), a diferencia de las hojas vegetativas (fig. 53).



Figura 53. Rama de *Degeneria* sp. con frutos maduro e inmaduro, Orejas están de la izquierda. D. d. a.

La planta fue recolectada por el famoso botánico norteamericano Otto Degener y nombrada en su honor. Parece que el nombre está fallido, ya que podría interpretarse que la planta es degenerativa, cuando en realidad es primitiva. En mi opinión, un anagrama aquí sería preferible.

Por lo tanto, el prototipo de las angiospermas tenía hojas con orejas primitivas en ángulo con los pecíolos, lo que corresponde a una planta roseta (*endógena*) y no ramificada.

Las orejas primarias en dicotiledóneas se conservaron no solo en la fruta de *Degeneria*. Un ejemplo claro son las dicotiledóneas arcaicas, como los pimientos (*Piperaceae*), en cuyo orden, Carlos Linneo no sin

razón incluyó las aráceas^{19*} (Linneo, p. 28).

Aunque la hoja aquí es menos arcaica que la de *Alocasia*, los nervios son mucho más gruesos que en *Magnolia* y los elementos dicotómicos están más desarrollados (fig. 54).



Fig. 54. *Piper Kelleyi*. Parque nacional Podocarpus, Provincia de Zamora, Ecuador. F. d. a.

En las plantas florales más antiguas, los nervios de tercer orden, los últimos, estaban ubicados como en la *Alocasia*, pero eran menos frecuentes en otros como el *Piper*, lo que permitió su ramificación dicotómica, conocida en muchos helechos (fig. 55).

*La semejanza en las partes reproductivas, como los espádices y las bayas, probablemente se debe al paralelismo, que causa una morfología similar. Esto es especialmente evidente dado que en cada familia hay miembros cercanos que presentan tanto flores desarrolladas como frutas secas: por ejemplo, los jengibres en las monocotiledóneas y las aristoloquias, que son miembros del orden *Piperales*, de las dicotiledóneas⁹.



Figura 55. Nerviación de los folios en helecho *Blechnum stipitellatum*. Parque nacional Podocarpus, provincia de Loja, Ecuador. F. d. a.

Como se puede ver en la imagen, no todos los nervios de segundo orden son dicotómicos. Este fenómeno antiguo está desapareciendo. Sin embargo, debido a que la dicotomía es una ramificación uniforme, puede predominar en formas redondeadas de orígenes diferentes (fig. 56).

Por lo tanto, la nervadura dicotómica recibe preferencia en plantas arcaicas con simetría radial, como el jopozorro (*Ceratophyllum*) o, más comúnmente, en plantas con hojas redondeadas como nenúfares *sensu lato* (fig. 57).



Figura 56. Talo del musgo hepático *Riccia sp.* Instituto Agrario de Volcani, Israel. Suelo en invernadero. F. d. a.



Figura 57. Loto sagrado (*Nelumbo nucifera*) nerviación plumosa y dicotómica. Jardín botánico de Jerusalén, Israel. F. d. a.

La nervadura dicotómica también está presente en el lirio de agua (*Nymphoides*), cuya similitud con el nenúfar (*Nymphaea*) es convergente; es representante de la familia *Menyanthaceae*, cercana a la progresiva familia de gencianas, en el orden de la subclase progresiva *Asterida* (fig. 58).

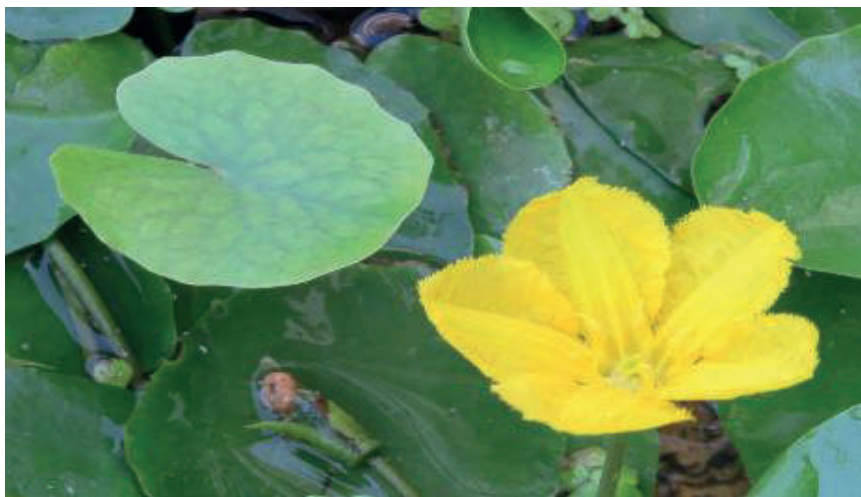


Figura 58. Lirio de agua (*Nymphoides peltatus*). Estanque ornamental en Tel Aviv, Israel. F. d. a.

Las nervaduras dicotómicas también se encuentran en representantes progresivos de las dicotiledóneas: en el ombligo, cercano a plantas de bruja (*Bryophyllum* o *Kalanchoe*), de la familia *Crassulaceae* (fig. 59), y en la bardana, una maleza común en Europa, representativa de la familia *Compositae*, que es la más numerosa y avanzada de las dicotiledóneas (fig. 60).



Figura 59. Ombligo intermedio (*Umbilicus intermedius*). Parque nacional Poleg, Israel. F. d. a.



Figura 60. Nerviación dicotómica en bardana (*Arctium* sp). Región de Ulyanovsk, Rusia. F. d. a.

A diferencia de las dicotiledóneas, en las monocotiledóneas que he encontrado, la nervadura dicotómica en las hojas vegetativas está ausente. Así, los representantes de la subclase *Alismatida*, tan similares a los nenúfares, carecen de esta característica (fig. 61, 62).

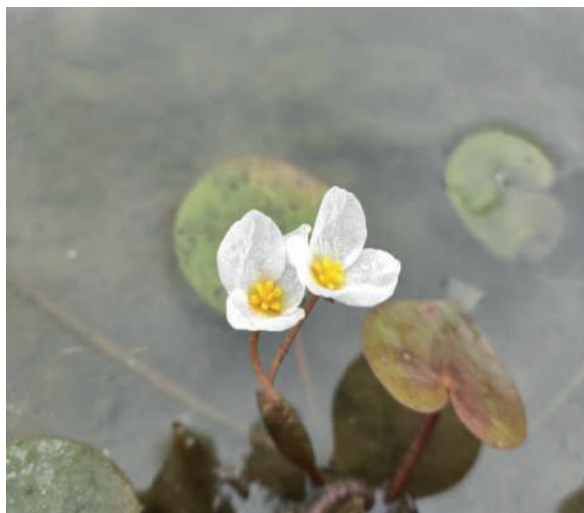


Figura 61. *Hydrocharis morsus-ranae*, vista común. Región de Odessa, Ucrania, río Dniéster. Foto de Julia Ternovaya.

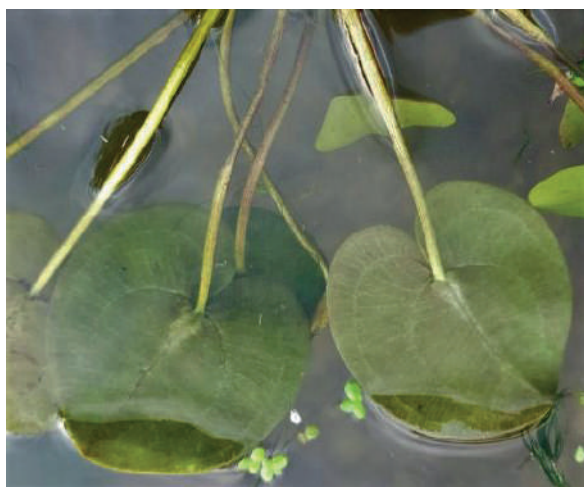


Figura 62. *Hydrocharis morsus-ranae*. Nerviación de las hojas, vista de abajo. Mismo lugar. Foto de Julia Ternovaya.

De aquí concluí que esta es la única característica evidente en contra de la afinidad entre los dos grupos mencionados. Pero más tarde descubrí que en *Peperomia polybotrya* con hoja redonda y nervadura arqueada, como en *Hydrocharis*, la dicotomía tampoco está presente (fig. 63), mientras que, en sus parientes, los pimientos (género *Piper*), está bien desarrollada (fig. 54).



Figura 63. *Peperomia polybotrya*, finca de las plantas ornamentales “Giv’a Yaruka” (“Cerro Verde”), Holon, Israel. F. d. a.

Normalmente, los nervios llegan al borde de la hoja, pero en este caso casi siguen su forma. Son más similares a las líneas de crecimiento en las conchas de bivalvos. Sin embargo, no hubo bordes anteriores de la hoja, ni se multiplican con su crecimiento.

¿Cómo pudo la hoja dictar su forma a los nervios, especialmente en casos tan raros? Probablemente, a través de la compresión inicial. Es decir, la hoja de sus ancestros era lanceolada y estrecha. Esto explica la

desaparición de los nervios dicotómicos y plumosos, alejados de la base.

Posteriormente, las hojas se volvieron redondeadas, como en *Peperomia polybotrya* para capturar más luz y en *Hydrocharis* para flotar. Es decir, estas hojas surgieron de forma independiente de las hojas con perfiles similares en los pimientos y los nenúfares.

Una evidencia a favor de esta hipótesis es la reducción de los nervios mayores en *Hydrocharis* a solo tres pares arqueados con un nervio central (fig. 62), y la forma de las hojas flotantes en algunos representantes de la familia más arcaica del mismo orden, llantenos de agua (*Alismataceae*, fig. 64):



Figura 64. Forma acuática del *Damasonium alisma*. Charco del invierno en Holon, Israel. F. d. a.

La nervadura dicotómica de las monocotiledóneas se encontraba en el perianto, especialmente cuando sus miembros son anchos (fig. 65, 66).

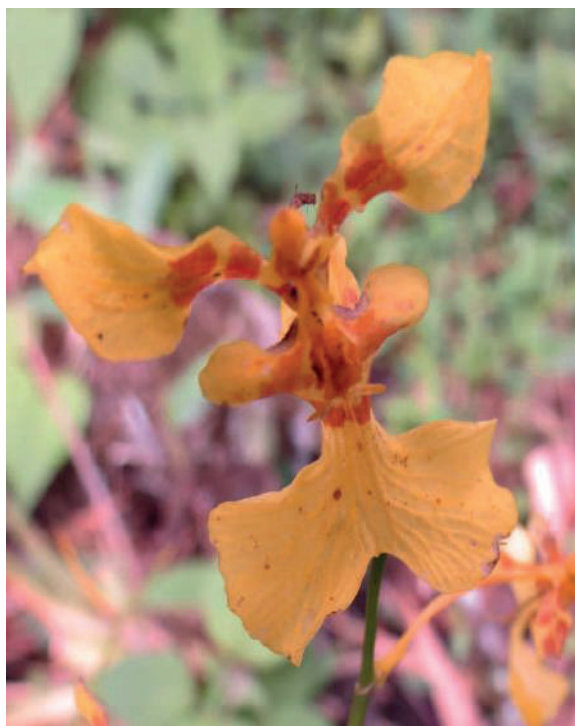


Figura 65. *Oncidium tipuloides*, flor envejeciendo. Mindo, Ecuador. F. d. a.



Figura 66. *Iris Sibirica*, región de Kiev, Ucrania. F. d. a.

La ramificación dicotómica de los vasos también se observa en los carpelos más arcaicos de las palmas (Imkhanitskaya, p. 60).

La aparición de la hoja ancha a partir de la fronda probablemente fue una adaptación a la deficiencia de luz. Esto también se aplica a las hojas de los helechos, que se desarrollaron a partir de ramas aplanadas.

El número de plantas altas que cedieron sus hojas, cuando la iluminación es buena, se aplica no solo a las plantas xerófitas, que crecen en condiciones de escasez de agua, como los cactus, sino también a la cola de caballo, papiro, “tres espigas”, etc. (fig. 67, 68)



Figura 67. Papiro (*Cyperus papyrus*). Parque nacional Agamon Khula, Israel. F. d. a.

Por otro lado, muchos helechos toleran bien la sombra, habitando en entradas de cuevas, grutas, etc. Un caso peculiar está ilustrado en la fig. 69.



Figura 68. “Tres espigas” (*Baccharis trimera*). Parque nacional Podocarpus, Provincia de Loja, Ecuador. F. d. a.



Figura 69. Helecho *Dryopteris sp.* adulto con su vástago abundante debajo de lámpara fluorescente en tonel de la lava. Isla de Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. F. d. a.

Parece que las hojas anchas de los árboles sirven no solo para lidiar con la deficiencia de luz, sino también para crear sombra para los competidores. En particular, esto se aplica a las palmas de abanico, que crecen en lugares bien iluminados. Entre ellas, *Corypha umbraculifera*, que merece el título de “reina de la sombra”.

Supongo que se puede juzgar la fisonomía del prototipo por algunas características de la flor. Por ejemplo, cuando los estambres están por debajo de los carpelos, sugiere que la polinización primaria era aérea y que el polen es más pesado que el aire.

Takhtajan escribe: “Sin duda, Parkin tenía razón (!), al considerar que esta ubicación recíproca de micro- y megasporofilos hace menos probable la autofecundación. Si las posiciones fueran opuestas, las microsporas podrían caer sobre los óvulos, situados abajo. Pero la disposición de ambos tipos de esporofilos era importante no solo para disminuir la posibilidad de autofecundación, sino también para establecer la entomofilia, ya que, de lo contrario, el insecto que busca solo microsporas no contactaría con los óvulos situados abajo” (Takhtajan, 1964, pp. 65-66).

Los autores explican la ubicación singular de las partes florales por su función actual, tratando de disimular la paradoja. Sin embargo, esto plantea contradicciones más serias.

En el caso de la polinización aérea, la posición baja de los estambres prevendría no solo la autofecundación, sino también la fecundación efectiva en general.

La mayoría de los científicos, incluido Takhtajan, consideran que el folículo apareció para proteger los óvulos, que pueden atraer insectos,

al igual que el propio polen^{20*}. Incluso hoy, los insectos consumen tanto óvulos como semillas maduras.

Es posible que los óvulos escondidos sean menos atractivos que el polen. Según la versión de Takhtajan, el insecto debe descender a los estambres, reptar hacia los pistilos y realizar la autofecundación que Parkin quería evitar.

La evidencia contra las hipótesis de Parkin y Takhtajan es la morfología de las inflorescencias con polinización tanto aérea como biótica, donde la parte masculina está sobre la parte femenina. De las plantas anemófilas se pueden mencionar el maíz y la totora (fig. 70).



Figura 70. Totora (*Typha angustifolia*). Estanque ornamental en Tel Aviv, Israel. F. d. a.

En el caso de polinización biótica, los plátanos tienen flores femeninas en la base y masculinas en la cima de la inflorescencia. De manera similar, en las aráceas progresivas con flores unisexuales, las flores femeninas están abajo y las masculinas arriba (fig. 71).

*Las flores más antiguas proponen su polen para polinizadores arcaicos, como escarabajos, y usualmente no contienen néctar.



Figura 71. *Arum Palaestinum*, inflorescencia con espata descubierta. Entre las verjas de estamíneas estériles alargadas se sitúa una zona masculina; abajo está la femenina. Jardín botánico privado de Kibutz Netiv HaLamed-Heh, Israel. F. d. a.

Supongo que la distribución de las partes en la flor normal refleja la adaptación de sus lejanos ancestros con semillas costosas. En primer lugar, la formación de una semilla cuesta más que un grano de polen, aunque la proporción puede corregirse aumentando el número de células masculinas. A pesar de ello, parece que la regla común para plantas y animales es un exceso de producto final en las hembras en comparación con los machos.

El proceso más costoso se encuentra en las plantas con semillas muy antiguas, como *Cycadoidea*, donde la planta madre provee nutrientes abundantes para todas las semillas, independientemente de su

fecundación (Vida de las plantas vol. 4, p. 284). En cambio, en plantas avanzadas, el alimento de la semilla está conectado con su desarrollo. En cualquier caso, los jardineros japoneses cortan las frutas inmaduras si no tienen valor, para evitar agotar a la planta madre (Randhava, p. 95).

En su juventud, la planta arcaica bisexual desarrolla los órganos masculinos, y luego, al fortalecerse, pasa a la etapa femenina. Este fenómeno también se observa en algunos animales, como el camarón herbáceo (*Pandalus latirostris*) del Lejano Oriente o el pez *Amphiprion*, conocido por los nombres en inglés “clownfish” o “anemonefish”.

Posteriormente, cuando el suministro de semillas fue menos costoso, las partes masculinas y femeninas se acercaron y eventualmente aparecieron órganos comunes. Pero si el ancestro de la planta fuera un árbol exógeno, tendría de preferencia órganos masculinos en las ramas altas y órganos femeninos en las ramas bajas, lo que resultaría en una distribución opuesta de los órganos en una flor. Esto es una evidencia adicional de que el prototipo era un árbol endógeno y no ramificado.

Como se mencionó anteriormente, la posición baja de los estambres afecta la fecundación aérea. Una solución fue acercar las agrupaciones sexuales en los ancestros de las plantas florales y en una clase fósil de gimnospermas, *Bennettitales*. Las representantes modernas de la clase de cícadas (*Cycadoidea*) pasaron a la separación sexual. Sin embargo, en la ciudad norteña de Israel, Nahariya, encontré una población hermafrodita de plantas ornamentales, *Cycas revoluta*. Como puede ver el lector, la corona de megasporofilos jóvenes empuja la parte masculina vieja, que no puede descender, porque los microsporofilos están reunidos en un amento (estróbilo) separado del tronco (fig.72).



Figura 72. Órganos femeninos y masculinos en espécimen hermafrodita de *Cycas revoluta*. Nahariya, Israel. F. d. a.

La mayoría de las monocotiledóneas y dicotiledóneas más arcaicas poseen flores trimembres (Takhtajan, 2009, p.7, 589). Al mismo tiempo, el número de miembros en las dicotiledóneas más antiguas, como en la *Magnolia*, es excesivamente grande, llegando a cientos. En este caso, la simetría para atraer a un polinizador no es tan clara. Parece que esto refleja una característica vegetativa del ancestro lejano de las angiospermas.

El número tres es el mínimo necesario para mantener la simetría radial. La reducción limitada de la corona se explica por condiciones adversas, es decir, deficiencia de luz, que pudo afectar el crecimiento de la planta. Esto se puede comparar con la *Cycadoidea*, que tiene una corona de cientos de miembros y crece con luz completa.

Basándose en esta conclusión, el autor observa que los catafilos, las hojas modificadas que cubren las hojas jóvenes en *Philodendron* y *Anthurium*, tienen dos nervios gruesos, claramente distintos de los demás. Por lo tanto, el órgano surgió de dos hojas fusionadas, que en la planta prototípica formaron una sola corona con la hoja desarrollada en las aráceas (fig. 73, 74).



Figura 73. Catafilo de *Philodendron alliodorum*. Mindo, Ecuador. F. d. a.



Figura 74. Catafilo del garra de león (*Ph. bipinnatifidum*). Tel Aviv, Israel. F. d. a.

Así, la fisonomía prototípica de las angiospermas se encuentra en muchos representantes de la familia *Araceae*, cuyos derivados son plantas parecidas a las palmas y que conservan algunas otras características arcaicas.

En 1987, Grayum propuso excluir el género *Acorus* de las *Araceae*. Parece que el argumento principal es la ausencia de rafidios, espinas microscópicas compuestas de oxalato de calcio, que sirven para defenderse de los herbívoros.

Lamentablemente, Grayum menciona otras características singulares de *Acorus*, independientemente de su importancia. Por ejemplo, las hojas de *Acorus* son parecidas a una espada, como en *Iris* o *Tigridia*.

No obstante, esa forma está muy simplificada, mientras que la familia tiene las hojas más variables entre las monocotiledóneas.

Se puede estar de acuerdo en que, si una especie careciera de rafidios, pero se asemejara más a un representante típico de la familia, es decir, con hojas sagitadas o cordadas y con una espata desarrollada, separarla de las *Araceae* sería más difícil.

Es una pena también que, a pesar de tal minuciosidad, los botánicos que aceptaron la propuesta de Grayum negaron el criterio, incluyendo las lentejas de agua, que carecen de distinción entre hojas y tallos (fig.75), basándose solo en criterios genéticos y moleculares.



Figura 75. *Acorus calamus* y lentejas de agua (*Lemna sp.*). F. d. a.

El mismo suceso puede aplicarse a un bote a la familia de los cercados. Entre los muchos hechos que cita Grayum, se encuentran algunos valiosos. Por ejemplo, el aroma característico de la planta es causado

por células peculiares que también se encuentran en los jengibres y en dicotiledóneas arcaicas, como el pimienta o el laurel (Grayum, p. 724). En el artículo, el autor también menciona un estudio de Buell (1938) que señala que el endospermo (la sustancia nutritiva en las semillas) se desarrolla como en las dicotiledóneas (Grayum, p. 725). Grayum considera todos estos hechos como evidencia en contra de que *Acorus* pertenezca a *Araceae*. Sin embargo, menciona que hay decenas de características que se encuentran solo en los dos grupos mencionados.

Así, a pesar de su apariencia atípica, *Acorus* ocupa una posición clave entre las angiospermas más antiguas. En su último trabajo, Takhtajan propuso incluirlo en el orden *Arales*, junto con *Araceae* y *Lemnaceae* (lentejas de agua) (Takhtajan 2009, pp. 617-618), pero la mayoría de los botánicos prefiere la versión de APG, que sitúa a *Acorus* en un orden aislado (Bremer Birgitta et al, p. 107)⁸.

Los representantes arbóreos de los jengibres, que pertenecen a la superfamilia de los plátanos (*Musoidea*), pasaron de la sombra a lugares iluminados y abiertos. Sus hojas tienen la forma de un óvalo alargado. Con una leve brisa, las olas se desplazan a lo largo de la hoja. Sus nervios delgados no pueden resistir la ondulación, pero son lo suficientemente rígidos como para funcionar como pequeñas palancas que dividen la lámina en segmentos (fig. 76).

Las olas aparecen para ofrecer resistencia a las partes de la hoja que no están expuestas al viento. Además, estas olas luchan contra el viento: cuando entra en los espacios internos, el cambio de dirección disminuye su velocidad y fuerza. Si bien la *Musoidea* no lograba utilizar las olas para defender sus hojas, esta estrategia fue adoptada por otras plantas cuyas hojas son relativamente grandes, con márgenes estáticamente ondulados que actúan como rompevientos (fig. 46, 77).



Figura 76. La ondulación y ruptura de hojas de plátano (*Musa × Parasidiaca*).
Yafo, Israel. F. d. a.



Figura 77. Verbascum ondoso (*Verbascum sinuatum*). Instituto Agrario de
Volcani, Israel. F. d. a.

En algunas plantas las hojas pueden aumentar la ondulación con la fuerza de la corriente de aire (fig. 78, 79).



Figura 78. Cala de Etiopia (*Zantedeschia Aethiopica*) en un interior protegido del viento. Instituto agrario de Volcani, Israel. F. d. a.



Figura 79. La misma especie con hojas onduladas. Patio en lugar abierto, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. F. d. a.

Las crestas pueden volverse agudas y más duras, convirtiéndose en espinas que defienden las hojas no solo del viento, sino también de los herbívoros (fig. 80).



Figura 80. Cardo mariano (*Silybum Marianum*). Tel -Aviv, Israel. F. d. a.

Las partes medias de la hoja de plátano, debido a la debilidad de los nervios, cuelgan como un techo (fig. 76). En especies de *Strelitzia* y *Heliconia*, estas partes se levantan, como las bordas de un barco (fig. 81).



Figura 81. *Strelitzia Nicolai*. Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

En cualquier caso, en el mediodía tropical los rayos no caen verticalmente sobre la hoja, lo que disminuye su impacto. Cuando la irrigación no es suficiente, las hojas de *Strelitzia reginae* están casi cerradas y en el plátano cuelgan hacia abajo, reduciendo la iluminación al mínimo.

La copa en abanico de las *Strelitziae*, especialmente de *Ravenala*, donde las hojas se dan sombra entre sí, contribuye a la protección contra el sol (fig. 82)



Figura 82. *Ravenala Madagascariensis*. Malecón de Guayaquil, Ecuador. F. d. a.

Por otro lado, en la especie herbácea *Strelitzia juncea*, con hojas similares a gramíneas, la defensa contra el exceso de luz es menos vistosa pero más efectiva. La paradoja es evidente: las plantas que crecen bajo la luz intensa no son necesariamente fotófilas. Probablemente fueron desplazadas por competidores que toleran la sombra.

Las palmas superaron esta dualidad. Sus hojas son más rígidas que las de Musoidea. Experimentaron una revolución similar a la que tuvieron las *Cycadoidea* hace cientos de millones de años, cuando pasaron de la oscuridad del antiguo bosque hacia su cima.

En *Manicaria*, las hojas pueden alcanzar hasta 8 metros de largo y se rompen por el viento. En la mayoría de las palmas, los segmentos de las hojas se separan durante su desarrollo, lo que les da una forma más correcta.

Aun en *Araceae* y *Musoidea* las hojas son bastante grandes, llegando a 3 metros en *Ravenala* y 3.7 metros en *Alocasia robusta*, etc. En las palmas, este proceso alcanza su apogeo: las hojas en abanico de *Corypha umbraculifera* alcanzan 6 metros de diámetro y las hojas plumosas de *Raphia regalis* hasta 3 metros de ancho y 25 metros de largo.

Aunque algunas dicotiledóneas, como *Ficus pseudopalma* o *Cocoloba grandifolia* con hojas de 2 metros, descubierta en 2019 en Brasil (Melo et al.) presentan crecimiento exógeno, probablemente adaptándose a la competencia con árboles endógenos más comunes. La mayoría de las especies de los géneros mencionados son árboles endógenos, a veces de gran tamaño.

La familia de las palmas es una de las más grandes y no presenta excepciones. Incluso las aparentes excepciones confirman la regla. Durante mi estancia en Israel, tuve experiencias con palmas, siendo las

más comunes la datilera verdadera (*Phoenix dactylifera*), *Washingtonia* con dos especies muy cercanas (*W. filifera* y *W. robusta*), y la más rara datilera de Canarias (*P. canariensis*).

Esta referencia es importante porque estas palmas crecen a menudo en plantaciones antiguas con cuidados insuficientes. Además, se reproducen de manera espontánea, especialmente la *Washingtonia*, cuyas numerosas frutas son distribuidas por aves y mamíferos y sus semillas pequeñas y oscuras (aproximadamente de 3×4 mm) pueden esconderse de la vista humana en suelos o en grietas sobre superficies firmes (fig. 83).



Figura 83. *Washingtonia* sp. Vástago de raíces, quebrando una placa de concreto. Costa del río Yaron. Tel-Aviv, Israel. F. d. a.

En las datileras verdaderas, en condiciones desfavorables, a veces aparecen brotes laterales (fig. 84).



Figura 84. Ramificación patológica de datilera verdadera (*Phoenix dactylifera*). Tel Aviv, Israel. F. d. a.

A pesar de una búsqueda minuciosa que duró cerca de cuatro meses, el autor solo encontró decenas de especímenes por cada mil. De hecho, he visto grupos de numerosas palmas. En cualquier caso, su proporción es de solo unos pocos porcentajes del total.

Es más común ver vástagos que brotan de la raíz o de la base del tronco, que a veces crecen como árboles delgados (fig. 85).



Figura 85. Datileras verdaderas (*Phoenix dactylifera*) con muchos troncos. Eilat, Israel. F. d. a.

Asimismo, las datileras se reproducen en la agricultura, lo que promueve un crecimiento rápido y una proporción deseada entre plantas femeninas y masculinas. Para despertar los brotes basales, se colocan bolsas con suelo húmedo en la base del tronco.

Las excepciones son las palmas con tronco ramificado, por ejemplo, la palma dum (fig. 86).



Figura 86. La palma dum (*Hyphaene Thebaica*). Eilat, Israel. F. d. a.

En esta palma las ramas no se originan de brotes laterales. Durante el crecimiento, los brotes de las cimas se dividen en dos, dando lugar a una ramificación dicotómica.

Parece que la forma de los árboles endógenos ha permitido el florecimiento de grupos durante cientos de millones de años en helechos arbóreos, *Cycadoidea*, *Bennettitales* y, posteriormente, en angiospermas arcaicas. El auge de las dicotiledóneas arbóreas, que probablemente surgieron bajo la sombra de sus ancestros, dio lugar a la competencia entre ellas y las plantas palmiformes. Para estas últimas, la forma más sencilla era aumentar el tamaño de las hojas, mientras que la ramificación podría afectar el mecanismo de crecimiento dirigido a la supresión de los brotes laterales. Conflictos similares se presentan entre los helechos arbóreos y las gimnospermas endógenas por un lado y los licopodios arbóreos, las gimnospermas y angiospermas exógenas, por otro lado.

A pesar de su desarrollo rápido, las coronas de las hojas gozan de menos ventajas que las coronas de las ramas tanto en duración de vida como en límite de crecimiento, especialmente porque la rama puede producir otras ramas con muchas hojas. Aquí, la pérdida de una hoja afecta menos a la copa del árbol exógeno que a la de un árbol endógeno.

Esta circunstancia explica por qué los árboles endógenos, a diferencia de sus progenitores exógenos, no son caducifolios, incluso en los trópicos estacionales y han desaparecido en regiones de clima moderado. Sin embargo, algunas palmas pueden soportar heladas breves (las datileras hasta menos 10° C, y la palma puercoespín, *Rhapidophyllum hystrix*, hasta menos 20° C).

En un lugar del Instituto Agrario Volcani, plantaron árboles exógenos de *Albizia lebbbeck* alternando con palmas triédricas de Madagascar, *Neodypsis decaryi*. Probablemente, al principio, las plantas no interferían entre sí, pero después las albizias comenzaron a dar sombra a las palmas, cuya reacción fue muy evidente (fig. 87).



Figura 87. Estado inicial de competición entre *Albizia Lebeck* y *Neodypsis Decaryi*. Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

He observado la ramificación en otros árboles endógenos. Durante numerosas caminatas, no encontré helechos arbóreos ramificados. Los habitantes a quienes pregunté tampoco recordaron haberlos visto. También encontré helechos que habían muerto después de quedar “descabezados”.

Finalmente, después de haber observado cerca de cinco mil ejemplares, me sorprendí con una excepción (fig. 88).



Figura 88. Helecho arbóreo *Cyathea* sp. ramificado. San José de Minas Zona Palmeral, Ecuador. F. d. a.

Entonces, aquí, como en el caso de *Cycas* hermafrodita, se trata de un atavismo, la expresión de rasgos ancestrales. Por lo general, la falta de ramas en los helechos arbóreos es secundaria y les permite competir con los actuales dueños del bosque.

A diferencia de ellos, *Cycas revoluta*, una planta ornamental común en países cálidos es extremadamente propensa a despertar numerosos brotes laterales en condiciones desfavorables. Descubrí que representan alrededor del diez por ciento del total (fig. 89).



Figura 89. Ramificación patológica de *Cycas revoluta*. Tel Aviv, Israel. F. d. a.

Musoidea forma abundantes vástagos de raíces (ver fig. 81). No observé brotes laterales en el tronco (o en el pedúnculo en plátanos o heliconias). Tampoco encontré referencias a este fenómeno en la literatura. Sin embargo, la ramificación en las palmas y en los jengibres herbáceos, especialmente en las marantas, donde es regular, indica claramente que los brotes laterales también despertaron en los ancestros de *Musoidea*.

Un caso peculiar dentro de los árboles endógenos es el género *Pandanus*. En contraste con sus familiares más cercanos de la familia *Sararanga*, que tiene forma de palma, pero con hojas lineares, y *Freyssinetia*, una liana arbórea, los pandanos se ramifican. En algunas especies, la corona densa surge de la ramificación dicotómica (fig. 90).



Figura 90. *Pandanus furcatus* (?)^{21*}. Instituto Weizmann de Ciencias, Rehovot, Israel. F. d. a.

*La definición es aproximada. El género *Pandanus* es uno de los más grandes, contiene cerca de mil especies. Los jardineros identificaron ambas plantas, que yo fotografié, y que pertenecen, probablemente a especies distintas, como la especie más común *P. utilis*.

En otras especies las ramas laterales forman una corona piramidal (fig. 91).



Figura 91. Un individuo grande de *Pandanus utilis* (?). Tel Aviv, Israel. F. d. a.

La fascinación por las magnolias le impidió a Takhtajan apreciar estas peculiaridades: “Dado que las monocotiledóneas aparentemente descendieron de hierbas acuáticas-palustres similares a las de *Nymphaeales*, los tipos primarios también eran hierbas, como las *Alismatales* modernas. Las monocotiledóneas arboriformes, como las palmas, pandanos y dracenas, sin duda son secundarias y evolucionaron a partir de ancestros herbáceos” (Takhtajan, 1964, p. 29).

Mientras tanto, las palmas poseen varias características antiguas. Por ejemplo, la estructura de los carpelos en los representantes más primitivos de las palmas y de los pandanos (Vida de las plantas, t. 6, pp. 418-419, 458); el polen de la palma de manglares tiene la misma forma que el de las dicotiledóneas más arcaicas (Imkhanitskaya, p. 60). Los principales polinizadores de las palmas entomófilas, como en las magnolias y en las aráceas, son escarabajos. Además, en las flores femeninas de la palma tagua (*Phytelephas sp.*) el número de sépalos y pétalos no es de tres, como en otras monocotiledóneas, sino de siete (Imkhanitskaya, p. 179-181). Otras características de las palmas incluyen el desarrollo lento del árbol y de la semilla, así como el tamaño grande de esta última^{22*}.

Takhtajan escribe: “Un paso considerable en la evolución adaptativa de los helechos fue el cambio de los esporangios de una posición marginal a una superficial (laminar). Este proceso tuvo lugar de forma independiente en diferentes líneas de evolución. En todos los casos, los esporangios se desplazaron a la parte baja o ventral de la lámina de la hoja. Es evidente que en la parte ventral están mejor protegidos de cualquier influencia desfavorable del entorno y están en mejores condiciones para la dispersión de las esporas maduras. Además, si los esporangios estuvieran en la parte superior o dorsal de la lámina, ocuparían una parte de la superficie fotosintética más activa. Por lo tanto, no es sorprendente que, en todos los casos de ubicación superficial de los esporangios, estos ocupen la parte baja de la lámina” (Vida de las plantas, t. 4, p. 154).

*Esta característica está aumentada en las palmas de coco y de Seychelles como adaptación para distribuirse con las aguas del océano. Sin embargo, mientras la primera palma tiene una amplia distribución en islas tropicales, la segunda es endémica de dos islas. A pesar de esto, sus “nueces” viajan miles de kilómetros, alcanzando las costas de Kalimantan, Maldivas y Sumatra, y preservando un jugo fresco que fue apreciado en la Edad Media como un antídoto universal (Imkhanitskaya, p. 124). Es probable que en el pasado, antes de la aparición de las islas mencionadas, existiera un archipiélago que luego se sumergió. Durante este período, la selección natural favoreció a las semillas con viabilidad rápida y fijación en el suelo, adaptándose a la “navegación de cabotaje.

Una excepción maravillosa son las plantas de las que deriva la palabra “floreCIMIENTO”. Takhtajan no eludió este caso, pero su descripción más bien oscurece que explica esta peculiaridad: “En su morfología, los carpelos, así como la flor en general, presentan ciertos rasgos “infantiles”. Aparecen como una hoja no desplegada dentro de un botón, es decir, la disposición del carpelo corresponde a la disposición de las hojas en los botones... Este carácter “infantil” de los carpelos está relacionado, en mi opinión, con el origen neoténico de las angiospermas. Es natural que, en el megasporofilo en estado de disposición permanente, los óvulos pasen de una posición marginal a su lado interno, donde están mucho mejor protegidos tanto de insectos polinizadores como de cualquier influencia desfavorable del entorno” (Vida de las plantas, t. 4, p. 83-84).

Neotenia es la capacidad de reproducirse en estado larval. Aunque el ejemplo más famoso es el ajolote, la larva de la salamandra mexicana (fig. 92), es más común en el mundo de las plantas. Todas las angiospermas herbáceas son derivadas de formas neoténicas de árboles.



Figura 92. Ajolotes, larvas neoténicas de *Ambystoma Mexicanum*. Acuario Tropical Blue, Loja, Ecuador. F. d. a.

No parece que esta sea la verdadera explicación del fenómeno mencionado: en realidad, si los carpelos no se desplegaron en las magnolias debido a la neotenia, ¿por qué esta no afectó de la misma manera las hojas masculinas ni las hojas vegetativas de las magnolias, en contraste con *Acorus*, *Iris*, *Tigridia*, etc.?

Probablemente el carpelo se cerró porque las esporas necesitaban protección, y no al revés. Así, en contraste con los helechos normales, las esporas de los ancestros de las angiospermas pasaron a la parte dorsal del esporofilo abierto.

Existe otra posibilidad: los carpelos podrían haber sido hojas vegetativas que guardaban las espigas. Así es la teoría del paleobotánico Xin Wang. Él propone corregir la noción del carpelo: “En la ciencia, que se enorgullece de la precisión del lenguaje, toda confusión en los términos es vergonzosa” (Xin Wang, p. 181). Estoy de acuerdo en que el uso incorrecto de palabras puede no solo avergonzar, sino también confundir⁵. Pero aquí Xin Wang no se opone al término “carpelo”, que en cualquier caso forma el fruto (“καρπός” en griego), sino a su origen. Parece que el autor confunde la terminología con la concepción.

Los hechos que usa Xin Wang se pueden dividir en dos grupos. El primero incluye plantas avanzadas con gineceo lisicárpico², como en representantes del orden de los claveles (*Caryophyllales*): amaranto (*Amaranthaceae*), cactus (*Cactaceae*), verdolaga (*Portulacaceae*); también en familias de nogales (*Juglandaceae*) y primulas (*Primulaceae*), donde la separación de la placenta con semillas del carpelo está muy marcada, aunque puede ser secundaria. El autor reconoce incluso que esta familia representa solo el 11% de las angiospermas (Xin Wang, p. 164), pero se abstiene de discutir el 89% restante. En cambio, afirma

de manera categórica: “El carpelo es un órgano foliar que encierra la placenta. No sostiene los óvulos” (Xin Wang, p. 169).

El otro argumento, que parece más consistente, es el desarrollo separado de los vasos en la placenta y el carpelo de la familia de los ranúnculos, con carpelos libres (Xin Wang, p. 164).

La conclusión de Xin Wang, de que las angiospermas evolucionaron a partir de un grupo especializado como los cordaitos, árboles exógenos con hojas simplificadas y órganos sexuales separados, ancestros directos de ambos grupos de “coníferas”, parece ser un juego teórico, aunque no se cuestiona su conocimiento de los hechos.

Sin embargo, es importante señalar que no solo los *Cordaitales*, sino también los *Bennettitales*, que tenían órganos generativos muy similares a las flores, poseían escamas casi cerradas que protegían placentas con semillas desarrolladas de forma independiente (Vida de las plantas, t. 4, p. 496).

Si la similitud no es evidencia de afinidad, entonces el carpelo de las angiospermas podría haberse desarrollado de la misma manera.

Aquí es importante recordar que la evolución avanza en direcciones opuestas. Presento dos plantas modernas que pueden demostrar los procesos de aparición del carpelo. Una, que ilustra la idea de la fusión de la placenta con una hoja estéril, es *Spathicarpa* de Araceae, en la que el espádice se fusiona con la espata (fig. 93).

El desarrollo opuesto tiene lugar en el helecho “lengua de serpiente” (*Ophioglossum*), cuya hoja, al dividirse en una parte vegetativa y una espiga reproductiva, recuerda a muchas inflorescencias de aráceas (fig. 94).



Figura 93. *Spathicarpa hastifolia*. Jardín botánico N. V. Tsitsin, Moscú, Rusia. Foto de Dimitri Longinov.

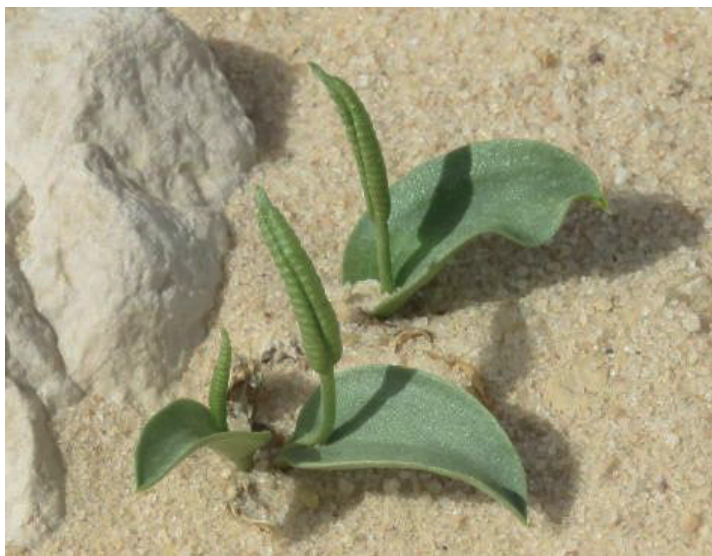


Figura 94. Helecho lengua de serpiente (*Ophioglossum polyphyllum*). Desierto de Arava. F. d. a.

Dado que la separación de la placenta en las angiospermas es más pronunciada en formas progresivas con gineceo coenocárpico², y casi imperceptible en las *Ranunculaceae* más arcaicas, el proceso apunta hacia la diferenciación de las partes, no hacia la fusión.

Aunque esta versión no parece consistente, permite revelar un aspecto de la paradoja: tanto la fusión de la placenta con el carpelo (según Xin Wang) como el paso de los esporangios a la parte dorsal de la hoja son características progresivas. Por otro lado, la fisionomía del carpelo es más arcaica que las escamas de los benetiales (que tienen órganos vegetativos, es decir, frondas mucho más primitivas que las plantas florales). En *Degeneria*, el carpelo ha conservado orejas (fig. 53); en ella y en muchas otras angiospermas arcaicas — dicotiledóneas y palmas — el carpelo tiene su pecíolo.

Veo la misma causa de esta paradoja y de otras características mencionadas anteriormente: la vida bajo el pabellón del bosque, donde no solo faltaba la luz, sino también el viento. Los megasporofilos, más exactamente hojas de semillas, espermosofilos, probablemente, están situados sobre pecíolos de diferentes tamaños, que aumentaría la superficie total. Ellos atrapaban y acumulaban el polen entre sí, lo que a su vez atrae a los insectos. A diferencia de los polinizadores modernos, estos llegaban al polen que ya había alcanzado su destino. Sin embargo, estos insectos llevaban el polen mucho más lejos que las corrientes de aire débiles, proporcionando una mayor variedad genética.

Por otro lado, muchas angiospermas en lugares abiertos han pasado a la polinización secundaria con el viento. Aquí se incluyen subclases enteras, como *Hamamelididae* (roble, aliso, etc.), familias como las gramíneas, careces, totoras y grupos grandes como muchas palmas y los parientes de las artemisias de la familia *Compositae*.

Darwin no ocultó su sorpresa: “Dado que una gran cantidad de polen es desperdiciado por las plantas polinizadas por el viento, es sorprendente que haya tantas especies vigorosas de esa variedad, dispersas por todo el mundo; si fueran entomófilas, su polen sería transportado con mucha más seguridad por los sentidos y apetitos de los insectos que por el viento” (Darwin, 1878, p. 409). Sin embargo, no todos los insectos son polinizadores seguros y eficaces. Si la flor está abierta y es polinizada por insectos poco especializados, como las moscas, el viento puede ser mucho más efectivo.

En las gramíneas, que forman densos vástagos, el polen vuela distancias cortas y pierde rápidamente su vitalidad (Vida de las plantas, t. 5, (1), p. 71). El trigo incluso ha evolucionado hacia la autofecundación. Sin embargo, puede ser que los vientos fuertes contribuyan a la diversidad genética de las gramíneas.

Por otro lado, el polen de aliso en Europa permanece viable casi un mes, y el periodo se extiende con la sequedad del aire (Kozhevnikov, p. 46). Zhukovsky escribe sobre el polen de la datilera: “Su durabilidad es extraordinariamente excepcional; incluso con almacenamiento propio, conserva su capacidad de germinación y fecundación durante diez años (!)” (Zhukovsky, p. 601).

En las gimnospermas, la polinización por aire es primaria. El grano de polen de pino, equipado con dos burbujas, es más volátil que el de las angiospermas. Por lo tanto, su polen tiñe la tierra de color sulfuro-amarillo a una distancia de 400 millas del pinar más cercano (Darwin, 1878, p. 280). Considerando la baja eficiencia de polinización del prototipo, su polen debería ser aún más abundante, y probablemente es muy conocido en estado fósil.

En estas condiciones, es dudoso que los estambres tuvieran una forma de pétalo, como en el nenúfar. Tal vez, debieron tener, al igual que las hojas femeninas, pecíolos alargados sensibles al viento, animales, etc. y, a diferencia de las hojas femeninas, con esporangios (anteras) laterales, abiertos a las corrientes de aire.

Durante la adaptación a la entomofilia, las anteras se desplazaron a la superficie dorsal. Finalmente, los carpelos se cerraron para proteger las semillas de los insectos, volviéndose inapreciables. La atracción de los polinizadores pasó a los estambres, que se acercaron al gineceo. Posteriormente, los estambres estériles se convirtieron en pétalos, y las hojas inferiores, en sépalos, cuya función principal era proteger al botón, y que están presentes en todas las angiospermas arcaicas.

Como se deduce de lo anterior, las contradicciones y su resolución caracterizan la evolución. También he observado esto en la coloración de las flores. Cedamos la palabra a Darwin: “Las flores se consideran entre las obras más bellas de la naturaleza; pero se vuelven notables en contraste con las hojas verdes, y, por consiguiente, al mismo tiempo hermosas, de modo que pueden ser fácilmente observadas por los insectos. Llegué a esta conclusión al descubrir una regla invariable: cuando la flor es fecundada por el viento, nunca tiene una corola de colores llamativos. De aquí podemos concluir que, si los insectos no se hubieran desarrollado sobre la faz de la tierra, nuestras plantas no estarían adornadas con hermosas flores, sino que solo producirían flores pobres como las que vemos en el abeto, el roble, el avellano y el fresno; los cereales, la espinaca, la acedera y la ortiga, todos fecundados por el viento”¹⁰ (Darwin, 2018, p. 172). Sin embargo, las flores no conocían las prioridades de los insectos. A pesar de esta opinión, entre las plantas anemófilas se encuentran flores con matices muy vivos (fig. 95).



Figura 95. *Acalypha diversifolia*, amento femenino. Jardín botánico “Reinaldo Espinosa” de la UNL. F. d. a.

La *Acalypha* salvaje no estaba destinada para los jardineros, pero atrajo su atención y fue transformada en variedades ornamentales, que según la opinión del autor son demasiado exuberantes, ocultando las formas delicadas de los estigmas (fig. 96).

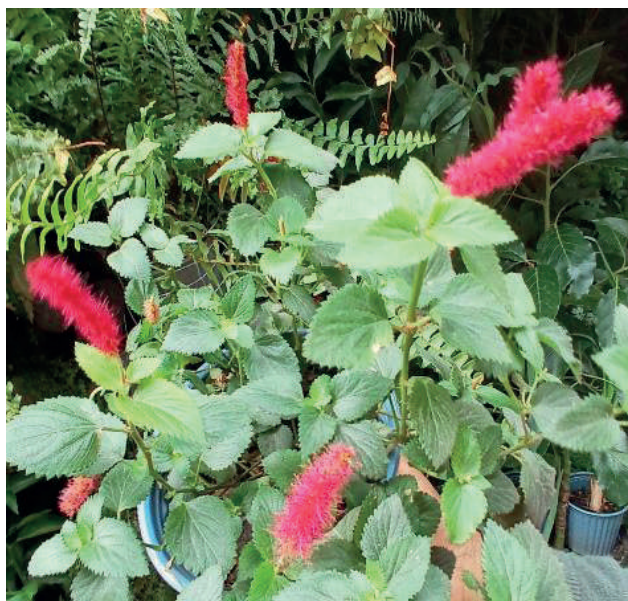


Figura 96. *Acalypha* sp., variedad ornamental. Tienda de Marina Quiles, mercado Gran Colombia, Loja, Ecuador. F. d. a.

Del mismo modo, los insectos han moldeado las flores y sus logros son impresionantes: desde la magnolia hasta la orquídea, la pasionaria, etc. En realidad, han tenido mucho más tiempo que los jardineros, y al seleccionar sin razón, a veces dieron lugar a sus enemigos: engaños y trampas. Tal vez lo mismo ha sucedido con varios institutos de la humanidad.

La respuesta más simple es que las hojas, a pesar de contener clorofila, tienen pigmentos defensivos que, en grandes cantidades durante el otoño, tiñen los árboles caducifolios con colores vivos (fig. 97).

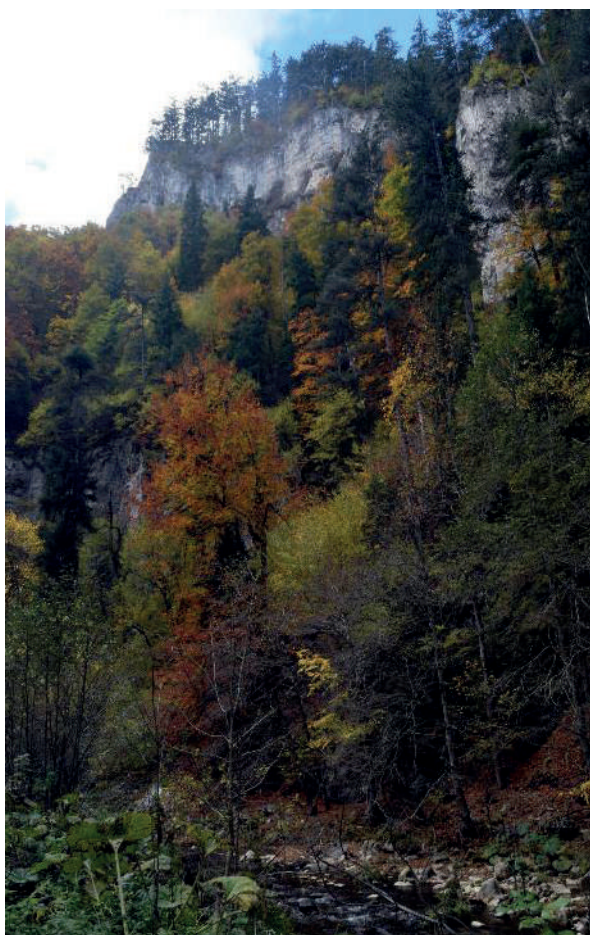


Figura 97. Otoño de oro. Pico “Ojo de Agüilla (1600 m s. n. m.), montañas Rodopi, Bulgaria. Foto de Andrei Popatanasov.

Sin embargo, esos colores indican el estado de hibernación de la naturaleza y no atraen a insectos, sino a artistas y poetas. Por otro lado, se manifiestan en las hojas jóvenes de las plantas tropicales, protegiéndolas del sol ardiente (fig. 98)



Figura 98. Hojas jóvenes del ficus sagrado (*Ficus religiosa*). Yafo, Israel. F. d. a.

Además, son más delicadas que las hojas adultas. Es probable que puedan atraer a los insectos y convertirse en perianto. Por suerte, antes de llegar a esta conclusión, observé otro fenómeno.

En el musgo común de Europa del Norte y en los páramos de los Andes, *Polytrichum juniperinum*, los órganos masculinos (anteridios) están rodeados por hojas acortadas rojizas, similares a una flor (fig. 99).

Aunque esta especie, como otros musgos, es fecundada por agua de rocío¹¹. También se observa que las espigas de las gramíneas, los licopodios y las colas de caballo* terminan el crecimiento del tallo y no permiten que crezca más. En algunas especies de la cola de caballo, los brotes generativos, que carecen de clorofila, están separados de los vegetativos (fig. 100).



Figura 99. *Polytrichum juniperinum* “florece”. Bosque de Kiev, Ucrania. F. d. a.



Figura 100. Cola de caballo mayor*²³ (*Equisetum majus* = *E. telmateia*), brotes generativos y vegetativos. Jardín botánico privado de Kibutz Netiv HaLamed-Heh, Israel. F. d. a.

*La cola de caballo más grande fuera de los trópicos generalmente crece hasta 120 – 150 cm, superando a sus “compatriotas” en 4 – 5 veces y, acuerdo con algunas fuentes, hasta 240 cm.

Lo mismo sucede en algunos representantes de la familia de jengibres (*Zingiberaceae*, fig. 101).



Figura 101. Jengibre de colmena (*Zingiber spectabile*). Punto ornitológico de Mindo, Ecuador. F. d. a.

En el género más arcaico de cícadas, *Cycas*, los órganos femeninos no forman un cono. Como el lector pudo ver anteriormente, sus semillas crecen sobre hojas modificadas, espermosilos (fig. 102)

Las semillas necesitan una mayor cantidad de nutrientes, lo que significa partes fotosintéticas de la planta. Sin embargo, los espermosilos son acortados y carecen de clorofila. Parece que el consumo es tan intenso que lleva a la decoloración o incluso al daño patológico de las partes vegetativas adyacentes de la planta materna.



Figura 102. Espermosfilos de *Cycas revoluta*. Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

Es posible que las hojas generativas del prototipo perdieran clorofila para trasladar los esporangios y esporas a la parte dorsal de la hoja, lo que interrumpe la fotosíntesis. Sin embargo, considerando que la aparición de las semillas era costosa, es más probable que ocurriera el proceso opuesto: los espermosfilos, como en *Cycas*, perdieron su color verde antes de que los esporangios se trasladaran a la parte dorsal y este fenómeno facilitó su desplazamiento.

También es posible que el color preferido de muchas formaciones fuera el amarillo, similar al del polen, para atraer a los insectos. Solo después, en la competencia entre polinizadores y plantas polinizadas, surgió toda la riqueza de colores, sin mencionar aromas y néctares.

El punto culminante de esta lucha es el monocarpismo, cuando un individuo, planta o animal se reproduce solo una vez en su vida. Esto es especialmente notable en plantas perennes como las majestuosas palmas *Corypha umbraculifera* y *Raphia regalis*, numerosas especies de bambú; y, para no decir “etcétera”, contaré mi propia experiencia. El 11 de enero de 2023 adquirí en un vivero una planta insectívora *Sarracenia purpurea*. El 12 de marzo se produjo una flor (fig. 103), que se mantuvo casi dos meses y medio hasta la segunda semana de mayo.



Figura 103. *Sarracenia purpurea*. Yafo, Israel. F. d. a.

Desafortunadamente, perdí la nota con la última fecha. Al final de la floración, la planta murió. No estoy seguro de si la planta era monocárpica, pero es cierto que la flor agotó sus fuerzas.

Hay plantas que florecen después de deshojarse. El primer grupo, muy abundante, incluye árboles y arbustos caducifolios. Aquí, la contradicción entre alimentar a la flor con hojas verdes y su disponibilidad para el

polinizador, ya sea animal (fig. 104) o viento (fig. 105), se resuelve en favor de la última demanda.

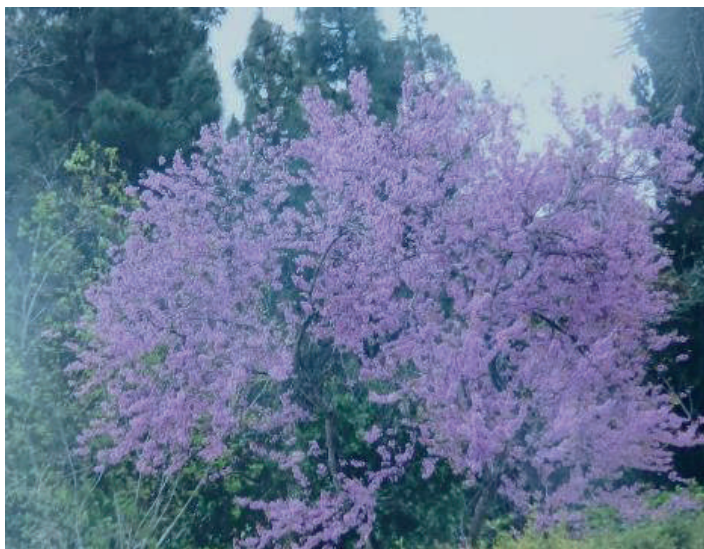


Figura 104. Árbol de Judea (*Cercis siliquastrum*). Jerusalén, Israel. F. d. a.

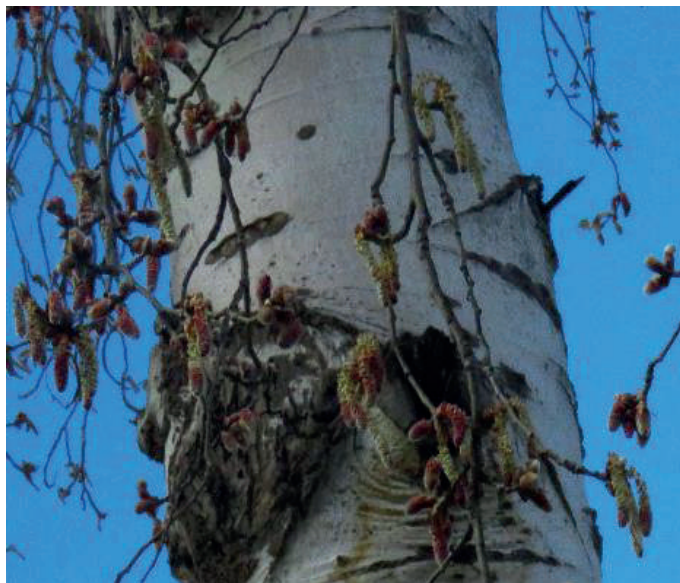


Figura 105. Amentos masculinos de álamo blanco (*Populus alba*). Jerusalén, Israel. F. d. a.

Conozco pocos representantes de hierbas con el mismo acceso, incluso la orquídea con el nombre científico más breve: *Aa*, que crece cerca de la nieve en los Andes. Patzelt supuso, que esta peculiaridad está conectada con la dependencia de los hongos (Patzelt, p. 44). Según mi parecer, el factor común es el clima. Los ejemplos incluyen parte de las colas de caballo, que crecen en zonas frías y poseen brotes generativos separados (fig. 100) o fáfara (*Tussilago farfara*), una de las flores más tempranas en Eurasia, que en inglés se llama “son-before-the-father”, es decir, “hijo antes que padre” (fig. 106).



Figura 106. Fáfara (*Tussilago farfara*). Ulyanovsk, Rusia. F. d. a.

A primera vista, el mismo fenómeno ocurre en las monocotiledóneas efemeroides*²⁴: especies de *Biarum* (aráceas), cólquico, crocus y narciso de otoño (*Crocus speciosus* y *Narcissus serotinus*), cebolla

*Es decir, parecidos a efémeras, hierbas anuales. A diferencia de ellas, los efemeroides son perennes. Ambos crecen y florecen durante un breve período favorable. Las efímeras sobreviven al tiempo seco en forma de semillas; los efemeroides, además, a través de órganos subterráneos.

almorrana (*Drimia maritima*), escila de otoño (*Scilla autumnalis*), algunas especies del género azucenas (*Pancratium*) etc. (fig. 107, 108)



Figura 107. Cebolla almorrana (*Drimia marítima*), inflorescencias alargadas y azucena de mar (*Pancratium maritimum*). Malecón de Tel Aviv, Israel. F. d. a.



Figura 108. Azucena de mar (*Pancratium maritimum*). Costa Mediterranea, Bat Yam, Israel. F. d. a.

Todas estas plantas viven en la zona mediterránea y florecen en otoño. Como se puede ver en la imagen, a diferencia del primer grupo, la causa de este fenómeno es que los restos vegetales del año pasado dificultan el crecimiento de las hojas, a diferencia de las saetas florales. Por otro lado, sus parientes florecen en primavera con hojas.

Un fenómeno curioso ocurrió en el Instituto Volcani. En un invernadero cultivan la planta ornamental *Ornithogalum dubium*. Como se puede ver, florecen con hojas (fig. 109)



Figura 109. *Ornithogalum dubium* en invernadero de Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

Una planta en maceta fue colocada en el patio. Desde arriba cayeron pecíolos de jacarandá, que cubrieron el suelo de la maceta, y que por su rigidez y longitud se asemejaron a espinas de pino. Como resultado, solo surgió la saeta floral, mientras que las hojas vestigiales quedaron debajo de la capa de pecíolos (fig. 110)



Figura 110. *O. dubium* en el patio del Instituto Agrario de Volcani, Israel, después que la maceta fue limpiada de escombros. F. d. a.

La lucha entre las partes generativas y vegetativas de las plantas está muy marcada en el cuarto grupo. Algunos de sus representantes sacrifican su follaje por las flores ocasionalmente, en condiciones desfavorables (fig. 111).

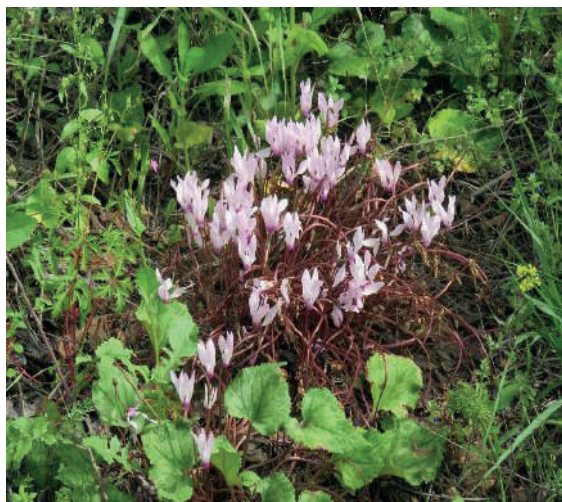


Figura 111. *Cyclamen Persicum*, planta de arriba deshojada, probablemente, para florecimiento abundante; abajo espécimen normal. Bosque de Latrun, Israel. F. d. a.

Existen otras plantas que, por lo general, florecen a finales de la primavera y que pierden obligatoriamente sus hojas justo después de la aparición de las flores (fig. 112, 113)



Figura 112. Orquídea sagrada (*Orchis (Anacamptis) sancta*). Abu Ghosh, Israel. F. d. a.



Figura 113. *Eminium spiculatum*, inflorescencia y hoja pocha. Parque nacional Poleg, Israel. F. d. a.



Figura 114. Las hojas caprichosas de la misma especie. Allí mismo. F. d. a.

La cima de esta tendencia está representada por algunas especies de *Eucrosia*, de la familia *Amaryllidaceae*, que desarrollan un par de hojas enormes durante la temporada lluviosa de invierno y sus flores en la temporada seca de verano (fig. 115 – 117).



Figura 115. *Eucrosia mirabilis* florece. Vilcabamba, Ecuador. F. d. a.



Figura 116. Hojas de *Eucrosia mirabilis* del mismo vástago. Allí mismo. F. d. a.



Figura 117. *Eucrosia mirabilis*, hojas de la planta individual (longitud de lámina cerca de 30 cm). El mismo lugar. F. d. a.

La contradicción entre la descendencia y las plantas maternas puede resolverse en el retorno del color verde, como en conos y frutas, e incluso en algunas flores entomófilas.

Es interesante el caso del hemiparásito*²⁵ *Loranthus acaciae*. El Dr. Yiftakh Vaknin descubrió que las flores, preparadas para la polinización, son verdes con estambres rojos. Luego, se vuelven rojas y permanecen en la planta durante varias semanas. Así, atraen desde lejos a los pájaros polinizadores, como las aves nectarinas. Los pájaros jóvenes aprenden a buscar néctar en flores verdes y no en las flores rojas vacías, que a la vez desvían la atención de los ladrones de néctar que no están especializados como las aves pinchaflores del Nuevo Mundo y los repelen, ya que sus tejidos contienen taninos, sustancias del té con sabor amargo (fig. 118):

*Las plantas parásitas, que preservan clorofilo, absorben de la planta-anfitrión agua con sales y producen sustancias orgánicas.



Figura 118. Flores de *Loranthus acaciae*. Centro ornitológico de Eilat, Israel. F. d. a.

Conclusiones

El ancestro distante de las plantas florales evolucionó en condiciones sombrías. La fronda triangular original se transformó en una hoja entera cordada, enrollada involutamente.

En los representantes más antiguos, el brote continúa creciendo después de las copas generativas (al principio, masculinas y femeninas, luego hermafroditas). En las fanerógamas, esta característica se mantiene en las plantas femeninas del género *Cycas* y, según las observaciones del autor, en los conos de la cercana a la secuoya *Cryptomeria japonica*.

El paso a un órgano reproductivo separado (con características angiospermas o gimnospermas) surgió debido a la deficiencia de nutrientes para los órganos generativos. El gran tamaño de la flor en las magnolias y nenúfares es una característica arcaica relacionada con la afinidad del perianto con hojas vegetativas enormes.

En esta etapa, antes de la separación en las clases de dicotiledóneas y monocotiledóneas, la planta era un árbol endógeno, pero con flores del tipo de la magnolia.

Supuestamente, la planta pertenecía a una clase separada. Entre otras características, sus representantes probablemente tenían células aromáticas especializadas, que están presentes en muchas magnolias (como el pimienta, laurel, etc.) y, entre las monocotiledóneas, se conservan en *Acorus* y representantes de la familia de los jengibres. Su función inicial posiblemente era defensiva, incluida la de la flor. Para su importancia, la concentración de sustancias aromáticas en ellas debería haberse incrementado. Cuando los insectos se acostumbraron a este factor, las sustancias desempeñaron un papel decisivo en la atracción de los polinizadores.

Un ejemplo de este principio es *Ledum*, un pariente del *rododendro*, cuyos representantes crecen en partes frías del hemisferio norte (fig. 119).



Figura 119. *Ledum palustre*. Region de Kiev, Ucrania. F. d. a.

Todas las partes de la planta tienen un aroma fuerte, similar al olor de la violeta. Las partes verdes pueden utilizarse para preparar una tisana saludable (en América del Norte se le conoce como “Té de Labrador”), mientras que el olor de las flores es tan intenso que puede causar vértigo.

El debilitamiento del brote apical en condiciones de sombra u otros factores desfavorables dio lugar a brotes laterales y al surgimiento de árboles exógenos, que en realidad son dicotiledóneas.

La competencia con los antiguos habitantes del bosque llevó, en particular, a la disminución de la base de polinizadores en el grupo antiguo y a la reducción del tamaño y número de partes del perianto de sus flores hasta el mínimo necesario para preservar la simetría radial: es decir, tres sépalos y tres pétalos.

Este fue el estadio más temprano en la formación de las monocotiledóneas arcaicas, claramente expresado en las flores de las *Alismatales* y *Commelinales* sensu stricto.

El signo de mejora en el estado de las plantas con flores desarrolladas, generalmente las hierbas primarias, fue la formación de flores hasta hexapétalas mediante la igualación de los sépalos con los pétalos.

Los órganos reproductivos alcanzaron la máxima perfección en la clase subestimada de monocotiledóneas: las flores en las orquídeas y las inflorescencias en las aráceas.

El proceso de reducción en las monocotiledóneas generalmente también afectó a los órganos vegetativos. Hay muchas hierbas, incluidas las plantas con órganos subterráneos, geófitas, a menudo con hojas lineales simplificadas (en contraste con las formas arcaicas, como las palmas y las aráceas, donde las hojas son más variables dentro de las monocotiledóneas), de ahí la idea de que todos los árboles monocotiledóneos tienen un origen secundario.

Una forma específica de crecimiento está representada por los plátanos, las heliconias y, en cierto grado, por *Arisaema*, un género asiático de aráceas. Estos conservaron un aspecto similar al de las palmas, pero reemplazan el tronco por vainas de los pecíolos (el tronco falso), lo que les permite acelerar su crecimiento (fig. 120).



Figura 120. El autor al fondo del espécimen enorme de plátano etiópico (*Ensete ventricosum*). Loja, Ecuador. El agradece al visitante, quien hizo la foto y pide perdón por no preguntarle su nombre.

La falta de un contexto histórico lleva a concepciones antagonistas (antinomias) entre hierba y árbol. Por ejemplo, en “Vida de las Plantas” los plátanos son considerados como hierbas gigantes (Vida de las plantas, t. 6, p. 381), mientras que Randhava, en su libro “Jardines a través de los siglos”, se refiere a los plátanos como árboles (Randhava, p. 64,

120, 129, 170, 175). Esta contradicción refleja una forma adecuada de su propia denominación, por ejemplo, un árbol herbalizado.

Las dicotiledóneas tomaron la ruta principal. Me gustaría destacar el desarrollo de la simetría de las flores radiales o actinomorfas. Como mencioné anteriormente, la simetría más arcaica, común en monocotiledóneas y dicotiledóneas, es la trómera. A los insectos gustarían flores con una cantidad de miembros diferente a la inicial. La preferencia por las flores cuádruples y pentámeras surgió posteriormente, con la formación de sus preferencias. Probablemente, en el pasado, las flores actinomorfas con simetrías extrañas eran mucho más abundantes que hoy en día.

Comentarios

¹Entre las flores de simetría radial se puede mencionar la de simetría axial o espiral (fig. 121).



Figura 121. Escobilla negra (*Sida acuta*), variedad blanco-amarillo. Parque

nacional Tembladera, Ecuador, provincia de El Oro. F. d. a.

La otra forma de simetría principal y más avanzada es la simetría zigomórfica (de “zygos”, ‘pareja’), como se muestra en la figura 122.



Figura 122. Espuela de tres (*Linaria triphylla*). Vecindad de Jerusalén, Israel. F. d. a.

Los órganos pares de las flores pueden formar dos grupos opuestos con la misma cantidad de miembros. Esto puede dar lugar a una simetría rara con dos ejes desiguales: flores disimétricas. En su etapa inicial, esto puede observarse en algunos representantes de las *Cruciferae* (fig. 123).



Figura 123. Rábano salvaje (*Raphanus raphanistrum*). Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

Por la ruta más complicada pasaron representantes de las amapolas (familia *Papaveraceae*). Las especies relativamente arcaicas poseen cuatro pétalos dispuestos en dos círculos, que se superponen entre sí en forma de rueda. Inicialmente, dos pétalos internos aparecen como labios y dan un aspecto disimétrico (fig. 124).



Figura 124. Amapola cornuda amarilla (*Glaucium luteum*). Costa mediterránea del Tel Aviv, Israel. F. d. a.

Las poblaciones, donde la polinización procedió en la etapa temprana por cualquiera causa (clima, preferencias de los insectos, genética etc.), darán origen a especies con flores disimétricas perfectas (fig. 125, 126).



Figura 125. *Hypecoum procumbens*. Jardín botánico de Jerusalén, Israel. F. d. a.



Figura 126. Corazón sangrante (*Dicentra spectabilis*). Criadero “Lizgard”, pueblo Liubimovka, distrito de Kiev, Ucrania. Foto del Bogdan Bobovsky

En el género más grande de la familia, colimbia (*Corydalis*) y en sus cercanos (como *Fumaria*, *Ceratocapnos*, etc.), el espolón bajo se reduce hasta convertirse en un rudimento sacciforme, y la simetría cambia a zigomórfica (fig. 127, en comparación con fig. 122).



Figura 127. Colimbia densa (*Corydalis solidus*). Ulyanovsk, Rusia. F. d. a.

Las flores asimétricas son bastante raras, como en las achiras (fig. 128).

Dado que todas sus flores son parecidas (como las entrañas de una cierta variedad de animales), esa “asimetría” es en realidad un tipo de simetría singular. Me gustaría designarla como “simetría genérica”, pero, considerando que otros tipos de simetría en la naturaleza son comunes para una multitud de individuos, el término más adecuado sería “criptosimetría genérica”.



Figura 128. Flores asimétricas, variedad cultiva de achira *Canna Indica*.
Yafo, Israel. F. d. a.

²Los frutos de las plantas más avanzadas están fusionados y se denominan coenocárpicos (del griego “koinos”, que significa ‘comunal’). Existen tres variedades principales de estos gineceos.

Gineceo sincárpico (de “*syn*” — con) consiste de carpelos conjugando con paredes laterales (fig. 129).

Gineceo paracárpico (de “*para*”, significa ‘junto, cerca’) implica que las paredes internas desaparecen y las semillas se ubican en las paredes exteriores. Este tipo de gineceo es típico de la cápsula de la amapola y de diversas bayas (fig. 130).



Figura 129. Capsulas de hierba de cristal (*Mesembryanthemum crystallinum*) abren después, que están mojando. Costa mediterránea, Bat-Yam, Israel. F. d. a.



Figura 130. Ají dulce (*Capsicum annuum* var. *annuum*). Cocina en mi casa, Yaffo, Israel. F. d. a.

En el gineceo lisicárpico (del griego “lysys” que significa ‘disolución’), las paredes laterales de los carpelos desaparecen por completo y las partes centrales forman una columna. Estos frutos, generalmente cápsulas, caracterizan a la familia de las primúlas y al orden de los claveles. Encontré un estadio intermedio entre el gineceo sincárpico y el lisicárpico en una *Clusia*, que a primera vista parece una flor arcaica (fig. 131).



Figura 131. Fruto de *Clusia alata*. Pahuma, región de Pichincha, Ecuador. F. d. a.

³El principio no se observó estrictamente. Linneo nombró al árbol de la quina *Cinchona* en honor a la esposa del virrey peruano Chinchona, quien fue curada de la malaria tropical con la ayuda de la corteza.

La descripción de *Lodoicea*, la palma de las Seychelles, por el botánico francés Ph. Commerson, se publicó en 1805, en el primer año del reinado de Napoleón. El botánico soviético Golovkin incluso consideraba que era un signo de sentimientos monárquicos y que la planta fue nombrada en honor a Luis XVI, quien fue ejecutado durante la Revolución Francesa (Golovkin, p. 120-121). Aunque la publicación tomó mucho tiempo, el científico murió en 1773, un año antes de la entronización de Luis XVI y 20 años antes de su ejecución.

La palma fue nombrada en honor a Luis XV, quien, dentro de sus pocas virtudes, tenía un amor sincero por la botánica.

En lo que corresponde a la flor ave del paraíso, *Strelitzia reginae*, obtuvo su nombre científico en honor a otra amante de la botánica, la reina de R. U. Charlotte zu Mecklenburg-Strelitz (1744-1818) de origen germano-eslavo. Aunque no se puede descartar una coincidencia, no es improbable que la reina haya elegido la flor, que coincide con su apellido, ya que uno de sus pétalos se asemeja mucho a una flecha, que se traduce como *strela* en las lenguas eslavas (fig. 132). Por lo tanto, también se podría llamar “flecha de la reina Carlota”.

En realidad, este pétalo actúa más como un arco que como una flecha: los órganos sexuales están escondidos en su interior, y cuando la nectarina empuja el apéndice, estos saltan y “disparan” hacia su pecho.

La otra especie del mismo género, encontrada en el jardín botánico de San Petersburgo, se llamó *S. Nicolai* en honor al zar Nicolás I en 1858, tres años después del final de su oscuro régimen. También se podría mencionar a otras plantas nombradas en honor a figuras históricas, como *Bonaparteia*, *Sequoia*, *Victoria*, *Washingtonia*, etc.



Figura 132. Flor “ave del paraíso”, o “flecha de la reina Carlota”, *Strelitzia regalis*. Instituto Agrario de Volcani, Israel. F. d. a.

⁴Las ofiuras, también conocidas como “colas de serpiente”, forman la clase de equinodermos más abundante, aunque menos conocida, debido a su vida nocturna. Son externamente similares a las estrellas de mar, pero sus brazos son finos, largos y están bien separados de su cuerpo

redondo. Bioquímicamente y en términos de desarrollo, están más cercanas a los erizos de mar. Durante el día, se pueden encontrar debajo de las piedras (fig. 133).



Figura 133. Ofiura *Ophiocoma scolopendrina*. Mar Rojo, Eilat, Israel. F. d. a.

⁵Las coníferas se dividen en dos grupos. Uno, más progresivo, contiene especies con conos que ocultan las semillas maduras y tienen una abundante resina, como las araucarias, los pinos, los enebros, etc. El otro grupo está formado por especies con semillas desnudas en todas las etapas de desarrollo y sin resina. Los géneros más conocidos son *Podocarpus* en los países tropicales (fig. 134) y el tejo (*Taxus*, fig. 135) en la zona templada.



Figura 134. *Podocarpus macrophyllus* (origen de China). Real Jardín Botánico de Madrid, España. F. d. a.



Figura 135. Tejo común, o negro (*Taxus baccatus*). Sofía, Bulgaria. Foto del Andrei Popatanasov.

El nombre puede confundir los adictos de palabrería. Así, en el artículo de “La base de datos de gimnospermas”, aciertan, que arilos (“bayas”) del tejo son “conos de semillas fuertemente modificados” (<https://www.conifers.org/ta/Taxus.php>).

Al parecer, la verdadera causa de la aparición de esta “clase” es la presencia de hojas similares a espinas en la mayoría de los representantes, lo que refleja el nombre ruso. Sin embargo, en ambos grupos hay plantas con hojas anchas, y la aparición de hojas similares a espinas (o escamas) fue independiente, al igual que en algunas plantas florales, por ejemplo, el romero de cuyo nombre se deriva “romerillo”, *Podocarpus* en dialecto ecuatoriano. El tema también radica en que la botánica comenzó su desarrollo en Europa, donde los “coníferos” tienen gran importancia. La diferencia entre los dos grupos, a pesar de su origen común, es tan grande, como la diferencia entre dicotiledóneas y monocotiledóneas, y se puede considerar como clases diferentes (Meyen, 1987, p. 216).

⁶Adaptaciones similares se pueden encontrar en el reino animal, como en los lirios de mar. La mayoría de las especies modernas no tienen un tronco y se asemejan más a un helecho. Durante el día se ocultan entre las ramas de corales y grietas. Luego, por la noche, emergen y despliegan sus brazos para atrapar pequeños organismos planctónicos (fig. 136).

⁷A pesar de la clara similitud y algunos factores más profundos, como la presencia de los mismos dos alcaloides en el nenúfar azul (*Nymphaea caerulea*) y en el loto (*Nelumbo sp.*) (<https://www.alamy.com/stock-photo-pink-lotus-flowers-and-leaves-nelumbo-nucifera-indonesia-30193357.html>), la familia de los lotos fue recientemente reclasificada en el mismo orden que los plátanos de sombra (fig. 137) y en la familia *Proteaceae* (fig. 138), separándose de los nenúfares.



Figura 136. Lirio de mar *Heterometra Savignyi*. Mar Rojo, cerca de Eilat, Israel. F. d. a.



Figura 137. Plátano de sombra (*Platanus orientalis*). Nahariya, Israel. F. d. a.

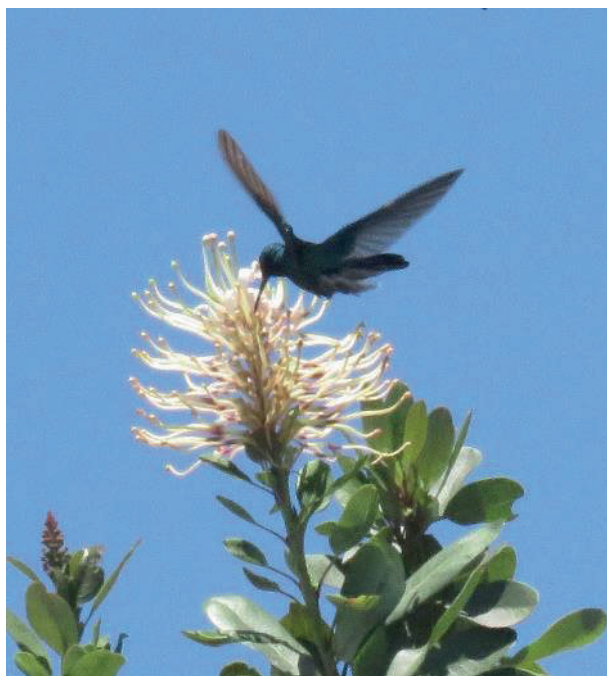


Figura 138. *Oreocallis grandiflora* (fam. *Proteaceae*) con colibrí pico espada (*Ensifera ensifera*). Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador. F. d. a.

Es evidente que son plantas muy diferentes. En el sistema inicial de Takhtajan, se colocaron en tres subclases separadas. Incluso si fue un error, morfológicamente son demasiado diferentes como para incluirlos en un mismo orden, y esta diferencia tiene una base genética. Supongo que la nueva versión debería ser cuestionada seriamente.

⁸De acuerdo a la clasificación APG, la familia *Araceae* se incluye en el orden *Alismatales* (Bremer Birgitta et al., p. 107). Los representantes típicos del orden son diferentes de los *Araceae*, habitando en pantanos o en el agua. El “orden”, o más bien, la subclase *Alismatida*, se dividió en dos órdenes diferentes. El orden *Alismatales* incluye plantas con flores solitarias que atraen insectos, como las familias *Alismataceae*, *Butomaceae* y parte de *Hydrocharitaceae* (fig. 139).

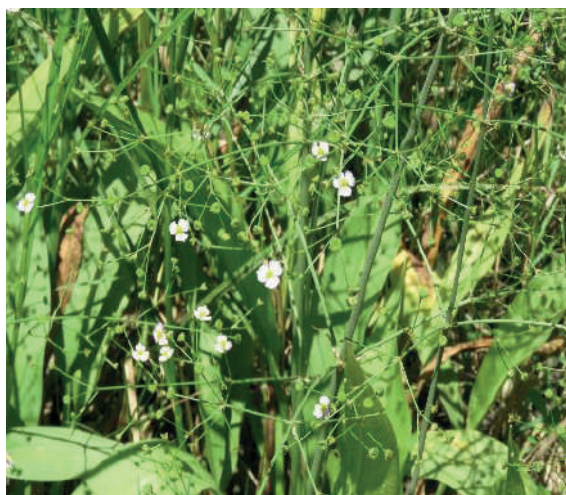


Figura 139. Llantén del agua *Alisma lanceolatum*. Parque nacional charco de invierno Dora, Israel, F. d. a.

El orden *Najadales* incluye parte de *Hydrocharitaceae*, familias *Aponogetonaceae*, *Najadaceae*, *Potamogetonaceae* o espigas del agua (fig. 140).

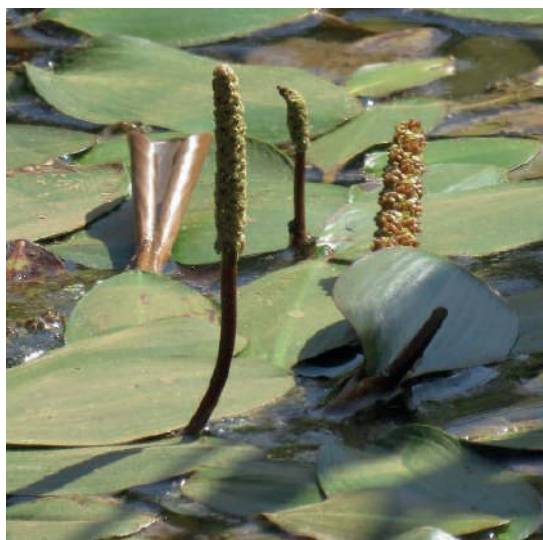


Figura 140. Espiga del agua *Potamogeton nodosum*. Parque nacional del río Yarkon, Israel. F. d. a.

Esas plantas adaptadas a la polinización aérea o incluso acuática. Entre ellas, hay unas hierbas florales, que forman las praderas submarinas. El género *Aponogeton*, que posee espigas coloradas, ha pasado secundariamente a la entomofilia (fig.141).



Figura 141. *Aponogeton distachyos* a la izquierda y *A. longyplumulosus* a la derecha. D. d. a.

Las alismatidas típicas a diferencia de aráceas no tienen rafidios*²⁶ (Keating, p. 495) y carecen de endospermo, que es abundante no solo en aráceas, sino en la mayoría de las monocotiledóneas (Takhtajan, 2009, p. 595).

Las frutas de las alismatidas son secas y tienen carpelos separados (gineceo apocárpico), mientras que en las *aráceas* el gineceo es coenocárpico, o más precisamente, paracárpico², y produce bayas, entre otros. Parece que la reducción de la subclase *Alismatida* a un solo orden es un paso que borra la posición distinta de las *aráceas*. Esto recuerda ejemplos más extremos de la filosofía idealista india, pero allí fue una

*Recuérdese, que son cristales microscópicos de oxalato calcio en forma de aguja. Sirven para defensa de las plantas contra herbívoras.

forma de protesta contra la estricta división de la sociedad en castas, bien expresada en el budismo**²⁷.

En este caso algunos científicos están tratando de crear una casta cerrada.

⁹El miembro de la última familia, *Asarum*, en Inglaterra se llama frecuentemente “wild ginger” (“jengibre salvaje”) por la similitud de sus aromas. Más conocidas son las aristoloquias por sus flores-trampa. Es notable que, en los representantes más arcaicos del género, el tubo termina con tres lóbulos (sépalos) iguales (fig. 142).

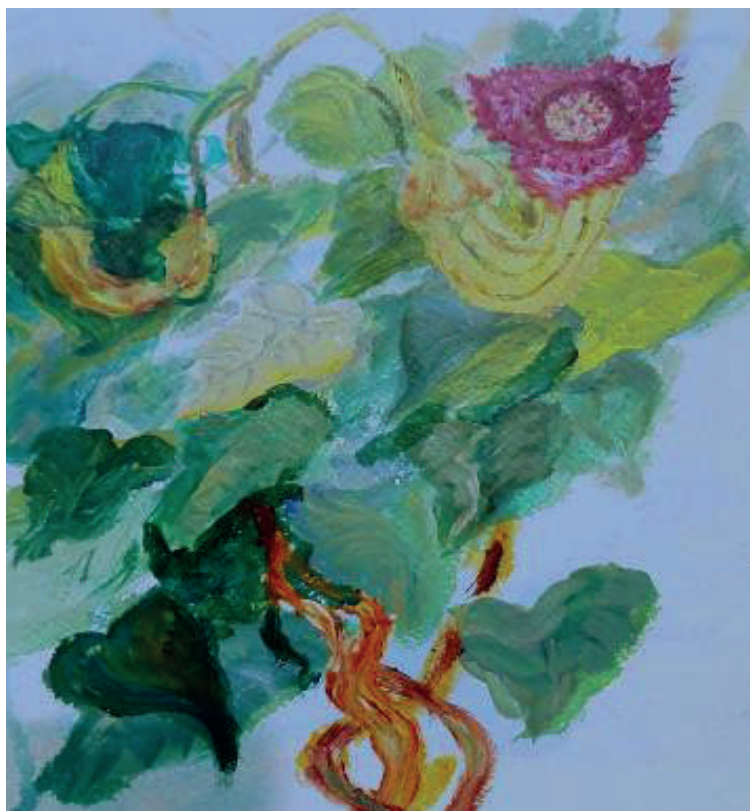


Figura 142. *Aristolochia Manshuriensis*. D. d. a.

**El pensador ruso Herzen en 1843 escribió sobre científicos-budistas (Herzen, p. 132 - 153).

En las especies más avanzadas solo se desarrolla uno, y la flor se asemeja a las inflorescencias de las aráceas altas (fig. 143).

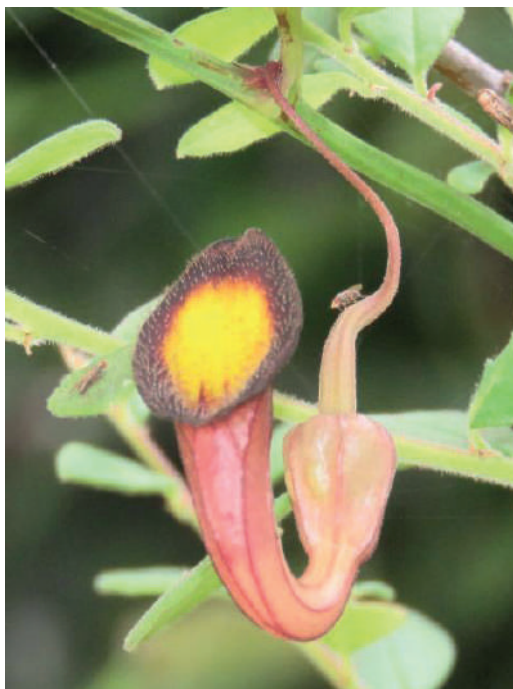


Figura 143. Flor de *Aristolochia sempervirens* con moscas-polinizadoras. Parque nacional de monte Merón, Israel. F. d. a.

Sus setas dificultan que los insectos salgan*²⁸. Comparar con la fig. 71.

En ambos casos, se trata de una adaptación a los polinizadores arcaicos o primitivos (ver también fig. 113). ¹⁰Darwin continúa: “La línea similar de argumentos se confirma bien con los frutos; su belleza solo sirve como guía para las aves y los animales, para que devoren la fruta y siembren las semillas maduras. Resumo que, en este caso, sin excepciones, las semillas son casi siempre sembradas cuando están contenidas en una

*La flor no se alimenta de los insectos. Las trampas de las plantas carnívoras son hojas modificadas. Recordar la *Sarracenia* (fig. 103). Después de unos días, el tubo de la flor de aristoloquia se inclina hacia abajo y las setas caen, liberando la salida, quizá, hacia otra prisión.

fruta de cualquier calidad (es decir, con una envoltura carnosa o jugosa), si está coloreada en cualquier tono brillante” (Darwin, 2018, p. 172).

Esta cita revela claramente la influencia de la fascinación por la visión teórica. Al igual que con las flores, se debe señalar que las frutas no conocen las preferencias visuales de las aves y los animales. Si bien es cierto que algunas de ellas adquieren colores vivos en su estado maduro, lo que atrae a los animales, también hay frutas verdes que son consumidas por ellos, como la anona, el aguacate o las nueces, que sacrifican parte de sí mismas para ser distribuidas por los animales y nunca poseen colores llamativos.

Cuando comencé a buscar frutas de colores vivos que no fueran buscadas por los animales, varios ejemplos de frutas verdes vinieron a mi mente, a pesar de mi deseo contrario. Probablemente, su número sea en realidad mayor.

La búsqueda, que duró cerca de una semana, terminó no especulativamente, sino empíricamente: cerca de un edificio en el Instituto Agrario de Volcani, encontré un arbolito singular con frutos que se asemejaban a bayas, pero que en realidad eran cápsulas (fig. 144).

Es evidente que las aves pueden ser engañadas y consumir las cápsulas. Sin embargo, para proteger las semillas, es necesario desarrollar una capa protectora, que puede ser carnosa y atraer a los animales.

Luego recordé muchas plantas con frutos de colores vivos que engañan a los animales. Entre ellas se puede mencionar el pimientillo falso (*Schinus sp.*, fig. 145), cuyo semilla cubierta con cáscara seca roja, que atrae a los pájaros.



Figura 144. Frutas de *Pittosporum angustifolium*. Instituto Agrario de Volcá-
ni, Israel. F. d. a.

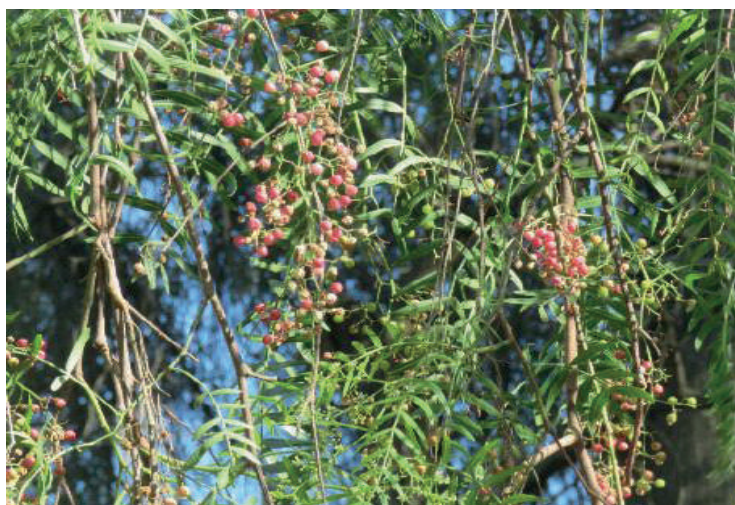


Figura 145. Pimiento falso (*Schinus molle*). Jardín botánico de Jerusalén,
Israel. F. d. a.

De esas bayas falsas en la familia de los pistachos surgieron los “nogales”, como el pistacho (*Pistacia vera*), y drupas jugosas como el mango y la fruta que en Ecuador llaman “ciruela” (*Spondias dulcis* y *S. purpurea*), que no están emparentadas con la ciruela verdadera de Europa (*Prunus domestica*), perteneciente a la familia de las rosáceas.

Es más difícil sospechar de este engaño en las frutas que vuelan con el viento (fig. 146, 147).



Figura 146. Acedera chiprense (*Rumex Cyprium*). Desierto de Arava, Israel. F. d. a.

Entre ellas, las sámaras del falso zumaque de China atrajeron no a los animales adéfagos, sino a los jardineros, que han distribuido esta maleza por todo el mundo (fig. 147).



Figura 147. Falso zumaque (*Ailanthus altissima*). Yafo, Israel. F. d. a.

¹¹Como sabe el autor, los musgos únicos que atraen a los insectos son especies del género *Splachnum*, cuyas cápsulas de esporas están rodeadas por una sombrillita colorada, la cual emite un olor atrayente para las moscas. Este musgo crece sobre abono animal purificado (fig. 148).



Figura 148. *Splachnum rubrum* de la izquierda y *S. luteum* de la derecha. D. d. a.

Bibliografía

- A. I. Herzen (1985) Obras. En dos tomos: tomo 1, “Diletantismo en ciencia”, artículo cuarto, “Budismo en ciencia” (p. 132 – 153). Moscú, Misl, 592 p. (en ruso).
- A. L. de Gasper, Salino A., Oliveira Dittrich de V. A. (September, 2016). A classification for Blechnaceae (Polypodiales: Polypodiopsida): New genera, resurrected names, and Combinations. *Phytotaxa*. 275 (3): 191 – 227.
- A. V. Kozhevnikov (1950). Primavera y otoño en la vida de las plantas. Editora de Sociedad Moscovita de Escudriñadores de la Naturaleza, Moscú, 238 p.
- Armen Takhtajan (2009). *Flowering Plants*, Springer Science + Business Media B. V. — 871p.
- B. N. Golovkin (1986). A que dicen los nombres de las plantas. Moscú, Agropromizdat, 160 p. (en ruso).
- Birgitta Bremer, Kåre Bremer, Mark W. Chase, Michael F. Fay, James L. Reveal, Douglas E. Soltis, Pamela S. Soltis and Peter F. Stevens (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105 – 121.
- Carlos Linneo (1989). *Filosofía de botánica*, traducción de latín N. N. Zabinkova, S. V. Sapozhnikov, Moscú: Nauka, 456 p. (en ruso).
- Carolus Linnaeus (1753). *Species Plantarum Exhibentes Plantas Rite Cognitas ad Genera Relatas cum Differentiis Specificis, Nominibus Trivialibus, Synonymis Selectis, Locis Natalibus, Secundum*

Systema Sexuale Digestas, Tomus II, Holmiæ Impensis Laurentii Salvii, 1230 p.

Clement Coiffard, Barbara A. R. Mohr & Mary E. C. Bernardes-de-Oliveira (13 Sep 2013). The Early Cretaceous Aroid, *Spixiarum kipea* gen. et sp. nov., and implications on early dispersal and ecology of basal monocots. *Taxon*, 12 p.

Charles Darwin (1878). The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom. LL.D., F.R.S. etc., John Murray Albemarle Street, London, 487 p.

Charles Darwin (2018). On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life by Charles Darwin. Global Grey, 487 p.

Dmitry D. Sokoloff, Margarita V. Remizowa, Elena S. El, Paula J. Rudall, Richard M. Bateman (2019). Supposed Jurassic angiosperms lack pentamery, an important angiosperm-specific feature. *New Phytologist*, 223: 420 – 426.

Efigenia de Melo, Carlos Alberto Cid Ferreira, Rogério Gribel (Oct./Dec. 2019). A New Species of *Coccoloba* P. Browne (Polygonaceae) from the Brazilian Amazon with Exceptionally Large Leaves. *Acta Amaz.*, Manaus, 49, 4: 324 – 329.

Erwin Patzelt (2004). *Flora del Ecuador*, Quito: Imprefepp, 338 p.

Familia Srelitziaceae, p. 378 – 385; Familia de plátanos (Musaceae); N. N.

Forrest G. Wood (1979). *Mamíferos marinos y hombre*, traducido de inglés por A. A.

<https://www.abarim-publications.com/Meaning/Tabor.html> — ¿Qué significa el nombre Tabor?

<https://www.alamy.com/stock-photo-pink-lotus-flowers-and-leaves-nelumbo-nucifera-indonesia-30193357.html> — Sitio sobre la finca de loto sagrado en Indonesia.

<https://www.conifers.org/ta/Taxus.php>

<https://www.etymonline.com/word/zebra>. Origen de palabra zebra.

Imkhanitskaya: Familia de las palmas (Arecaceae), p. 410 – 447; Moscú, Prosvesheniye — 543 p. con ilustraciones (en ruso).

James A. Doyle (2012). Molecular and Fossil Evidence on the Origin of Angiosperms. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 40: 301 – 326.

Justo, Alfredo; Miettinen, Otto; Floudas, Dimitrios; Ortiz-Santana, Beatriz; Sjökvist, Elisabet; Lindner, Daniel; Nakasone, Karen; Niemelä, Tuomo; Larsson, Karl-Henrik; Ryvarden, Leif; Hibbett, David S. (2017). “A revised family-level classification of the Polyporales (Basidiomycota). *Fungal Biology*. 121 (9): 798–824.

L. Takhtajan (1964). Fundamentales de morfología evolucionar de angiospermas. Moscú – Leningrado: Nauka, — 236 p. (en Ruso).

L. V. Bardunov (1984). Antiquísimos sobre la tierra firme. Novosibirsk, Nauka, 159 p. (en ruso).

M. Fasmer (1986). Diccionario etimológico de la lengua rusa en cuatro tomos, tomo II. Moscú, Progress, 671 p. (en ruso).

M. Randhava (1981). Jardines a través de los siglos. Traducción de inglés abrevado por L. D.Ardashnikova, Moscú: Znaniye, 320 p. con ilustraciones (en ruso).

Michael Grayum (November 1987). A Summary of Evidence and Arguments Supporting the Removal of *Acorus* from the Araceae. *Taxon*, 36, 4: 723 – 729.

Michael J. Benton, Peter Wilf and Hervé Sauquet (2022). The Angiosperm Terrestrial Revolution and the origin of modern biodiversity. *New Phytologist*, 233: 2017 – 2035.

P. M. Zhukovsky (1972). Las plantas cultivadas y sus relativas. Leningrado: Kolos — 571 p. (en ruso).

Polinización abiótica, p. 68 – 73; I. S. Snigirevskaya: Familia de nenúfares (Nymphaeaceae), p. 182 – 188, Familia de lotos (Nelumbonaceae), p. 190 – 194; Moscú, Prosvesheniye — 430 p. con ilustraciones (en ruso).

R. Wettstein (1912). Guía a la taxonomía de las plantas, tomo II; parte II, Plantas altas, angiospermas. Traducido de alemán por I. G. Vasilkov, S. A. Satina, A. N. Solovieva y A. G. Nikolaeva. — Moscú: Edición de M. y S. Sabashnikov, — 501 p. (en ruso).

Richard C. Keating (2004). Systematic Occurrence of Raphide Crystals in Araceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 91: 495 – 504.

Richard M. Bateman, Jason Hilton and Paula J. Rudall (2006). Morphological and Molecular Phylogenetic Context of the Angiosperms: Contrasting the ‘Top-Down’ and ‘Bottom Up’ Approaches used to infer the Likely Characteristics of the First Flowers. *Journal of Experimental Botany*, 57, 13: 3471 – 3503.

Richard Spruce, edited by Alfred Russel Wallace* (2022). Notes of a Botanist on the Amazon and Andes Being Records of Travel on the Amazon and Its Tributaries, the Trombetas. Río Negro,

Uapés, Casiquari, Pacimoni, Huallaga and Pastasa, Vol. 1, NY: Cambridge University Press — 519 p.

Ruby E. Stephens, Rachael V. Gallagher, Lily Dun, Will Cornwell and Hervé Sauquet (2023). Insect pollination for most of angiosperm evolutionary history. *New Phytologist*, 240 – 891.

S. V. Meyen (1987). *Esencias de paleobotánica*. Moscú: Nedra, 403 p., con ilustraciones (en ruso).

S. V. Meyen (2006). *Principio de compasión*, Moscú: Geos, 211 p. (en ruso).

Sherbakova, Leningrado, Gidrometeoizdat, — 264 p. con ilustraciones (en ruso).

Vida de las plantas. Tomo 3 (1977). Algas y líquenes. K. L. Vinogradova, Filo algas rojas, p. 192 – 250; Moscú, Prosvesheniye, — 487 p. con ilustraciones (en ruso).

Vida de las plantas. Tomo 4, (1978). Plantas altas. A. L. Takhtajan: Filo de helechos (Polypodiophyta), Característica común, p. 149 – 170; I. V. Grushvitsky, E. S. Chavchavadze: Clase Cycadopsida; p. 268 – 295; V. A. Samilina, Clase benetitos o benetitopsidos (Bennettitopsida), p. 295 – 299; Moscú, Prosvesheniye — 447 p. con ilustraciones (en ruso).

Vida de las plantas. Tomo 5 (1) (1980). Plantas florales. A. N. Ponomariov, E. I. Demyanov:

Vida de las plantas. Tomo 6 (1982). Plantas florales, Monocotiledóneas // S. S. Morshikhina:

Xin Wang (2010). The Dawn Angiosperms, Uncovering the Origin of Flowering Plants, Berlin – Heidelberg: Springer Verlag, — 236 p.

Ye. B. Alekseyev, I. A. Gubanov, V. N. Tikhomirov (1989). Nomenclatura de botánica. Casa editorial de la Universidad Estatal de Moscú, 166 p. (en ruso).

Zirui Gu, Hongmin Zhou & Changlin Zhao (2024) Morphological characteristics and phylogenetic analyses reveal *Scopuloides yunnanensis* (Polyporales, Basidiomycota), a new wood-decaying fungus from China. *Phytotaxa* 665 (2): 85 – 95



El autor junto a una cola de caballo grande (*Equisetum myriochaetum*).
Pichincha, Ecuador. Foto de Apolo Herrera.



1859



Universidad
Nacional
de Loja

Reconstrucción del prototipo de las angiospermas o plantas florales

