

A black and white photograph of a fern frond, showing its intricate, feathery structure. The frond is positioned diagonally across the frame, with its reflection clearly visible on the light-colored surface below it. The lighting creates a soft, ethereal atmosphere, highlighting the delicate texture of the leaves.

Hibridación y poliploidía en plantas

Se estima que la diversidad vegetal oscila alrededor de 300 000 especies, lo cual incluye plantas pequeñas y simples como las hepáticas, los musgos y los helechos, hasta plantas con semillas y flores, más grandes y complejas, ubicadas en los grupos de gimnospermas y angiospermas, en donde la heterosporia y la producción de semillas han jugado un papel muy importante en su evolución (cuadro 1).

La diversidad de las plantas terrestres (embriofitas) es considerada como resultado de la evolución y se ve unificada por la presencia de un embrión en todas las plantas con dependencia nutrimental del gametofito materno, un ciclo de vida con la alternancia de una fase gametofítica y una esporofítica y la presencia de esporopolenina: un compuesto químico impermeable que protege a las esporas de la desecación y cuya presencia es una evidencia fiel de la presencia de las plantas sobre la superficie terrestre, es decir, fuera del agua. Estos caracteres unificadores permiten considerar las plantas como un grupo monofilético que evolucionó de un ancestro emparentado con el grupo actual de las carofitas en donde se ubica *Coleochaete*, considerado como grupo hermano de las embriofitas.

Un pilar importante de la evolución es la variación genética. El botáni-

co George Ledyard Stebbins menciona que se necesita un alto grado de variación para que haya avances evolutivos. Las mutaciones, la recombinación genética y el flujo de genes son las bases de tal variación, y se pueden maximizar cuando se presenta hibridación y poliploidía (como eventos ligados o independientes) entre los taxones, por lo que la hibridación y la poliploidía son fuentes de variación sobre las cuales puede actuar la selección natural (estos dos fenómenos son el motivo del presente escrito, destacándose la importancia que han tenido en la formación de nuevas especies vegetales y en la diversidad de las plantas).

La hibridación natural

La hibridación natural es un fenómeno importante de la evolución en plantas, también es conocido como evolución reticulada o reticulación; incluso, desde el siglo XVIII, Linneo introdujo la idea de que podían crearse nuevas especies como producto de la hibridación. El botánico Verne Grant definió la hibridación como el cruzamiento al azar entre poblaciones que tienen una historia previa de aislamiento ecológico, es decir, están apartadas porque tienen requerimientos ambientales diferentes o por aislamiento reproductivo o bien por ambos. La hibridación se pue-



de presentar cuando los progenitores tienen una distribución simpátrida o cuando especies cercanas que tendían a divergir restablecen contacto a lo largo de una zona geográfica, la cual comúnmente es llamada zona híbrida.

La hibridación, aunque es rara en animales, se puede presentar en algunos grupos como peces y anfibios, pero los zoólogos concluyen que ésta no tiene una función importante en la evolución animal; por el contrario, en plantas ha sido reconocida como un fenómeno natural y ampliamente distribuido en varios grupos.

La poliploidía en helechos y angiospermas es considerada como un fenómeno comúnmente asociado a la hibridación y por lo tanto se interpreta como una evidencia de que esta última ha desempeñado un papel muy importante en la historia filogenética de muchas plantas. Walter Stephen Judd y sus colaboradores botánicos han estimado que existen alrededor de 70 000 taxo-





nes híbridos de plantas en la naturaleza, como lo son las familias Asteraceae (*Antennaria*, *Bidens*, *Helianthus*), Cupressaceae (*Juniperus*), Fagaceae (*Quercus*), Pinaceae (*Pinus*), Poaceae (*Poa*), Polypodiaceae (*Asplenium*) y Rosaceae (*Crataegus*, *Rosa*, *Rubus*).

Características de los híbridos

Algunos taxónomos consideran que los híbridos se reconocen fácilmente por la presencia de características intermedias respecto de las especies progenitoras; sin embargo el botánico Loren Rieseberg menciona que no siempre es así y que aunque ciertos caracteres efectivamente son intermedios, otros son extremos respecto a los padres (transgresivos) y otros más pueden ser caracteres novedosos, resultando mosaicos complejos de caracteres en híbridos.

¿Cómo se reconocen los híbridos y quién los reconoce? Los híbridos pueden ser detectados en un principio por

la experiencia de un taxónomo. Inicialmente se reconocen caracteres morfológicos mezclados de especies definidas taxonómicamente o mosaicos de caracteres de las mismas. Posteriormente, el análisis de datos cuantitativos mediante métodos estadísticos permite tener más herramientas para proponer hibridación. La utilización de procedimientos más sofisticados, como los marcadores moleculares, corrobora y da a conocer más detalles sobre los supuestos híbridos. Estos criterios no son excluyentes y en la mayoría de los casos se pueden utilizar los tres para apoyar las hipótesis de origen híbrido de algunos individuos o taxones. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que cuando se encuentran taxones con caracteres intermedios o con un mosaico de caracteres, éste patrón puede deberse al fenómeno de evolución por divergencia, en donde la especie ancestral que da origen a dos especies que divergen puede tener características mezcladas de las dos derivadas;

nada tendría que ver, por tanto, este hecho con el fenómeno de hibridación. Según Wagner y Macdade, la única forma ineludible de demostrarla es mediante una cruce experimental de los posibles padres y la comparación de la descendencia resultante con los casos naturales conocidos.

Se ha generalizado que los híbridos de la primera generación (F1) presentan vigor híbrido, el cual es evidente porque los híbridos son organismos que pueden tener descendencia fértil y son más resistentes y mejor adaptados a condiciones ambientales intermedias o extremas con respecto de las que ocupan las especies progenitoras. Sin embargo, esto no siempre es así, ya que el híbrido puede tener igual, mejor o peor adaptación y adecuación que los progenitores.

Asociado a lo anterior está el hábitat en el que se desarrollan los híbridos. Se considera que éste debe ser intermedio respecto del que tienen los padres o bien debe ser un ambiente extremo y desocupado para no competir con las especies paternas. De hecho, se considera que en la naturaleza las recombinaciones híbridas pueden perpetuarse en hábitats intermedios o extremos que estén disponibles (desocupados), resultantes de perturbaciones naturales o provocadas por el hombre. De esta forma se establecen híbridos bien adaptados a tales condiciones, en donde no competirán con las especies paternas. Petit y colaboradores señalaron que la hibridación es un mecanismo que le permite a los organismos invadir nuevos hábitats.

En el aspecto taxonómico, la hibridación y la posible introgresión oscurecen los límites taxonómicos de los grupos en cuestión, conduciendo a la formación de "grupos taxonómicos difíciles". Los problemas prácticos sur-

GRUPO TAXONÓMICO	DIVERSIDAD MUNDIAL ESTIMADA EN ESPECIES
briofitas (hepáticas, antoceros y musgos)	10 000-12 000
pteridofitas (licopodios, equisetos y helechos)	10 000-15 000
gimnospermas	700
angiospermas	280 000

Cuadro 1. Diversidad de especies en los grandes grupos de plantas.

gen cuando se trata de ubicar a tales híbridos en un sistema de clasificación taxonómica o en un esquema que refleje sus relaciones de parentesco, ya que tanto los límites morfológicos (que son la base del reconocimiento de especies taxonómicas) como los límites biológicos están siendo quebrantados. No hay límites claros (ni morfológicos ni reproductivos) que permitan delimitar sin problema las especies y sus descendientes cuando se trata de un complejo híbrido.

Es necesario tratar con mucha precaución la inclusión de híbridos en los análisis filogenéticos. Estos análisis generalmente tienen como base métodos cladísticos que presuponen una evolución por divergencia y no por reticulación (hibridación). Varios autores argumentan que incluir híbridos en un análisis filogenético conducirá a aumentar la homoplasia, a tener un número mayor de cladogramas igualmente parsimoniosos que se colapsarán en árboles de consenso pobremente resueltos y a la distorsión de patrones de relación. Otros autores, como Mcdade y Morgan, argumentan que los híbridos

deben ser incluidos en un análisis taxonómico desde el principio, ya que no distorsionan los resultados cladísticos excepto cuando son numerosos o cuando proceden de linajes muy distintos. Asimismo, Mcdade menciona que los cladogramas resultantes de evidencia total en donde se incluye tanto información morfológica como datos moleculares nucleares y de cloroplasto pueden revelar algunas incongruencias que permitirían inferir el posible origen híbrido de algunos taxones.

Consecuencias de la hibridación

Desde el punto de vista evolutivo, la hibridación tiene tres consecuencias principales: mantiene, destruye y crea diversidad.

Mantenimiento de la diversidad. La hibridación puede contribuir al mantenimiento de la diversidad reforzando los mecanismos de aislamiento reproductivo, ya que cuando dos especies cercanas se establecen en simpatria pueden, por ejemplo, modificar los colores originales de sus flores, atrayendo así a polinizadores diferentes o bien desplazando los tiempos de floración de una con respecto a la otra; finalmente, si los híbridos se llegaran a formar no serían viables.

Destrucción de la diversidad. Debido al flujo interespecífico de genes, se considera que la hibridación puede resultar en una inversión de la divergencia evolutiva. De esta forma, dos taxones bien diferenciados pueden convertirse en uno mediante la hibridación que permite el flujo de genes entre ellos (figura 1). Un ejemplo es el caso de *Gilia capitata*, mencionado por Judd y colaboradores. Esta especie comprende ocho razas geográficas en la costa pacífica de Norteamérica, tres de éstas son



absolutamente diferentes y se podrían reconocer como taxones distintos de no ser por la existencia de formas intermedias producidas por la hibridación entre ellas. Se presume que las tres razas distintas lograron un nivel máximo de divergencia en el Plioceno y posteriormente el flujo génico entre ellas creó una especie con un gradiente continuo de razas.

Creación de diversidad. La formación de híbridos esporádicos fértiles (F1), seguida de introgresión hacia una de las especies paternas, permite la donación de material genético de una especie donante a una especie receptora, lo cual conduce a que la especie receptora incremente su diversidad genética (figura 2). Un dato interesante de esta consecuencia es que la infiltración de genes de la especie donante a la espe-





cie receptora es más restringida cuando las especies están diferenciadas con respecto de los arreglos cromosómicos que cuando poseen cromosomas similares. Asimismo, un ejemplo de esta consecuencia se presenta entre especies cultivadas y silvestres, los genes de una especie silvestre pueden ser transferidos a una especie cultivada o viceversa por medio de la hibridación, de esta forma el flujo de genes facilita la evolución tanto de plantas silvestres como de las formas cultivadas. Se ha demostrado que después de varias generaciones los genes donados pueden ser fijados en la especie receptora. Los

híbridos formados pueden ser o no fértiles, en el primer caso se pueden reproducir por autofecundación, cruzamiento entre hermanos o retrocruza (introgresión o cruzamiento con los progenitores); estos dos últimos casos resultan en la formación de una serie de especies o semiespecies (poblaciones en etapa de divergencia) ligadas por la hibridación frecuente u ocasional en la naturaleza, que reciben el nombre de singameón, (figura 3).

El alto grado de diversidad que presentan muchos taxones como *Quercus*, *Gilia*, la familia Compositae, algunas monocotiledóneas y helechos, en par-

te puede deberse a la plasticidad fenotípica y fisiológica que los individuos habrían adquirido al pertenecer a grupos en los que se presenta reincidentemente la hibridación. Los híbridos pueden poseer caracteres que se asocian a la tolerancia de algún tipo de estrés y de esa forma pueden funcionar como poblaciones fundadoras para el surgimiento de nuevas especies. El establecimiento de una nueva especie cuyo origen es híbrido dependerá a su vez de la estabilización de su reproducción, lo cual puede ser mediante propagación vegetativa o reproducción sexual.

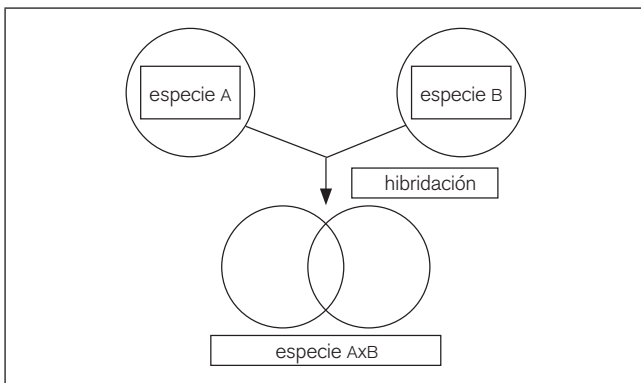


Figura 1. Reducción de diversidad biológica por la formación de una especie a partir de dos mediante hibridación.

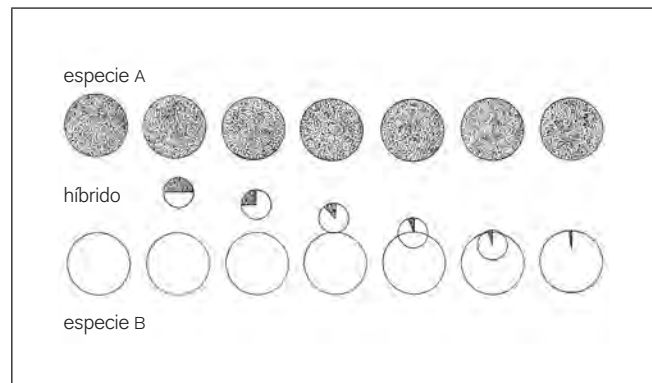


Figura 2. Introgresión entre dos taxones. Tomado y modificado de Briggs y Walters, 1997.

Aspectos de reproducción en plantas

En el tipo de reproducción llamada propagación vegetativa se conserva la combinación genética de los padres o individuos originales. Prácticamente cualquier parte de la planta es capaz de producir nuevos individuos mediante mitosis y diferenciación celular en condiciones naturales. Este tipo de reproducción en híbridos evita problemas cromosómicos que se pudieran presentar en el momento de llevarse a cabo la meiosis y el apareamiento de homólogos. Además, si el híbrido en particular presenta ciertas ventajas para un determinado ambiente, entonces se podrá perpetuar sin problemas ni variación. Sin embargo, cualquier cambio ambiental pondrá en riesgo de extinción a la población híbrida, ya que no hay variación genética para enfrentar los cambios.

La autofecundación es un tipo de reproducción sexual, pero en ésta los gametos masculinos de un individuo fecundan a los gametos femeninos del mismo individuo, conduciendo a la formación de individuos homocigos con variación genética reducida o nula. Este tipo de reproducción es frecuente en briofitas monoicas, helechos homosporos



ricos y varios grupos de angiospermas. Por otro lado, la fecundación cruzada permite una mayor variación genética pero, si la población es pequeña, habrá también una tendencia a la formación de homocigos.

La fertilidad de los híbridos puede verse reducida debido a que éstos presentan juegos de cromosomas que provienen de dos taxones y por lo tanto tienen diferencias estructurales que no les permiten un adecuado apareamiento cromosómico durante la meiosis. Según Grant y Stebbins, los híbridos parcialmente estériles pueden solucionar este problema al dar origen por segregación y recombinación a nuevos tipos recombinantes homocigos que son fértiles entre sí pero estériles respecto de sus especies progenitoras; esta explicación recibe el nombre

de modelo de cromosomas o modelo de especiación por recombinación. Rieseberg, Buerkle y colaboradores retomaron este modelo con algunas variantes y señalaron que si los híbridos F1 presentan introgresión o reproducción sexual entre hermanos híbridos, esto produciría aproximadamente 1% de combinaciones nuevas y balanceadas, lo cual, aunque es un porcentaje bajo, podría ser suficiente para obtener arreglos balanceados en los cromosomas de la siguiente generación, restaurando la fertilidad en la generación F2.

La nueva recombinación genética funciona como una barrera o un mecanismo de aislamiento reproductivo con respecto de las especies progenitoras, conduciendo así a un evento de especiación sin modificación del número

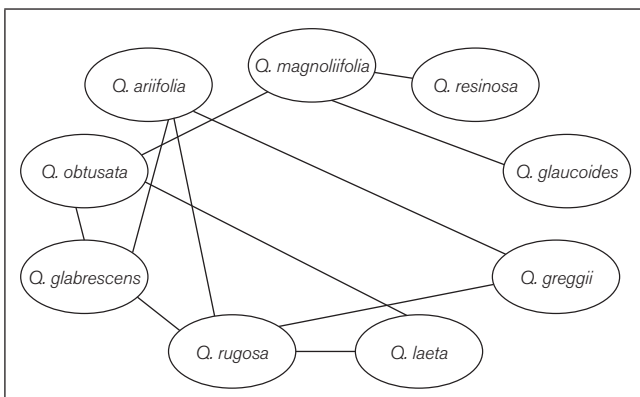


Figura 3. Singameón del género *Quercus* en Estados Unidos. Las líneas indican las relaciones de hibridación que presentan las especies involucradas. Tomado de Grant, 1989.

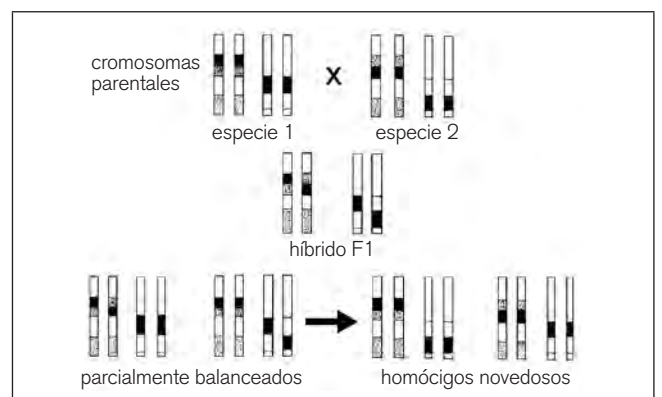


Figura 4. Representación esquemática del modelo de especiación por recombinación. Las especies difieren por dos cromosomas. Tomado y modificado de Buerkle y colaboradores, 2000.



cromosómico (figura 4). Cabe aclarar que la rápida evolución de los cromosomas y el hábitat disponible para los híbridos son factores determinantes en la especiación por hibridación, ya que si los híbridos están en simpatria con las especies progenitoras, la especiación será difícil.

Otro mecanismo que puede contribuir al restablecimiento de la fertilidad en los híbridos para que el proceso meiótico se realice adecuadamente es la duplicación del complemento cromosómico del híbrido, es decir, que se presente la apoliploidía; de esta forma los cromosomas tendrán un bivalente para aparearse, producto de su duplicación, permitiendo la reproducción sexual de los híbridos y el aislamiento reproductivo inmediato con relación a las especies progenitoras. La aloploidía es reconocida como una de las formas de especiación de algunos grupos de plantas como los helechos.

Poliploidía

La poliploidía es la duplicación de juegos completos de cromosomas básicos y puede ser o no un proceso complementario a la hibridación. Al igual que la hibridación, la poliploidía es rara en animales y en plantas es un fenómeno común. Aunque no hay un acuerdo en cuanto a la proporción de poliploides en angiospermas, algunos autores como Stebbins han estimado que entre 30 y 35% de las plantas son poliploides, mientras Grant considera que aproximadamente 45% lo son, y Goldblatt y

Lewis estiman que los poliploides en plantas pueden ascender hasta 80%; Bennett señala que el intervalo de 30 a 50% de plantas poliploides (obtenido de la diferencia entre los datos más y menos conservadores) corresponde a más de 100 000 especies y ello puede ser un error grande al analizarlo a la luz de la evolución de plantas. La poliploidía es más frecuente en algunos grupos que en otros; en gimnospermas es rara, se estima que sólo 15% de las especies la presenta, pero en monilofitas (helechos) se calcula que aproximadamente 95% son poliploides, entre ellas *Ophio-*

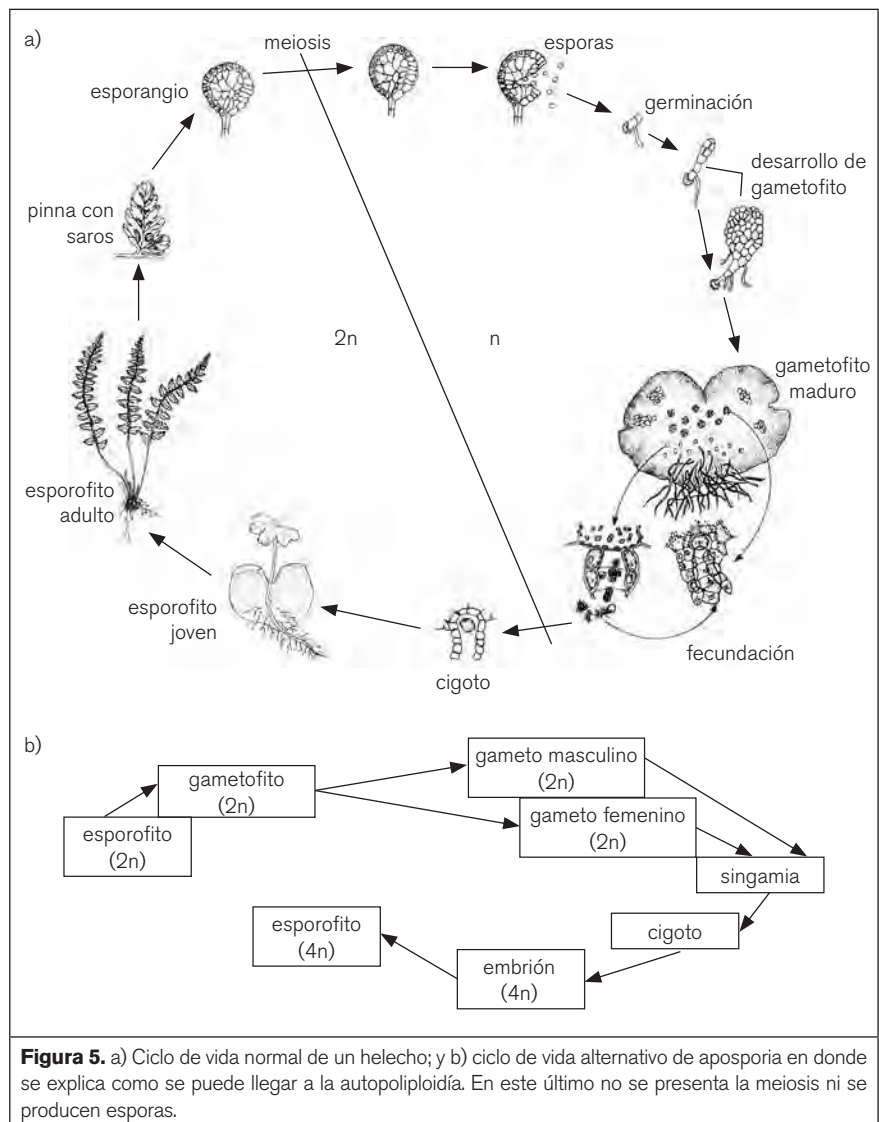


Figura 5. a) Ciclo de vida normal de un helecho; y b) ciclo de vida alternativo de aposporia en donde se explica como se puede llegar a la autoploidía. En este último no se presenta la meiosis ni se producen esporas.





glossum reticulatum (helecho conocido como lengua de víbora) presenta el número cromosómico más elevado de todos los organismos pluricelulares: 1 440 cromosomas en su número diploide, una ploidía de 96 (96x). En musgos se acepta que la poliploidía puede ser de alrededor de 80%, y en angiospermas se cree que puede ir de 30 a 80% (entre ellas, *Sedum suaveolens* alcanza un número cromosómico diploide de 640, una ploidía de 80 (80x).

Otros taxones con poliploidía frecuente son el género *Rumex*, en donde el número cromosómico básico es 10, y *R. sanguineus* presenta 40 cromosomas, mientras *R. obtusifolius* tiene 200 (especies consideradas 4x y 20x respectivamente). En los géneros *Solanum* y *Chrysanthemum* se han observado series de poliploidía que involucran diferentes especies; en el primero las hay con 24, 36, 48, 60, 72, 96, 120 y 144 cromosomas, mientras en el segundo el número básico es nueve ($x=9$) y existen diferentes especies con $2n=18, 36, 54, 72, 90$ y 198.

La poliploidía en plantas puede originarse mediante dos vías: autoploidía y alopoliploidía. La primera es la multiplicación del mismo juego de cromosomas y se trata de un fenómeno

relativamente común. Un ejemplo es el ciclo de vida básico de los helechos (figura 5a) y el ciclo alternativo de aposporia (figura 5b).

La alopoliploidía es la multiplicación de juegos de cromosomas que provienen de diferente taxón, es decir, después de la hibridación sigue el proceso de duplicación de cromosomas. Como ya se mencionó, los cromosomas de un híbrido, por el hecho de provenir de dos especies, presentan diferencias que no permiten que se lleve a

cabó adecuadamente el apareamiento cromosómico durante la meiosis, originando una distribución desproporcionada de los cromosomas en las cuatro células resultantes (esporas), las cuales no serán viables. Una forma de que los híbridos puedan reproducirse sexualmente y realicen una meiosis exitosa es mediante la duplicación de sus cromosomas: la poliploidía (figura 6).

Experimentalmente se han obtenido células poliploides; cuando éstas son tratadas en anafase mitótica con colchi-

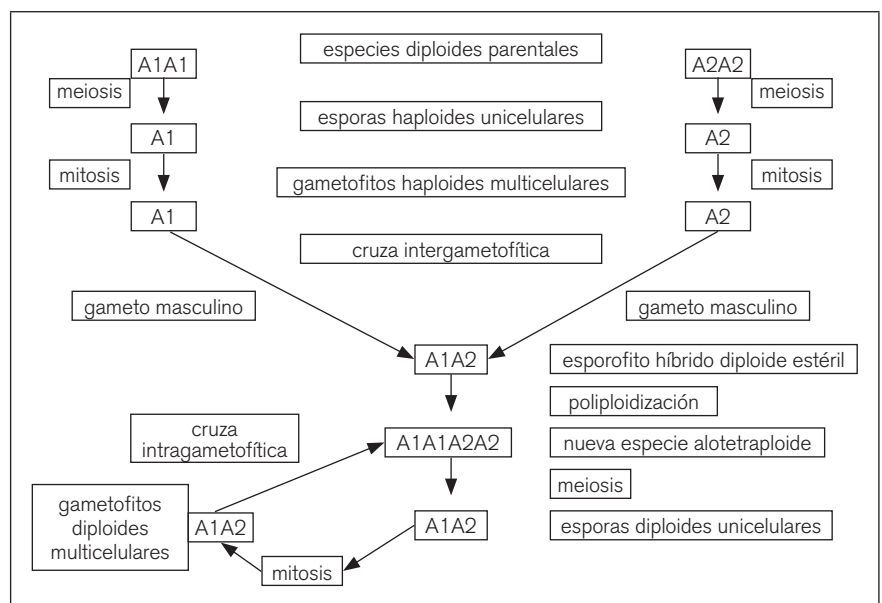


Figura 6. Mecanismo propuesto para explicar la alopoliploidía en plantas. Tomado de Haufler, 2002.



cina, los cromosomas bivalentes no se separan y en las células que resultaron de esta mitosis el número cromosómico se duplica (figura 7).

La poliploidía ha jugado un papel fundamental en la especiación y diversificación de algunos linajes, ya que provee de material genético redundante que puede mutar en genes nuevos y adaptados, además almacenan variación genética adicional en sus cromosomas homólogos en donde pueden actuar las fuerzas de selección. Soltis y sus colaboradores mencionan que las tasas de diversificación son más altas en los linajes poliploides que en los di-

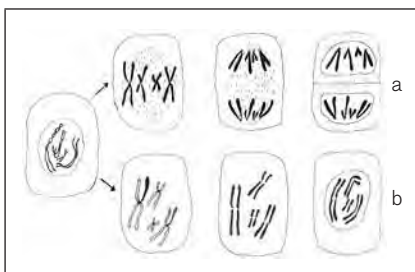


Figura 7. Células que realizan mitosis en un medio de colchicina. Tomado y modificado de Briggs y Walters 1997.

ploides y que en angiospermas hay una relación entre eventos de duplicación de genoma y grandes diversificaciones; además, enfatizan el papel de la poliploidía como un macrodiversificador y aunque todavía con reservas, señalan que el éxito de algunos taxones puede ser debido a la poliploidía.

Frecuencia de poliploides

Los estudios que se han realizado sobre la frecuencia y la distribución de los poliploides muestran que hay una mayor cantidad de éstos hacia latitudes mayores, en donde tienen resistencia a condiciones severas, particularmente al frío. Con base en esto, Stebbins elaboró la llamada hipótesis de contacto, que establece que durante el Plioceno y el Pleistoceno, hace 5 o 6 millones de años, las plantas tuvieron respuestas a condiciones cambiantes y evolucionaron razas y especies, incrementando su tolerancia al frío y a las noches árticas. Durante las glaciaciones del Pleistoceno las poblaciones alpinas colonizaron altitudes bajas mientras que las

poblaciones norteñas se movieron hacia el sur. Se produjeron varios contactos de manera intermitente. La hibridación entre poblaciones separadas, acompañada o seguida de poliploidía o introgresión, generó nuevas razas y especies, algunas de las cuales se adaptaron a nuevas condiciones. Estas nuevas razas o especies son las que actualmente forman la flora alpina ártica.

La hipótesis anterior es solamente una explicación de la importancia que han tenido los fenómenos de hibridación y poliploidía en plantas. El hecho de que estos fenómenos aparentemente tengan mayor presencia en latitudes mayores, podría ser sólo parcialmente cierto, ya que debe tenerse en cuenta que la mayoría de las investigaciones se han realizado en zonas templadas. No debe sorprendernos que cuando haya más estudios al respecto en países o regiones ubicadas en latitudes menores, la hibridación y la poliploidía resulten también numerosas. Un dato curioso referente a la flora hawaiana es que ésta tiene una alta incidencia de linajes poliploides, la mayoría de los cuales evolucionaron antes de que colonizaran Hawái. Esta flora ha sido ampliamente estudiada y se ha encontra-



do que pueden ser autopoliploides o aloploploides y que los linajes tienen una variación morfológica y ecológica extensa que les ha permitido colonizar la isla.

Finalmente, enfatizamos la importancia evolutiva que pueden tener la

hibridación y la poliploidía como fuentes de variación genética, por lo que, consecuentemente, han contribuido ampliamente a la diversidad vegetal del planeta. 🌱



Gabriel Flores Franco

Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Karla Vega Flores

Ricardo Aguirre López

Susana Valencia Ávalos

Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México.

AGRADECIMIENTOS.

A César Alejandro García Jaramillo por la edición de imágenes. A Jaime Jiménez Ramírez por la lectura crítica del escrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barton, N. H. y G. M. Hewitt. 1985. "Analysis of hybrid zones", en *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, núm. 16, pp. 113-148.
Briggs, David y Stuart M. Walters. 1997. *Plant Variation and Evolution*. Cambridge University Press, Reino Unido.
Buerkle, C. Alex et al. 2000. "The likelihood of homoploid hybrid speciation", en *Heredity*, núm. 84, pp. 441-451.

Grant, V. 1989. *Especiación vegetal*. Limusa, México.
Hauffer, Christopher. 2002. "Homospory 2002: an odyssey of progress in pteridophyte genetics and evolutionary biology", en *BioScience*, vol. 52, núm. 12, pp. 1081-1093.
Judd, Walter S. et al. 2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Sunderland.
McDade, Lucinda. 1990. "Hybrids and phylogenetic systematics I. Patterns of character expression in hybrids and their implications for cladistic analysis", en *Evolution*, vol. 44, núm. 6, pp. 1685-1700.
_____. 1992. "Hybrids and phylogenetic systematics II. The impact of hybrids on cladistic analysis", en *Evolution*, vol. 46, núm. 5, pp. 1329-1346.
_____. 1997. "Hybrids and phylogenetic systematics III. Comparison with distance methods", en *Systematic Botany*, vol. 22, núm. 4, pp. 669-684.
Petit, Rémy J. et al. 2003. "Hybridization as a mechanism of invasion in oaks", en *New Phytologist*, vol. 161, núm. 1, pp. 151-164.
Rieseberg, Loren H. 1995. "The role of hybridization in evolution: old wine in new skins", en *American Journal of Botany*, vol. 82, núm. 7, pp. 944-953.
_____. 1997. "Hybrid origins of plant species", en *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, núm. 28, pp. 359-389.

Sang, Tao y Daming Zhang. 1999. "Reconstructing hybrid speciation using sequences of low copy nuclear genes: hybrid origins of five *Paeonia* species based on Adh gene phylogenies", en *Systematic Botany*, vol. 24, núm. 2, pp. 148-163.

Soltis, Douglas et al. 2009. "Polyploidy and Angiosperm diversification", en *American Journal of Botany*, vol. 96, núm. 1, pp. 336-348.

Stebbins, G. Ledyard. 1984. "Polyploidy and the distribution of the alpine flora; new evidence and a new approach", en *Botanica Helvetica*, núm. 94, pp. 1-13.

IMÁGENES

P. 76: *Pintura japonesa de un mono*. P. 77: Kawahara Keiga, *Nelumbo nucifera*, 1823-1829. P. 78: Shoko Uemura, *Inicios del otoño*, 1941. P. 79: Ogata Gekkō, *Bijin meisho awase*, 1897; Kawahara Keiga, *Wisteria*, 1823-1829. Pp. 80: Katsushika Hokusai, *Planta de taro*, s. XIX; Kawarasaki Shōdō, *Calla lily*, s. XX; p. 81: *Surimono*, ca. 1801. P. 83: Gesshō Chō, *Fiddlehead fern*, ca. 1798. P. 83: Kiyoshi Saito, *Sin título*. Hirokazu Fukuda: p. 83, *Eulalia grass*; p. 84: *Puesta de sol en la ciudad antigua*, s. XX; Kawahara Keiga, *Cypripedium macranthum*, 1829-1829.

HYBRIDIZATION AND POLYPLOIDY IN PLANTS

Palabras clave. Hibridación, poliploidía, embriofitas, diversidad, variación genética.

Key words. Hybridization, polyploidy, embryophytes, diversity, genetic variation.

Resumen. La diversidad de las plantas terrestres asciende a más de 300 000 especies, confiriéndoles ser uno de los grupos más exitosos de seres vivos. En este escrito se describen los fenómenos de hibridación y poliploidía en plantas y se presentan como mecanismos que pueden maximizar la variación genética y proporcionar material sobre el que puede actuar la selección natural, trayendo como consecuencia la promoción de la radiación, la especiación y el incremento de la diversidad en plantas.

Abstract. The diversity of land plants amounts to more than 300 000 species, making them one of the most successful groups of living things. This article describes the phenomena of hybridization and polyploidy in plants and their relevance as mechanisms which can maximize genetic variation and provide material on which natural selection can act, resulting in the promotion of radiation, speciation, and the increase of diversity in plants.

Gabriel Flores Franco es egresado de la carrera de biología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Ha participado en diversos proyectos de investigación en el Herbario Nacional y en el Herbario de la Facultad de Ciencias. Participó impartiendo el taller de Sistemática de Angiospermas que se inscribe como parte del plan de estudios de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Actualmente es técnico del Herbario humo de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Karla Vega Flores es egresada de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Participó en la impartición del taller de Sistemática de Angiospermas que se inscribe como parte del plan de estudios de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Fue profesora de carrera de tiempo completo en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Actualmente participa en un proyecto de investigación en el Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Ricardo Aguirre López es estudiante de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. En el Herbario de la misma facultad realizó estudios taxonómicos en botánica, particularmente con la familia Iridaceae en donde se presentan varios casos de hibridación. Estudió una segunda carrera, relaciones internacionales, que es la que actualmente ejerce.

Susana Valencia Avalos es egresada de la carrera de bióloga de la Facultad de Ciencias de la UNAM y de la maestría y doctorado en la misma institución. Es técnico académico del Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM y en la carrera de biología de la misma institución ha impartido las materias de Botánica, Biología de plantas y el Taller de sistemática de angiospermas. Actualmente participa en proyectos de investigación sobre diversidad y riqueza de fanerógamas con énfasis en el género *Quercus*.

Recibido el 8 de agosto de 2005; aceptado el 13 de junio de 2013.