

Las plantas fósiles nos enseñan la historia del Reino Vegetal



Dr. Leandro C. A. Martínez
Lic. Daniela P. Ruiz

Las plantas actuales son el resultado de millones de años de evolución. La Paleobotánica es la disciplina encargada de estudiar la historia del Reino Vegetal, la cual basa sus estudios en fósiles de plantas. Los distintos tipos de fósiles (permineralizaciones, impresiones, momificaciones, etc.), pertenecientes a diferentes órganos (tallos, raíces, hojas, etc.), evidencian la aparición de los diversos grupos vegetales a lo largo de la historia de la Tierra y de cómo estos fueron sufriendo variaciones tanto morfológicas como estructurales. Tales cambios repercutieron continuamente en los ecosistemas terrestres a nivel global, haciendo que éstos también se modifiquen con el tiempo.

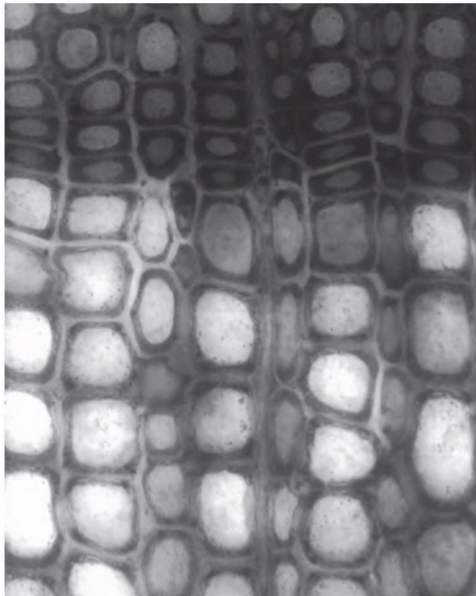
Las plantas fósiles: ¿qué...? ¿cómo...?

Las plantas como las conocemos hoy son el producto de millones de años de evolución y han estado sujetas a los diversos cambios que se sucedieron a lo largo de la historia de la vida en la Tierra.

Los registros más antiguos de algas afines a las plantas verdes poseen una antigüedad de 850 Millones de años en el Proterozoico Medio y Superior. Sin embargo, fue durante el Período Silúrico (hace unos 425 millones de años) cuando las plantas conquistaron la tierra firme y con ello se produjo una revolución en las formas de vida. Desde

entonces y hasta la actualidad, numerosos grupos de plantas han existido, desarrollado y extinguido en el planeta.

Pero antes de continuar, ¿cómo sabemos todo esto? La respuesta es simple, toda información proviene a través de los fósiles. Entonces, abordemos otra pregunta ¿qué son los fósiles? Los fósiles son cualquier organismo o resto de los mismos que se preserva en la corteza terrestre, o también el producto de su actividad. Dicho en otras palabras, los fósiles son cualquier evidencia de vida prehistórica.



1. Corte transversal de una madera permineralizada del Cretácico de Neuquén, en donde se hallan preservadas las paredes celulares.

Los fósiles más popularmente conocidos son aquellos pertenecientes a los dinosaurios y megamamíferos. Contrariamente a lo que podría pensarse, los fósiles vegetales se encuentran en forma abundante siendo la Paleobotánica la disciplina que se encarga de estudiarlos, como así también de reconstruir la historia y evolución del Reino Vegetal.

La abundancia de los fósiles vegetales se debe a una cualidad que presentan todas las plantas en sus células: la pared celular. A diferencia de los animales, las células de las plantas están cubiertas por una pared celular, la cual funciona a modo de un esqueleto externo, impartándole cierto grado de rigidez. La pared celular está compuesta fundamentalmente de celulosa y esta sustancia tiene una característica especial: no se degrada fácilmente en el medio ambiente, lo cual representa un excelente requisito para la fosilización.

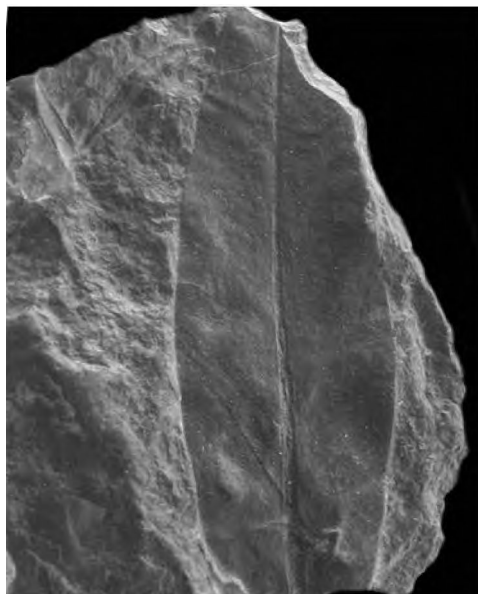
Generalmente, los fósiles vegetales nunca se preservan enteros, lo cual representa una complicación. Lo habitual es encontrar partes aisladas (hojas, o tallos, o granos de polen, etc.) y además cada parte suele tener una forma particular de fosilizarse, generando así distintos tipos de fósiles. Por ejemplo, en un árbol con sus distintos órganos (raíz, tallo, hojas, flores, frutos, semillas, esporas, granos de polen) comúnmente se separan al momento de morir o a veces antes. Algunas partes como las raíces y los tallos, o las hojas con las ramas, pueden hallarse unidas, lo que se conoce como “conexión orgánica”. Sólo en estos casos, o cuando se encuentran los órganos aislados pero en una misma zona (“asociación orgánica”), es posible llegar a una probable reconstrucción de cómo habría sido la planta completa en vida, de lo contrario, los estudios se realizan a partir de órganos aislados.

¿Cómo se fosilizan las plantas?

Como se mencionó anteriormente, las plantas se fosilizan de distintas formas, y por ende, generan distintos tipos de fósiles, entre los que se destacan las permineralizaciones, impresiones-compresiones y momificaciones.



2. Corteza de *Lepidodendron* sp. (Lycophyta arbórea del Carbonífero del Hemisferio Norte). Colección didáctica - División Paleobotánica (FCNyM - UNLP).



3. Hoja de *Glossopteris*. Colección didáctica - División Paleobotánica (FCNyM - UNLP).

Las permineralizaciones son uno de los tipos más sorprendentes y llamativos de fósiles (Fig. 1). En ellos, los órganos conservan su forma y estructura, además de las características de sus tejidos y hasta detalles de sus células en algunos casos. Las permineralizaciones se forman por el relleno de los espacios vacíos de las células con fluidos ricos en sílice, que luego de determinados procesos químicos se solidifican volviéndose roca.

Los órganos más frecuentemente preservados de esta manera son los tallos, troncos y raíces, que en ocasiones pueden llegar a fosilizarse en grandes cantidades, incluso formando "Bosques petrificados". También es posible encontrar frutos, semillas y menos comúnmente hojas.

Las impresiones son uno de los tipos más comunes en que se fosilizan las plantas. No son más que la marca o huella dejada por las hojas u otros órganos al caer y depositarse sobre una superficie blanda (margen de un lago o río), que luego son cubiertas por otras capas de sedimento. Con el paso del tiempo las hojas pueden desintegrarse por completo pero, si nada perturba el lugar, el sedimento al endurecerse preservará la marca dejada por la hoja. En algunos casos sin embargo, el tejido vegetal no se desintegra por completo, dejando una película orgánica (carbón y cu-

tícula) del tejido original de la hoja sobre la impresión, conformando lo que se conocen como impresiones-compresiones.

Por último, las momificaciones, son muy comunes pero menos conocidas por el público. En este tipo de fósil, se preservan tanto la composición como la estructura del organismo, un ejemplo popular es el de insectos en ámbar o los mamuts congelados de Siberia. Pero, en lo referente a los vegetales, son los granos de polen y esporas (palinomorfs) los que se preservan como momificaciones. Éstos son microscópicos pero muy abundantes, dando una valiosa y variada información.

Los granos de polen se preservan fácilmente ya que están recubiertos por esporopolenina, que es una de las sustancias más resistentes de la naturaleza con una composición química muy variada (terpenos, ácidos grasos, fenoles, carotenoides, etc.).

De esta manera, en base a los restos polínicos hallados en la roca, podemos tener una idea de la composición de la flora fósil.

Las primeras plantas

Las plantas forman un gran grupo conocido generalmente como Reino Vegetal, con

Los primeros bosques: una revolución en los ecosistemas

Durante el Devónico aumentó notablemente la diversidad florística. En este Período ya existían los antecesores de los helechos modernos (Filicophytas), colas de caballo (Equisetales), licopodios herbáceos y arbóreos (Lycophytas, Fig. 2) y las primeras plantas con semilla.

Entre los fósiles que marcan un hito en el Devónico se encuentran aquellos provenientes del yacimiento de Gilboa, en el Estado de Nueva York (Estados Unidos). Los fósiles allí encontrados eran plantas de unos 8 metros de altura asignados al género *Wattiesia*; estas plantas tenían un aspecto similar a una palmera. Por su abundancia y concentración son consideradas como las primeras plantas formadoras de bosques en el planeta. Sin embargo, *Wattiesia* no tiene relación con los árboles modernos, sino que está emparentada con los helechos.

En el Devónico también aparecen los primeros árboles con una fisionomía semejante a los actuales. Sus primeros representantes se conocen como *Archaeopteris* (¡No confundir con el ave antigua *Archaeopteryx*!) y aunque

poseían un leño semejante a ciertos árboles modernos, sus hojas se asemejaban más a las de los helechos y hasta se reproducían por medio de esporas. Estos árboles fueron de marcada importancia, porque también con ellos hacen su aparición las primeras raíces verdaderas, las cuales sirvieron no sólo para anclar a las plantas de mayor porte al suelo, sino también para crear suelos a partir de los sustratos hasta entonces mayormente rocosos.

La presencia y el desarrollo de los Bosques no sólo incrementaron el número de ambientes en el planeta, sino que se desarrollaron nuevas formas de vida y con nuevas adaptaciones, más acordes a estos nuevos hábitats.

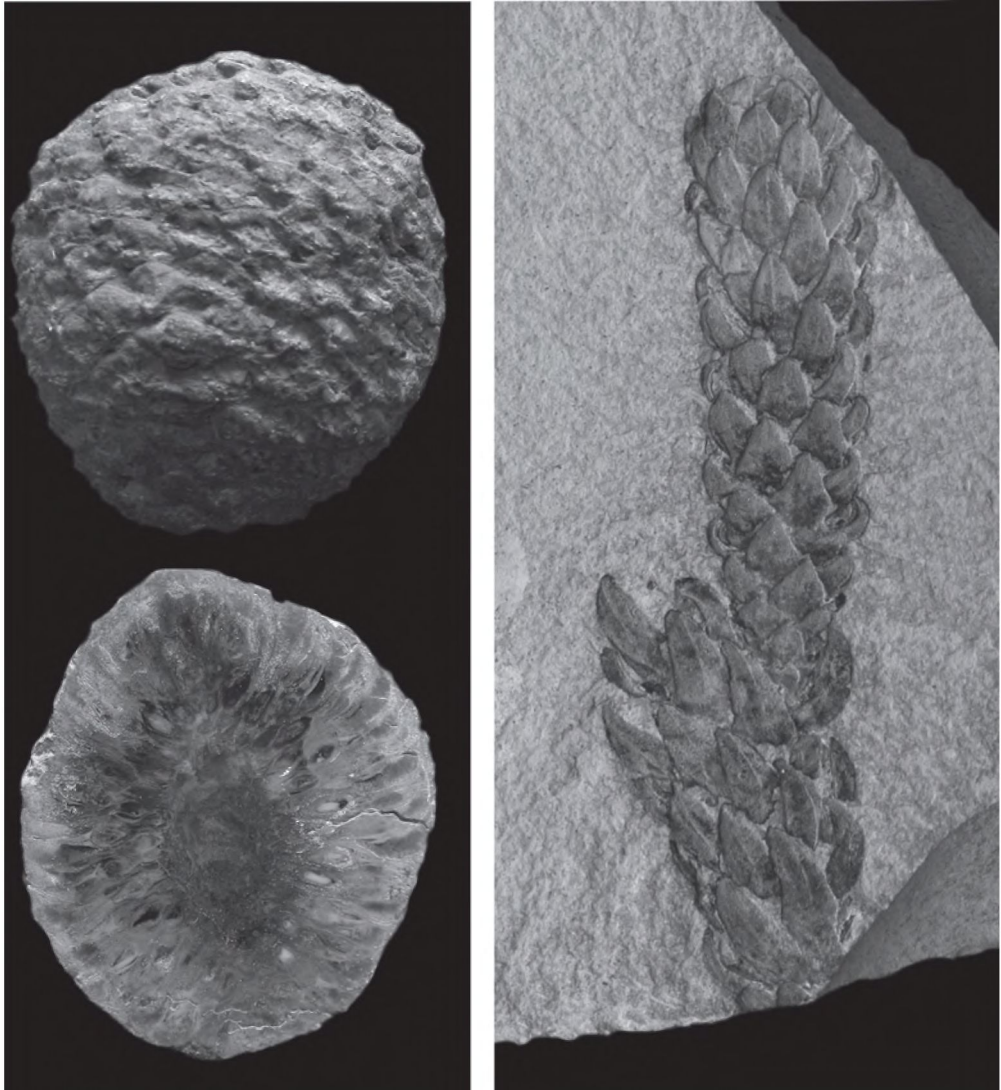
En el Carbonífero se produjo un nuevo pulso de diversificación en los ecosistemas terrestres, en el cinturón tropical (cálido y húmedo) se desarrollan extensos bosques sobre suelos pantanosos, con árboles que alcanzan más de 35 m. El desarrollo de estas grandes masas boscosas y su posterior acumulación son las responsables de los grandes yacimientos de carbón mineral del Hemisferio Norte.

¿Cuál es la importancia de la Paleobotánica?

La Paleobotánica tiene diferentes alcances, algunos aplicados a las ciencias básicas, como así también otros asociados a las ciencias aplicadas. En lo que respecta a las ciencias básicas, la paleobotánica nos ayuda a incrementar el conocimiento de las plantas en su totalidad, aprendiendo cómo funcionan diferentes mecanismos en la evolución y adaptación de las plantas a lo largo del tiempo. Esto a su vez se relaciona directamente con las diferentes condiciones de vida en la tierra a lo largo de millones de años, y que se reflejan en la apariencia, fisiología y metabolismo de las plantas. De esta manera, los paleobotánicos podemos tanto clasificar a las plantas fósiles como inferir las características del ambiente en donde éstas crecieron. También, podemos deducir cómo fueron originándose y evolucionando los distintos órganos en los vegetales.

Además de aportar al conocimiento del Reino Vegetal y de otras ciencias relacionadas, la Paleobotánica también tiene otro enfoque más aplicado. Es de importancia la articulación entre paleobotánica y geología a la hora de hacer correlaciones entre estratos fosilíferos y asignar edades a los mismos, lo que se conoce como bioestratigrafía. Otro caso es la rama de la paleobotánica especializada en el estudio de granos de polen y esporas: "la Paleopalínología", que junto con la Geología aporta información para la determinación y hallazgo de cuencas de hidrocarburos.

Como podemos apreciar, la paleobotánica cubre varios aspectos que no se limitan al estudio de los fósiles vegetales, sino que la información aportada por esta disciplina puede llegar a tener varias aplicaciones, hasta incluso algunas de índole económica.



5. Conos petrificados de *Araucaria* (izquierda) y hojas de conífera - (derecha). Colección didáctica - División Paleobotánica (FCNyM - UNLP).

En el Carbonífero aparecen los primeros representantes de gran parte de los grupos de plantas que llegan al presente, como los helechos y las coníferas.

Tiempo después, se produce un aumento en la diversidad de floras (especialmente en el trópico), con una dominancia de las plantas con semilla sobre las Licofitas y Equisetales.

Un grupo de plantas que es característico y dominante de las floras del Pérmico del Hemisferio Austral son las Glossopteridales. Los géneros más conocidos son *Glossopteris* (Fig. 3) y *Gangamopteris*. Fueron árboles que se caracterizaban por ser caducifolios. Es por ello que en los yacimientos es muy común encontrar niveles con abundantes restos de hojas de *Glossopteris*. La ocurrencia de tales

fósiles en América del sur, África, Antártida, India y Australia fue utilizada por Alfred Wegener como una de las pruebas de que estos continentes alguna vez habían estado unidos conformando la parte sur del supercontinente Pangea.

El Pérmico es el último período de la Era Paleozoica y su paso hacia el Mesozoico está delimitado por un gran evento de extinción masivo de plantas y animales, el mayor en toda la historia de la Tierra.

El Mesozoico: la Era de las Cycas

Si la Era Mesozoica es también llamada como la Era de los Dinosaurios, para los Paleobotánicos podemos decir que es conocida como la “Era de las Cycas”; esto se debe a que las Cycadales y plantas afines fueron muy abundantes a lo largo de esta Era. También fueron dominantes otros grupos de plantas como las Coníferas, Bennettitales y diversas Pteridospermas (estos dos últimos totalmente extintos en el presente).

El Mesozoico está dividido en 3 períodos: Triásico, Jurásico y Cretácico.

Durante el Triásico se conformó el supercontinente Pangea y se produjo un recambio florístico global, con el desarrollo de linajes más modernos.

En el Gondwana (parte austral de Pangea) esto es evidente, pasando de la flora de *Glossopteris* (Pérmico) a las floras de *Dicroidium* (Triásico) (Fig. 4). El clima seco y estacional (monzónico) del Triásico está asociado con el desarrollo de características especialmente adaptadas a estas condiciones, como son las hojas pequeñas y en forma de escama (coníferas) o con cutículas gruesas (Pteridospermas, Cycadales y Bennettitales).

Hacia finales del Triásico y durante el Jurásico se produce la fragmentación de Pangea y la flora de *Dicroidium* declina, siendo reemplazada por una gran variedad de Cycadales, Bennettitales, Coniferales, Ginkgoales, pteridospermas y helechos.

La separación de Pangea sigue un curso lento a lo largo del Jurásico. Pero hasta el Jurásico Medio y Superior no existen grandes



¿Fósil viviente?

Entre las curiosidades de la paleobotánica se encuentran los fósiles conocidos como *Metasequoia*. En el año 1941 impresiones de fósiles del Plioceno de Japón fueron descritas bajo el nombre *Metasequoia*. En 1944 un grupo de árboles “caducifolios” fueron descubiertos en la provincia de Modaoqi (China). Sin embargo, a causa de la Segunda Guerra Mundial esas plantas no fueron estudiadas. En el año 1946 se realizó una expedición para buscar ejemplares de esta misteriosa planta. Al llegar a la zona encontraron más de 100 árboles creciendo entre las colinas, cerca de plantaciones de arroz. Al estudiarlas los investigadores se sorprendieron al ver que las plantas recolectadas poseían todas las características de los fósiles conocidos como *Metasequoia*, es decir que estas plantas, a diferencia de lo que se creía, no estaban extinguidas. Finalmente, estas plantas fueron publicadas como una nueva especie de *Metasequoia* y a partir de entonces este género ya no sólo aparece en los libros de Paleontología, sino también en los de Botánica como un “fósil viviente”.

Fósil viviente. Hoja de *Metasequoia* - Colección didáctica - División Paleobotánica (FCNyM - UNLP).

separaciones o barreras geográficas, razón por la cual la flora es bastante cosmopolita. Es por ello que durante el Jurásico la vegetación es mixta, con una dominancia de las Coníferales y un gran desarrollo de los helechos. Un claro ejemplo de ello son los bosques fósiles de Cerro Cuadrado y Cerro Madre e Hija en la provincia de Santa Cruz. En ellos se han encontrado leños, ramas, hojas y conos afines a araucarias y otras coníferas (Fig. 5).

El Cretácico: las primeras flores

A lo largo del Cretácico pierden el predominio los grupos de plantas dominantes durante el Jurásico muchas se extinguen y de otras sólo quedaron pocos representantes. Es por ello que el Cretácico es un periodo de suma importancia en el desarrollo y evolución de las formas de vida en la Tierra, esto se debe a una serie de cambios en las condiciones ecológicas del planeta.

En el Cretácico Inferior (hace unos 130 millones de años) aparece un nuevo grupo de plantas, las Angiospermas, es decir las plantas con flores. Sus primeros registros son granos de polen en yacimientos de Italia, Marruecos, Palestina e Inglaterra. A partir de allí, se incrementan considerablemente los fósiles de angiospermas, encontrándose hojas, leños, polen y hasta flores. Lo que da lugar a un decaimiento en las floras de gimnospermas. Esto sucede en todo el planeta y también es evidente en las floras Cretácicas de Patagonia.

A partir de su aparición las plantas con flores empiezan a diversificarse, colonizar y dominar poco a poco los ecosistemas terrestres, ocupando los nichos ecológicos dejados por las comunidades extintas y produciendo a finales del Cretácico una transformación en la apariencia, composición, fisionomía y ecología en los ecosistemas del planeta.

La Era Cenozoica y las plantas del mundo moderno

La extinción de finales del Cretácico es popularmente conocida por la extinción de los dinosaurios, pero en lo que respecta al

reino vegetal, también se extinguen linajes de plantas que fueron muy prósperas a lo largo del Mesozoico (Bennettitales, Pteridospermas, entre otras) y de otras sobreviven sólo algunos representantes (helechos, Coníferas, Ginkgoales, Cycadales).

Luego, durante el Cenozoico, las angiospermas se establecen definitivamente como un grupo exitoso y dominante en todos los ecosistemas terrestres del planeta. Tal es su éxito y su capacidad de adaptabilidad, que las plantas con flores conquistaron todos los ambientes adoptando diversas formas desde árboles, lianas, hierbas, epífitas y hasta acuáticas.

Hace unos 2 millones de años se produjeron grandes glaciaciones que modificaron en gran medida los ambientes del planeta y contribuyeron a la formación de grandes casquetes polares, lo que repercutió en la circulación atmosférica del agua. El descenso del nivel del mar y una disminución de las lluvias condujo al avance de zonas áridas y desiertos. Estos cambios propiciaron el desarrollo y expansión de nuevas comunidades como las praderas y pastizales, conformando los diferentes biomas del presente.◆

*Dr. Leandro C. A. Martínez.
División Paleobotánica, Museo de La Plata. F. C. N. y M.UNLP*

*Lic. Daniela P. Ruiz.
División Paleobotánica, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" y División Paleobotánica, F. C. N. y M UNLP*