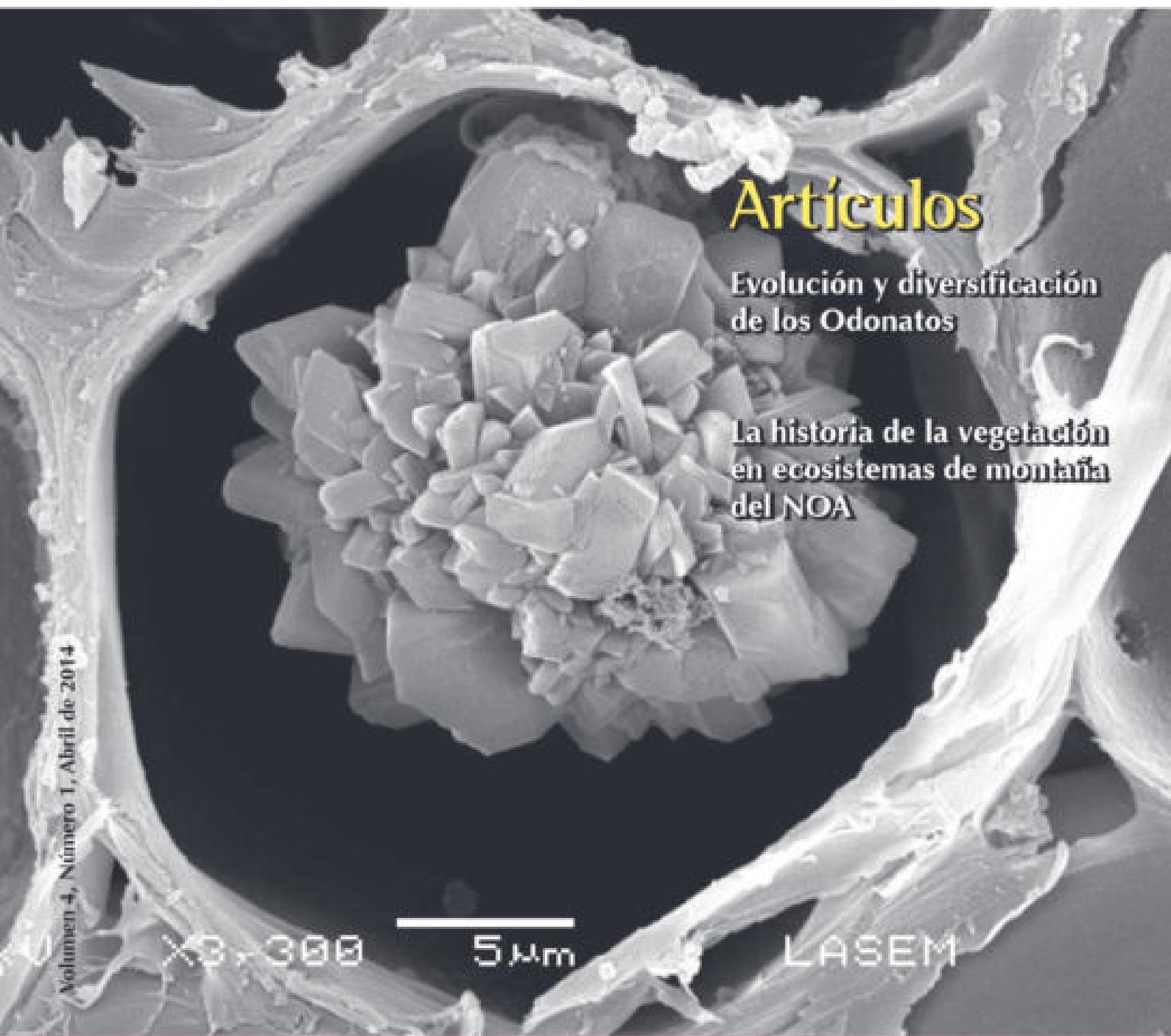


Temas de Biología y Geología del Noa

Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias



Artículos

Evolución y diversificación
de los Odonatos

La historia de la vegetación
en ecosistemas de montaña
del NOA

Volumen 4, Número 1, Abril de 2014

X3,300

5µm

LASEM

Temas de Biología y Geología del Noa

Revista Cuatrimestral de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias

Comité Editorial

Editora Responsable

Marissa Fabrezi. *Ibigeo*, CONICET y Museo de Ciencias Naturales (UNSa)

Editores Asociados

Fernando Hongn. *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Alicia Kirschbaum. *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Fernando Lobo Gaviola. *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Comité Científico

Sebastián Arroyo. Comisión Nacional de Energía Atómica
Sebastián Barrionuevo. CONICET - Museo Argentino de Ciencias Naturales
Alfonso Brod. Instituto de Estudios Sócio-Ambientales, Universidade Federal de Goiás - Goiás, Brazil

Darío Cardozo. CONICET - Universidad Nacional de Misiones

Hugo Carizo. Fundación Miguel Lillo

Mónica Díaz. CONICET - Universidad Nacional de Tucumán

Marcelo Fagiano. Universidad Nacional de Río Cuarto

Hugo Fernández. CONICET-Fundación Miguel Lillo y Universidad Nacional de Tucumán

Luis Fernández. CONICET - Fundación Miguel Lillo

David Flores. CONICET - Museo Argentino de Ciencias Naturales

Laura Giambiagi. IANIGLA (CCT - Mendoza) - CONICET

Fernando J. Gomez. CICITERRA - CONICET, Universidad Nacional de Córdoba

Silvina Guzmán. *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Silvia Japas. CONICET - Universidad de Buenos Aires

Héctor Lacrea. Universidad Nacional de San Luis

Esteban Lavilla. CONICET - Fundación Miguel Lillo

Hugo López. Universidad Nacional de La Plata

Oswaldo Marini. Secretario de Minería, Provincia de Tucumán

Nilda Monegatti. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Gladys Monasterio de Gonzo. *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Carolina Montero López. *Ibigeo*, CONICET

Pablo Perovic. Administración de Parques Nacionales

Lorenc Planagumà Guàrdia. Parque de la Garrotxa, Olot, Catalunya

Diego Saravia. Universidad Nacional de Salta

Agustín Scaferla. *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Gustavo Sorocchi. CONICET - Fundación Miguel Lillo

Ana Laura Sureda. Administración de Parques Nacionales

Marcos Veira. *Ibigeo* (grupo Vinculado) - CONICET, UNJu

Ezequiel I. Vera. CONICET- Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"

Florencia Vera Candió. CONICET - Fundación Miguel Lillo

Sonia Zier-Kretzschmar. Fundación Miguel Lillo

Realización

Textos. Comité Editorial. Diseño y Diagramación. Eugenia Dantur.

Editorial de la Universidad Nacional de Salta - EUNSa

IBIGEO

INSTITUTO DE BIO Y GEOCIENCIAS DEL NOA

www.unsa.edu.ar/ibigeo

Fue creado como instituto de la Universidad Nacional de Salta a comienzos de 2005 con sede administrativa en el Museo Ciencias Naturales. A partir del 30 de octubre de 2009 funciona como Unidad Ejecutora de doble pertenencia CONICET-UNSa.

El **IBIGEO** tiene entre sus objetivos principales: 1) planificar y ejecutar investigaciones en diversos temas relacionados con los recursos naturales de la región; 2) promover la difusión de los resultados de las investigaciones en el ámbito científico; 3) participar en la formación de recursos humanos universitarios de grado y postgrado; 4) colaborar en la organización de conferencias, reuniones y cursos; 5) asesorar en ámbitos públicos y/o privados para la planificación y/o resolución de problemas; y 6) **estimular el interés del público por las ciencias y difundir el conocimiento generado por el estudio de temas específicos de la región.**

Foto de tapa

Fotografía en microscopio electrónico de barrido (SEM por sus siglas en Inglés) de una drusa de oxalato de calcio en célula del parénquima medular del tallo de *Atriplex cordobensis*, una especie leñosa de los Medanos de Cafayate, Dpto. Cafayate, Salta. Gentileza Dinca Martin.

Temas de Biología y Geología del Noa

Contenidos

2| Editorial

Artículos

3| Evolución y diversificación de los Odonatos. *Nafalía von Ellenrieder*

7| La historia de la vegetación en ecosistemas de montaña del NOA: Reconstruyendo el paisaje del pasado. *Gonzalo R. Torres y Lilliana C. Lupo*

19| Correo de lectores

19| Novedades

19| Guía para autores y proceso editorial

Temas de Biología y Geología del Noa

Editorial

Comenzamos el cuarto año de **Temas de Biología y Geología** y dada la coincidencia con el Año Internacional de la Cristalografía, propuesto por la Asamblea General de Naciones Unidas, sus tapas estarán dedicadas a mostrar imágenes de cristales.

Damos la bienvenida a los nuevos becarios y becarias que comenzaron con sus tareas en abril de este año y a las investigadoras e investigadores que se están incorporando. A todos les deseamos éxitos y que disfruten trabajando en sus proyectos y también, no está de más decirlo, colaborando con **Temas BGNoa** ya sea difundiéndola, leyéndola, criticándola pero también, enviando sus aportes!

A nuestros lectores habituales les pedimos perdón porque les debemos el reportaje que no pudimos terminar de editar. Queda el compromiso para el próximo número. Esta primera mitad del año resultó más complicada que de costumbre, con nuevos proyectos que son una evidencia que estamos creciendo.

En este número dos artículos excelentes: Gonzalo Torres y Liliana Lupo nos ilustran sobre los alcances de la disciplina Palinología y Natalia von Ellenrieder nos cuenta sobre el grupo de las libélulas (aclaramos que el artículo original de Natalia fue publicado en el libro *Tópicos de la Evolución* publicado por la Editorial de la Universidad Nacional de Salta en 2010.)

Hasta pronto;

Comité Editorial de Temas de Biología y Geología del NOA

Marissa Fabrezi
Fernando Hongn
Alicia Kirschbaum
Fernando Lobo

Artículos

Evolución y diversificación de los Odonatos

Natalia von Ellenrieder *

* Plant Pest Diagnostics, California Department of Food & Agriculture.

Los odonatos, conocidos comúnmente como libélulas o alguaciles, son insectos alados incluidos en el grupo de los Paleoptera, que significa con 'alas antiguas', y es referido al hecho de que no desarrollaron escleritos articulares que les permitan replegar las alas y las mantienen por ello extendidas. Se cree que los insectos se originaron hace unos 350 millones de años, en el período Devónico tardío, cuando aparece en el registro fósil la primera evidencia de la conquista de la tierra desde el mar. Fósiles del Orden Protodonata aparecen en rocas del Carbonífero (250 millones de años atrás).



Figura 1 Reconstrucción de algunos insectos alados fósiles del Carbonífero, pertenecientes al Orden Paleodictyoptera.

Entre ellos se encuentran miembros de la familia Meganeuridae, quienes incluían al gigantesco *Meganeura monyi*, antepasado conocido más grande de las libélulas, cuya envergadura alar era de más de 70 cm. Durante esa época los insectos fueron los únicos habitantes del aire – ya que Pterodáctilos y aves aparecieron mucho más tarde.

Los fósiles más antiguos del Orden Odonata datan del Triásico. Los odonatos vivieron junto a los dinosaurios del Jurásico hace unos 200 millones de años, e insectos muy similares a ellos ya estaban volando 100 millones de años antes, cuando el ancestro de todos los dinosaurios no era más que una pequeña criatura reptiliana en un bosque del Carbonífero. Los odonatos existían en la Tierra antes que las montañas más antiguas que conocemos hoy se levantaran, y antes que los continentes se separaran de la Pangea. Fueron testigos de la



Figura 2. Fotografía de un Odonato fósil; molde a la derecha y contra-molde a la izquierda.

aparición y extinción de los dinosaurios, de la aparición de las aves y de los mamíferos, y de la evolución, solo muy recientemente, de la especie humana. Cómo se explica que hayan sobrevivido por tanto tiempo? La explicación se encuentra en la teoría de Darwin conocida como 'la supervivencia del más apto'; las criaturas sobreviven porque se adaptan para hacer el mejor uso de un medio ambiente cambiante. Los odonatos lograron esto gracias a principalmente dos factores. Uno: en su ciclo de vida experimentan dos modos de vida enteramente diferentes – los huevos y larvas viven bajo el agua, mientras que los adultos viven en el aire.

EJEMPLO DE UN CICLO DE VIDA



Macho (arriba) sujetando a la hembra (abajo) de *Argia joergenseni* (Odonata, Coenagrionidae) mientras esta deposita sus huevos en el río

Río Lipeo en el Parque Nacional Baritú



Larva de estado temprano de *Argia joergenseni* (Odonata, Coenagrionidae) en el lecho del río

Al salir de sus exuvias larvales, las libelulas instintivamente vuelan alejándose del agua, dispersándose en campos vecinos y a veces viajando largas distancias. Esta etapa de dispersión ha sido de vital importancia para la supervivencia de los odonatos - al pasar los milenios, si un cuer-

po de agua se secaba o congelaba, o un río cambiaba su curso, los odonatos podían encontrar y colonizar otro más adecuado para reemplazarlo. El segundo factor que permitió la supervivencia de las libélulas fue la gran eficiencia en su diseño corporal básico, que ha demostrado ser adaptable a

los cambios que han ocurrido en nuestro planeta durante los últimos 300 millones de años. Darwin también mantuvo que cada especie debe encontrar un nicho apropiado para desarrollarse y mantenerlo, o sino se extinguiría. La combinación de grandes ojos compuestos, cuatro alas que pueden moverse independientemente entre sí, y cuerpo aerodinámico, ha convertido a las libélulas adultas en excelentes cazadoras aéreas, y la presencia de un labio prensil en las larvas, que puede extenderse a gran velocidad para atrapar a presas bajo el agua, a las larvas en extraordinarias cazadoras subacuáticas – nichos que ningún otro insecto u organismo ha podido tomar en su lugar.



Figura 3. Adulto de *Ischnura fluviatilis* alimentándose de un adulto de *Ischnura capreolus* recién cazado (Odonata: Coenagrionidae).



Figura 4. Larva de *Rhionaeschna* (Odonata: Aeshnidae) alimentándose de un alevín.

Los odonatos como los conocemos hoy en día tienen un tamaño que va entre los 2 y 15 cm. Machos y hembras adultos pueden por lo general distinguirse fácilmente, ya que presentan dimorfismo sexual secundario. Esto significa que además de diferir en la forma de sus órganos sexuales, difieren en caracteres tales como coloración. Como regla general, los machos son de colores más vistosos o brillantes, que usan para atraer la atención de las hembras e incrementar así su posibilidad de reproducirse y tener descendencia. Las hembras son menos llamativas, muy a menudo marrones o pardas, colores que les permiten disimularse en el paisaje y no ser tan evidentes para los depredadores, generalmente pájaros. Así se aseguran de vivir lo suficiente como para depositar los huevos luego de copular en un cuerpo de agua apropiado.



Figura 5. Macho de *Dasythemis minckleyi* (Odonata: Libellulidae)



Figura 6. Hembra de *Dasythemis minckleyi* (Odonata: Libellulidae)

Hoy existen unas 5,700 especies de libélulas descritas, aunque se cree que hay aun algunos cientos que no han sido descubiertas por el hombre todavía, distribuidas en todo el mundo con la excepción de Antártida. La mayoría de las especies vive en los trópicos, donde el clima no es tan extremo y permite su existencia durante todo el año. Hay especies adaptadas a criar en ríos y arroyos, o ambientes lóticos, donde el agua fluye constantemente - otras que prefieren lagos y lagunas, o ambientes lénticos (el agua no se mueve). Algunas especies se han adaptado a criar en el agua contenida en axilas de plantas o huecos de árboles en selvas tropicales o nubladas, y hay unas pocas que se han adaptado a vivir en el suelo muy húmedo bajo árboles caídos en bosques templados.



Figura 7. Hembra de *Microstigma rotundatum* (Odonata: Pseudostigmatidae, especie que habita en la selva Amazónica) – su abdomen es extremadamente largo, una adaptación para alcanzar el agua en huecos de árboles donde deposita sus huevos.



En nuestro país, el mayor número de especies de libélulas se encuentra en las selvas, ya que es allí donde existe la mayor diversidad de posibles ambientes para su desarrollo – hay unas 200 especies conocidas de la selva misionera, unas 100 de la selva nublada de las yungas, y unas 90 de la selva chaqueña. En contraste, en áreas desérticas o con poca disponibilidad de cuerpos de agua, muy pocas especies de libélulas han sido registradas. Por ejemplo, se conocen solo tres especies que crían en ambientes de la Puna y hasta los 3500 metros en los Andes.



Figura 9. Hembra de *Protalagma tificacae* (Odonata: Coenagrionidae), una de las pocas especies que cría en arroyos Andinos y lagos Puneños – es robusta, de coloración oscura, y su cuerpo se encuentra cubierto por una densa cubierta de pelos; todas estas características son adaptaciones que le permiten conservar más calor en el clima frío de las zonas donde vive.

Literatura consultada:

von Ellenrieder N, RW Garrison. 2007. Libélulas de las Yungas (Odonata). Una guía de campo para las especies de Argentina. PENSOFT.

Figura 8. Macho de *Tainopodagrion meridionale* (Odonata: Megapodagrionidae) – una especie de la selva nublada de las Yungas de nuestro país.

La historia de la vegetación en ecosistemas de montaña del NOA: Reconstruyendo el paisaje del pasado

Gonzalo R. Torres* y Liliana C. Lupo*

* Centro de Investigación y Transferencia (CIT-Jujuy). CONICET. Laboratorio de Palinología. Facultad de Ciencias Agrarias-UNJu.

INTRODUCCIÓN

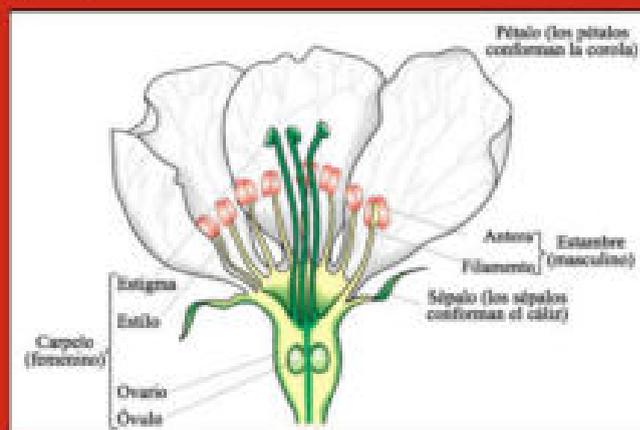
Los ecosistemas han sido siempre escenarios muy cambiantes, ya que desde los primeros periodos del tiempo geológico y a lo largo de la historia de la tierra, ocurrieron diferentes eventos que causaron grandes fragmentaciones en los hábitats y reorganizaciones de las comunidades biológicas que direccionaron su evolución. Estos profundos cambios obedecen a modificaciones del clima, actividad volcánica, variaciones en los niveles del mar y en las formas del relieve, la influencia humana, entre otras causas. En este contexto, resulta interesante comprender cómo respondieron los organismos vivos a los cambios del medio físico.

Las comunidades vegetales, al ser un componente fundamental de los ecosistemas terrestres en equilibrio con su medio natural, brindan la posibilidad de estudiar los efectos de los cambios ambientales del pasado, y para estudiar el paleoambiente o condiciones reinantes del ambiente (clima, suelo, vegetación, etc) en un lugar e intervalo de tiempo determinado, debemos recurrir a las evidencias fósiles. Las plantas rara vez se conservan completas como fósiles, por eso se utilizan otras señales de su presencia y abundancia. En particular, los microfósiles de origen vegetal reciben el nombre de *proxies* cuando son utilizados como indicadores indirectos de la existencia de plantas y de las condiciones paleoambientales de una región. Por lo tanto, para reconstruir las comunidades vegetales del pasado, se pueden utilizar los microfósiles de origen vegetal, de los cuales uno de los más importantes es el *polen*, que es la célula reproductiva masculina de las plantas Fanerógamas (ver Cuadro 1).

El geólogo sueco Ernst Jakob Lennart Von Post, fue el primero en descubrir en 1916 el potencial de la Palinología (ver Cuadro 2), como una herramienta confiable para inferir los cambios ambientales del pasado a partir de la reconstrucción de la vegetación. Esto se debe a que

CUADRO 1: FANERÓGAMAS

Son las plantas que poseen órganos reproductores que pueden reconocerse a simple vista (Strasburger, 2004). En este caso, la flor es la portadora de los órganos sexuales, donde se diferencian el/los Carpelo/s o Pistilo/s (órgano femenino) que contiene los óvulos en el ovario y el/los Estambre/s (órgano masculino), donde se produce el polen, particularmente en la antera.



Fuente de la imagen: http://www.fisicanet.com.ar/biologia/botanica/ap02_la_flor_reproduccion_sexual.php

Este grupo vegetal se divide en dos clases de plantas: 1) *Gimnospermas*, son aquellas que tienen óvulos al descubierto, es decir no están protegidos por el ovario. Por ejemplo pinos, ciprés, araucaria, cedro, entre otros; y 2) *Angiospermas*, son aquellas plantas cuyos óvulos se encuentran encerradas por el ovario. Por ejemplo lapacho, jacarandá, geranio, rosa, maíz, etc.

el polen posee dos propiedades de gran valor científico: 1) La *especificidad*, se refiere a las combinaciones de forma, tamaño, aperturas y ornamentación de la capa externa - exina - (Fig. 1); que permiten identificar el tipo de planta que le dio origen; y 2) La *capacidad de preservación en el tiempo*, son muy resistentes a la destrucción, gracias a que la exina está constituida por una molécula denominada *esporopolenina*, la cual posee una estructura compleja similar a los plásticos, que le permite preservarse por miles y millones de años en condiciones ambientales particulares.

Es importante destacar que la producción y dispersión de los granos de polen varía según el tipo de polinización (ver Cuadro 3). Por ejemplo, las plantas anemófilas producen grandes cantidades de polen para poder asegurarse la fecundación, mientras que las plantas zoófilas producen menos polen debido a que los animales se encargan de llevar el polen directamente de una flor a otra de la misma especie. Solo una pequeña fracción cumple con su función reproductiva, y el resto cae a la superficie del suelo en forma de "lluvia polínica". Pero antes de alcanzar el suelo, las características topográficas y climáticas de la región condicionan el depósito del polen. Por lo tanto, considerando todos estos factores, la lluvia polínica resulta un reflejo parcial las asociaciones vegetales presentes en un área geográfica.

CUADRO 2: PALINOLOGÍA

Es una disciplina botánica que se dedica al estudio de los granos de polen, esporas (de helechos, hongos y musgos), quistes de algas y otros palinomorfos microscópicos actuales y fósiles. El término fue introducido por Hayde y Williams en 1944 y proviene etimológicamente del griego "*paluno*" que significa *desparramar, esparcir* o de "*pale*" que designa al *polvo o harina* y "*logos*", tratado o estudio. La Palinología posee diversas aplicaciones, como a la *agronomía*, a través de estimaciones de cosecha, *detección temprana de patógenos* y estudio del contenido polínico en mieles de abejas para su *caracterización botánica y geográfica*. A la *medicina* mediante estudios de polen alergógeno e *investigaciones forenses*. A la *ecología y paleoecología*, *arqueología*, entre otras (Moore y Weeb, 1983).

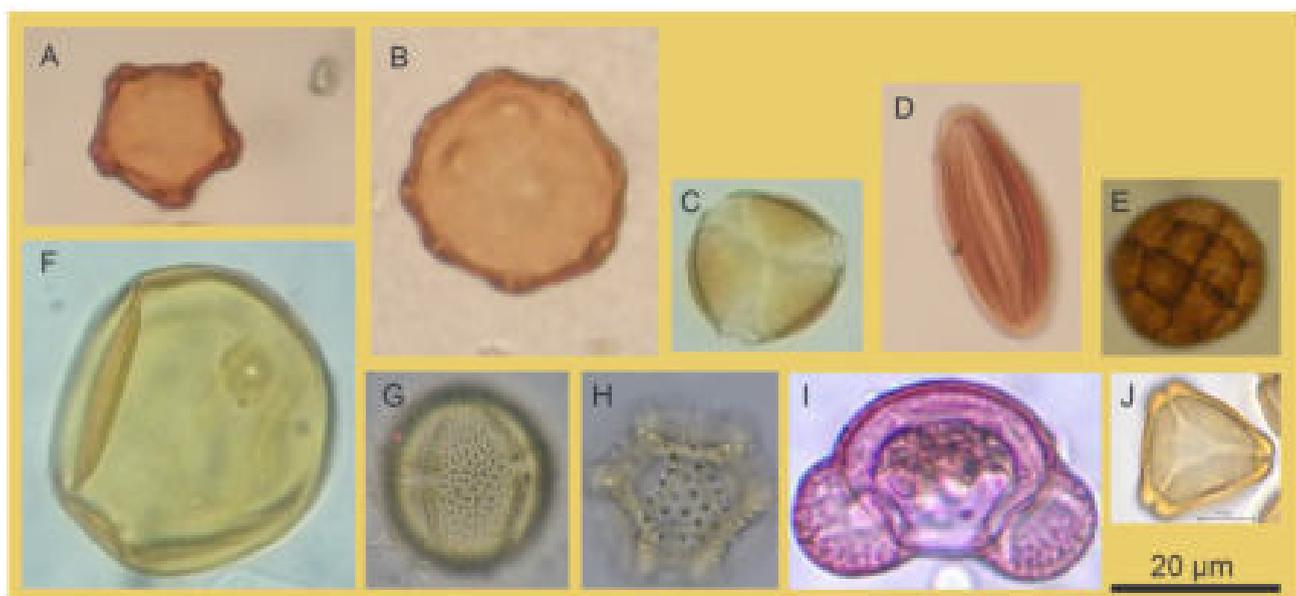


Figura 1. Diversidad de las formas del polen (morfología polínica). A-F) Especies autóctonas: A) Aliso del cerro (*Alnus acuminata*), B) Nogal criollo (*Juglans australis*), C) Algarrobo blanco (*Prosopis alba*), D) Elédra (*Ephedra* sp.), E) Cebil colorado (*Anadenanthera colubrina*), F) Maíz (*Zea mays*). G-J) Especies alóctonas o introducidas: G) Lima (*Cereus aurantium*), H) Diente de león (*Taraxacum officinale*), I) Pinos (*Pinus* sp.), J) Eucalipto (*Eucalyptus* sp.).

CUADRO 3: POLINIZACIÓN

Es la transferencia del grano de polen, desde la antera que lo produjo hasta el estigma del carpelo, donde germina y fecunda los óvulos, que posteriormente formarán las semillas y frutos. La transferencia se puede realizar a través de diferentes agentes, denominados vectores, los cuales pueden ser abióticos, como el viento y el agua, o bióticos, a través de animales (insectos, aves, murciélagos, etc.). De acuerdo al vector de polinización al que está adaptada la flor, las plantas se clasifican en: *anemófilas* (viento), *hidrófilas* (agua) y *zoófilas* (animales). Esto hace que, tanto las características físicas y morfológicas de las

flores y granos de polen, como la producción polínica, sean marcadamente diferentes (Proctor et al., 1996).

Planta anemófila



Planta zoófila



Fuente de las imágenes: <http://es.wikipedia.org/wiki/Polinización>

INTERPRETACIÓN DEL REGISTRO POLÍNICO FÓSIL

El objeto de estudio es el conjunto de asociaciones polínicas fósiles, y su interpretación se basa en el conocimiento de la composición y distribución de las comunidades vegetales actuales. Por ello, el principio que rige en los estudios paleoambientales es el del uniformitarismo metodológico o "Actualismo", el cual se basa en la premisa de que los procesos ecológicos que operan actualmente son los mismos que operaron en el pasado. Partiendo de esta base de conocimiento, para poder interpretar un registro polínico fósil, se aplica una metodología de reconstrucción llamada *análogos modernos*. Estos permiten comparar una asociación polínica fósil con un conjunto de asociaciones modernas (Overpeck et al., 1985). Razonando por analogía, la identificación de un conjunto de propiedades compartidas, es utilizada para inferir que otras también lo son. Así, se establece una relación causal entre la asociación polínica recolectada en un sitio y la vegetación actual. Este concepto se traslada a la relación entre una asociación polínica fósil y la vegetación que le dio origen (Jackson y Williams, 1994). Se interpreta entonces, que la asociación de plantas fósiles tiene sus análogos modernos y en consecuencia comparten las condiciones ambientales (fundamentalmente climáticas) en las cuales se desarrollan (Fig. 2). Por ejemplo, la vegetación de las Yungas, tiene una gran diversidad de árboles, arbustos y hierbas, que en la lluvia polínica se encuentra parcialmente representada. Esta asociación polínica actual, cuando está presente en el registro fósil, nos

permite interpretar por analogía que la asociación palinológica estudiada representa una comunidad vegetal característica de las Yungas y además inferir las condiciones ambientales en las cuales se desarrollaron.

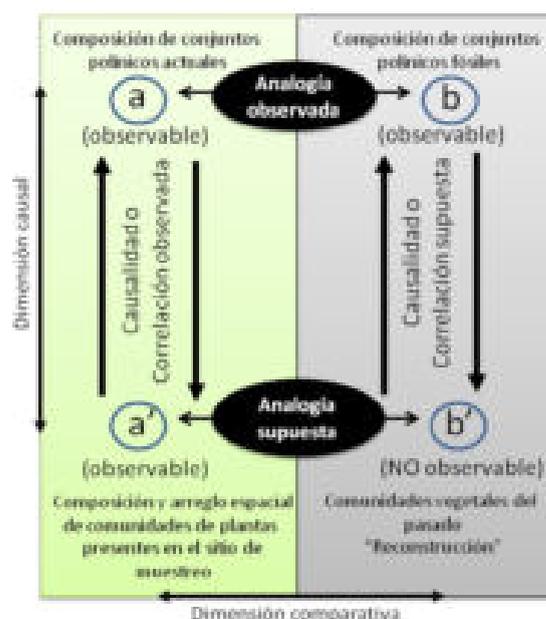


Figura 2. Diagrama esquemático de la lógica del razonamiento por analogía (modificado de Jackson y Williams, 2004).

GEOCRONOLOGÍA Y ARCHIVOS PALEOAMBIENTALES

Para poder conocer en qué momento ocurrieron los cambios, debemos ubicarnos en la escala de tiempo geológico (Fig. 3). Nos vamos a enfocar en el último período geológico, el Cuaternario, ya que es en estos depósitos donde se han detectado con mayor precisión los cambios ambientales, además se trata del tiempo de dominio de las plantas Fanerógamas, especialmente las Angiospermas. El Cuaternario es el período del Cenozoico que empezó hace 2.500.000 años. Se divide en dos épocas geológicas: Pleistoceno, la primera y más extensa, caracterizada por los ciclos de glaciaciones e interglaciaciones y la segunda, el Holoceno, que abarca los últimos 10.000 años de la historia terrestre hasta nuestros tiempos.

Algunos depósitos geológicos cuaternarios presentan determinadas características que favorecen la preservación de los granos de polen en el tiempo. Estos depósitos se originan en ambientes sedimentarios particulares, que son aquellos lugares sobre la superficie terrestre donde se acumulan sedimentos y se definen por una combinación física, química y biológicamente diferente a las zonas adyacentes. Se caracterizan por ser anaeróbicos (no contienen oxígeno) y ácidos, lo que implica que los procesos de deterioro por oxidación sean lentos y la actividad microbiológica sea baja, evitando la descomposición del polen y la materia orgánica en general. Ejemplos de este tipo de ambientes son los sedimentos

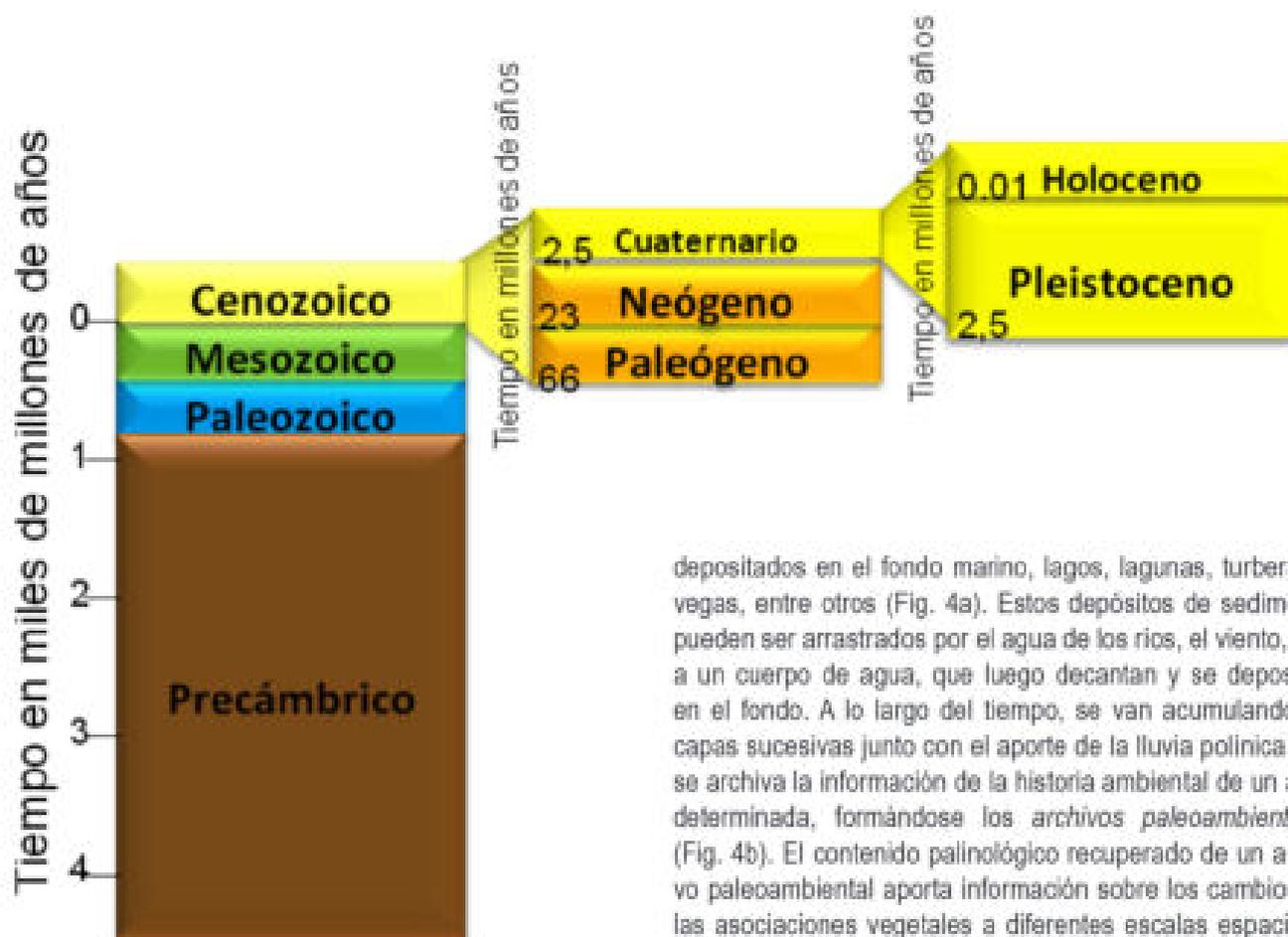


Figura 3. Escala general de tiempo geológico.

depositados en el fondo marino, lagos, lagunas, turberas y vegas, entre otros (Fig. 4a). Estos depósitos de sedimento pueden ser arrastrados por el agua de los ríos, el viento, etc, a un cuerpo de agua, que luego decantan y se depositan en el fondo. A lo largo del tiempo, se van acumulando en capas sucesivas junto con el aporte de la lluvia polínica. Así se archiva la información de la historia ambiental de un área determinada, formándose los archivos paleoambientales (Fig. 4b). El contenido palinológico recuperado de un archivo paleoambiental aporta información sobre los cambios de las asociaciones vegetales a diferentes escalas espaciales y temporales. En la figura 5 se presenta un esquema de la formación de un archivo paleoambiental.

A



B



Figura 4. A) Ambientes sedimentarios. 1- Perfil aluvial. 2- Vega o turbera altoandina. 3- Laguna. B) Archivo paleoambiental, ejemplo de un testigo sedimentario "lacustre".

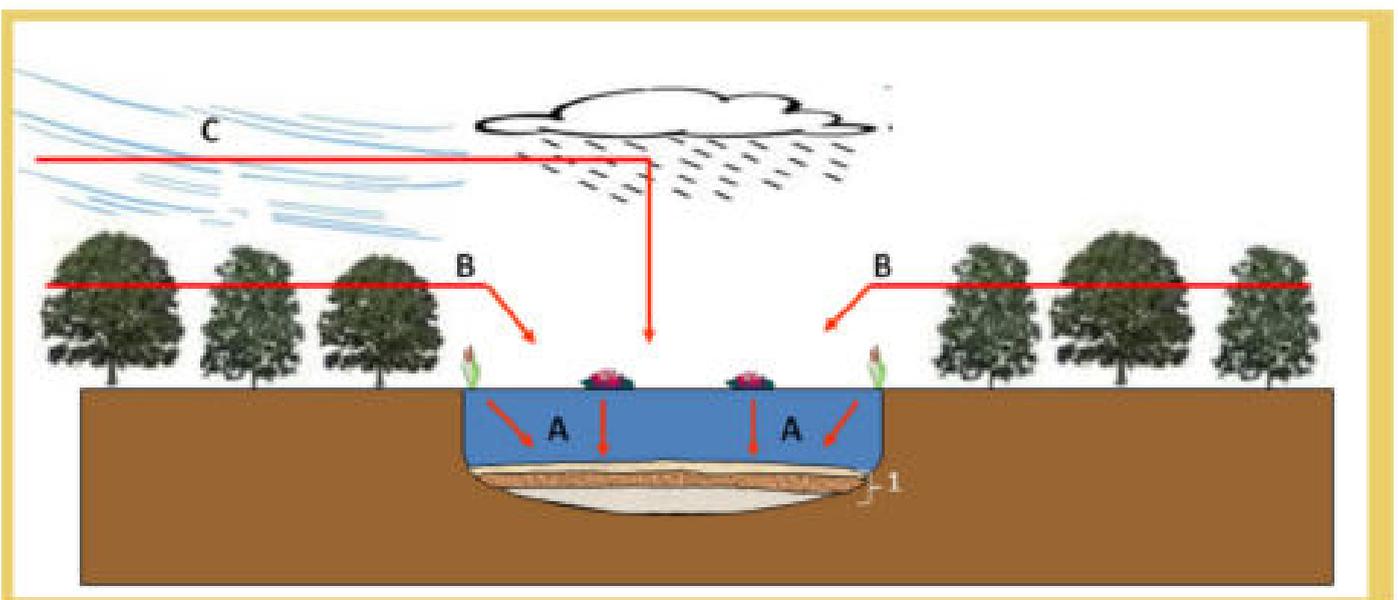


Figura 5. Ejemplo de la formación de un archivo paleoambiental lacustre y fuentes vegetales que aportan a la lluvia polínica (Janssen, 1973). 1- Acumulación de sedimentos. A- Fuentes locales, son aquellas ubicadas a una distancia de 200 m (comunidades vegetales acuáticas, semi-acuáticas, palustres, márgenes litorales). B- Fuentes Regionales, se encuentran a una distancia de 2 km a 200 km (vegetación dominante que compone el paisaje regional, ej. Bosque). C- Fuentes Extraregionales, provienen de más de 200 km (transporte de larga distancia de diferentes unidades de vegetación).

Pero, ¿cómo se determina la edad de los depósitos donde encontramos polen? Existen diversos métodos para datar o determinar la edad. Uno de los más utilizados en palinología del Cuaternario es el método de datación por carbono 14 (C^{14}). El método fue descubierto por el químico estadounidense William Frank Libby en 1949. El principio en el que se basa es sencillo (Fig. 6): los rayos cósmicos del sol entran en la atmósfera y reaccionan con el Nitrógeno 14 (N^{14}) convirtiéndolo en C^{14} que es radiactivo. Este se mezcla con el carbono común, el C^{12} , y se combina con el Oxígeno para formar dióxido de carbono (CO_2). Posteriormente, los seres vivos absorben ese CO_2 , por lo que contienen una proporción constante de C^{14}/C^{12} . Cuando mueren, cesa la absorción de átomos de carbono y comienza a descender su concentración por desintegración radioactiva, transformándose el C^{14} nuevamente en N^{14} . Ahora bien, el fundamento para la datación se basa en el cambio producido en dicha proporción. La relación $^{14}C/^{12}C$ se mide con un acelerador de partículas y se compara con la emisión de una muestra que contiene cantidades conocidas de ^{14}C . De esta manera se puede calcular el tiempo que ha pasado desde la muerte del organismo, con un máximo de antigüedad de 80.000 años. Más allá de este límite de edad, el método pierde fiabilidad por que el margen de error es demasiado grande. Por lo tanto para datar muestras de mayor antigüedad se debe recurrir a otros métodos de datación. Otro aspecto a tener en cuenta es que la radiación cósmica no ha sido constante a través del tiempo geológico, por lo que el contenido de C^{14} en la atmósfera ha ido variando. Por ello, se realizan cálculos a través de programas especiales que corrigen los resultados de las dataciones. A este procedimiento se lo conoce como calibración y transforma las edades radiocarbónicas en años calendario o civiles. Cuando las edades no están calibradas se reportan como años Antes del Presente (AP), haciendo referencia a la cantidad de años antes del año de descubrimiento del método. En caso contrario se aclara con la abreviatura 'cal', por ejemplo 5.000 años cal AP. Así, con la ayuda de un conjunto de muestras datadas por C^{14} , es posible estimar la geocronología de una secuencia estratigráfica.

Entonces, analizando el contenido polínico de una secuencia estratigráfica, cuya edad conocemos, podemos establecer la evolución en el tiempo de los cambios del paisaje vegetal de un área geográfica.



Figura 6. Esquema de la formación del C^{14}
Fuente: www.ciencias.es.com

LOS ECOSISTEMAS DE MONTAÑA COMO SENSORES AMBIENTALES

Los ecosistemas de la región andina del noroeste argentino ofrecen un buen escenario para investigar la historia paleoambiental durante el Periodo Cuaternario. Estos ecosistemas se caracterizan por su fragilidad ambiental puesto que son sensibles a pequeñas variaciones de temperatura y humedad. Como consecuencia, pueden inducir cambios en las asociaciones vegetales o variaciones en su distribución y causar la migración a corta distancia a lo largo de las laderas de las montañas. También aportan señales a gran escala de cómo fueron los patrones de circulación atmosférica del pasado, debido a que el polen puede transportarse a largas distancias desde la fuente emisora (planta productora) hasta que se deposita. Por otra parte, las perturbaciones causadas por las actividades del hombre, como el uso sin manejo sostenible de las fuentes de agua (por ejemplo los humedales), provocan cambios ecológicos drásticos sobre las comunidades acuáticas y modificaciones mineralógicas del agua. Otras evidencias de impacto de la actividad humana sobre el paisaje es la quema de pastos y, en general, la desertificación; y es en los depósitos sedimentarios donde todas estas problemáticas quedan guardadas como en las hojas de un libro. Por eso, entre los diferentes ecosistemas, los de montaña se destacan como muy buenos sensores ambientales.

¿CÓMO TRABAJAMOS?

Un trabajo de esta naturaleza, se realiza en varias etapas (Fig. 7). El primer paso consiste en los trabajos de campo, que implica conocer la composición florística regional y la actual distribución espacial de las comunidades vegetales. Por lo tanto, entre las tareas que se desarrollan, se incluye el relevamiento de la vegetación, especialmente de aquellas en flor (para extracción del polen contenido en las anteras, ver cuadro 1) y la aplicación de técnicas de muestreo de los sedimentos superficiales, cuyo propósito es estudiar la relación entre el polen que contienen estos depósitos y las plantas que lo producen. Por otra parte, se debe obtener el archivo paleoambiental, mediante perforaciones en lagunas o turberas, o bien por toma de muestras de perfiles expuestos de barrancas, terrazas aluviales, o en otros lugares donde las

acumulaciones de depósitos sedimentarios puedan ser observados en superficie. Luego, en el laboratorio se procesa el material en flor colectado, para elaborar una colección de referencia que ayude a identificar tipos polínicos fósiles a través de la comparación. También se realiza una descripción de los estratos o capas del testigo sedimentario (archivo paleoambiental). Las muestras de sedimento superficial y del registro fósil se someten a un procesamiento físico-químico para aislar y concentrar los granos de polen. Se elabora un preparado sobre un portaobjetos, que lleva pequeñas cantidades de agua, glicerina, colorante y un sellador, para la observación en el microscopio óptico con diferentes aumentos. Se identifican y contabilizan los diferentes granos de polen presentes en la muestra y con los datos obtenidos se realiza un análisis estadístico que se presentan en gráficos llamados diagramas polínicos. Estos gráficos reflejan la composición de las asociaciones vegetales del pasado y cómo varió la proporción, concentración o tasa de depósito de polen de cada especie en el tiempo en un lugar determinado. Por lo tanto, nos permiten inferir indirectamente los cambios de las condiciones ambientales.

¿POR QUÉ CONOCER LA VEGETACIÓN DEL PASADO?

A partir de la reconstrucción de la vegetación, es posible interpretar cuales fueron los sucesos que forzaron los procesos de cambios en las asociaciones vegetales. No obstante, se deben integrar de otras fuentes de información (como la sedimentología, mineralogía, geoquímica, entre otras), que ayuden a determinar las causas del cambio, ya que las mismas pueden deberse tanto a eventos propios de la dinámica de los sistemas naturales, como a eventos externos, por ejemplo acontecimientos tectónicos, condiciones climáticas extremas (sequías prolongadas, inundaciones) y la intervención humana. Como vemos, la interpretación de los sucesos paleoambientales ocurridos en la naturaleza es un aporte para entender el presente y predecir futuros fenómenos ambientales en un área geográfica a diferentes plazos temporales. Por ello, las investigaciones paleoambientales proveen información importante para poder tomar acciones adecuadas para el manejo y desarrollo sustentable de los ecosistemas actuales y en particular, constituyen una fuente de investigación aplicada, por ejemplo al estudio de conservación de humedales.

EVIDENCIAS DE LA ACCIÓN DEL HOMBRE SOBRE LOS ECOSISTEMAS NATURALES DEL PASADO RECIENTE

El análisis polínico también se utiliza para conocer los contextos ambientales y culturales en investigaciones arqueológicas. Los aportes de la palinología son importantes para los estudios que buscan conocer y explicar algunas estrategias de subsistencia de las sociedades humanas del pasado, especialmente aquellas vinculadas con el aprovechamiento de los recursos vegetales para cultivos y dietas prehistóricas. También contribuyen a identificar plantas nativas y cultivadas que fueron usadas selectivamente para ritos funerarios, extracción de pigmentos (empleados en pinturas), plantaciones en jardines y como ornamentales.

En la Puna jujeña se llevaron a cabo estudios que demuestran, a través del espectro polínico, el cambio ocurrido en los sistemas agropastoriles entre la época prehispánica y el período colonial. Entre las típicas plantas cultivadas de la época prehispánica se destacan el maíz (*Zea mays*), la quinoa (*Chenopodium quinoa*), la papa (*Solanum tuberosum*) y la oca (*Oxalis tuberosa*). Luego de la llegada de los españoles, en el espectro polínico se observan especies introducidas como arveja (*Pisum sativum*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum* sp.) y manzano (*Malus domestica*). Otro aspecto destacado del estudio de las asociaciones polínicas en contextos naturales y culturales, es la detección de plantas indicadoras de actividades agropastoriles con ganado nativo (camélidos: como vicuñas y llamas) y exótico (ovejas, vacas) entre las cuales se incluyen quencopodiáceas-amarantáceas, garbancillo (*Astragalus garbancillo*), gramíneas (*Poaceae*), ortigas (*Urtica* sp.), llantén (*Plantago lanceolata*), malváceas, entre otras (Kuznar, 1993; Braun Wilke, 1991; Lupo, 1998; Cruz, 2012).

En la figura 8 se presenta un ejemplo de un caso de estudio en el sitio arqueológico del pueblo viejo de Tucute (Puna Jujeña, Fig. 9) para el Periodo Tardío o de Desarrollos Regionales (1000 – 1430 d.C., ver Cuadro 4). En el diagrama polínico se comprueba la presencia de maíz cultivado en los andenes prehispánicos y la modificación de la vegetación natural causada por el asentamiento humano. En la zona de los recintos, donde se encuentran las estructuras habitacionales, se registra el aumento de asociaciones

de plantas indicadoras de actividad antrópica (Malvaceae, Gomphrena, Urticaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae).

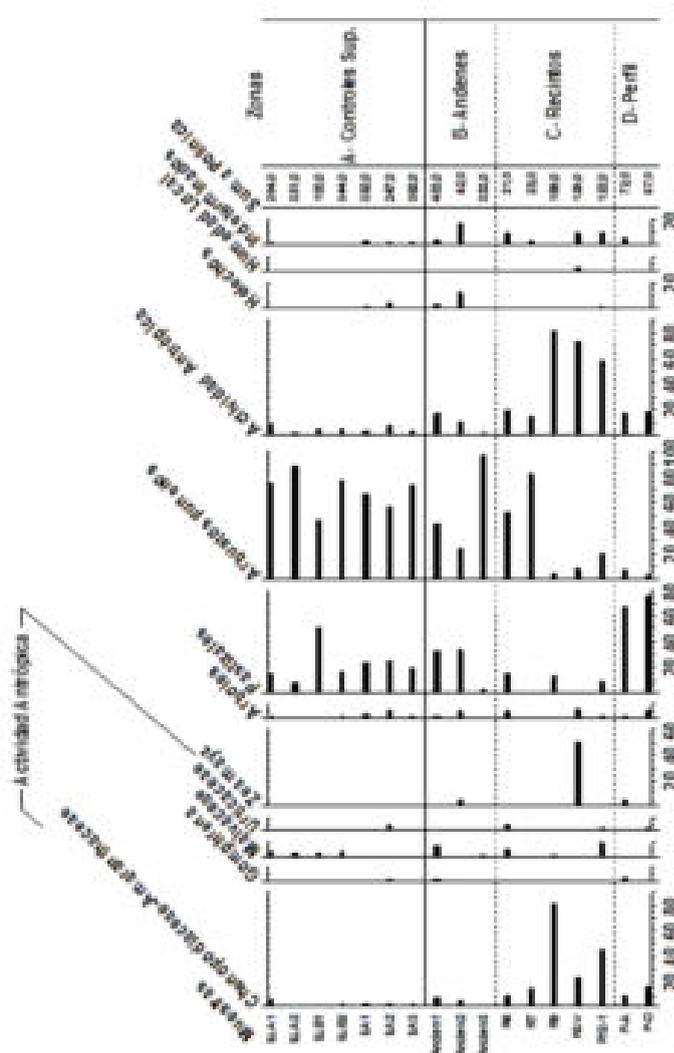


Figura 8. Diagrama Polínico Sintetizado mostrando las principales agrupaciones vegetales (árboles, arbustos punefíos, pastizales, heléchos, humedad local). Se destacan los tipos polínicos indicadores de actividad humana en los contextos arqueológicos del Periodo anterior a la expansión Incaica (Periodo Tardío, extraído de Lupo et al., 2010).

CUADRO 4: CRONOLOGÍA ARQUEOLÓGICA DEL NOA

El Noroeste Argentino se pobló inicialmente con grupos cazadores-recolectores (Aschero, 2000) a fines del Pleistoceno e inicios del Holoceno (12.000 a 10.000 AP). Se trataba de pequeñas bandas predadoras cuyo impacto en el ambiente resultaba muy poco significativo. Con el correr de los milenios se desarrollaron nuevos grupos sociales que ensayaban el cultivo de vegetales y el manejo de algunos de los animales cazados, por ejemplo el guanaco. Finalmente surgieron sociedades agro-pastoriles en gran parte del NOA (aproximadamente 4000 AP), cuyo impacto en el ambiente fue mucho más notorio (remoción de vegetación natural, incorporación de vegetales no locales, quema de pastizales).

Las sociedades agrícolas del NOA presentan dos grandes etapas: las sociedades aldeanas (Albeck, 2000), también conocidas como "Formativas" o "Tempranas" (desde el 3000 al 1000 AP) y las sociedades complejas de los Desarrollos Regionales (Tarragó, 2000) o "Tardías" (desde el 1000 AP hasta la anexión al Imperio Incaico). A éstas sigue la etapa incaica (1430 – 1536 d. C.) y luego la hispana o colonial (1536 – 1816 d. C.). Cada uno de estos bloques históricos presenta particularidades en cuanto al manejo e impacto en el ambiente, siendo significativo el cambio operado en el paisaje por las sociedades aldeanas, considerando su modo extensivo de ocupación espacial con fines productivos.

A



B

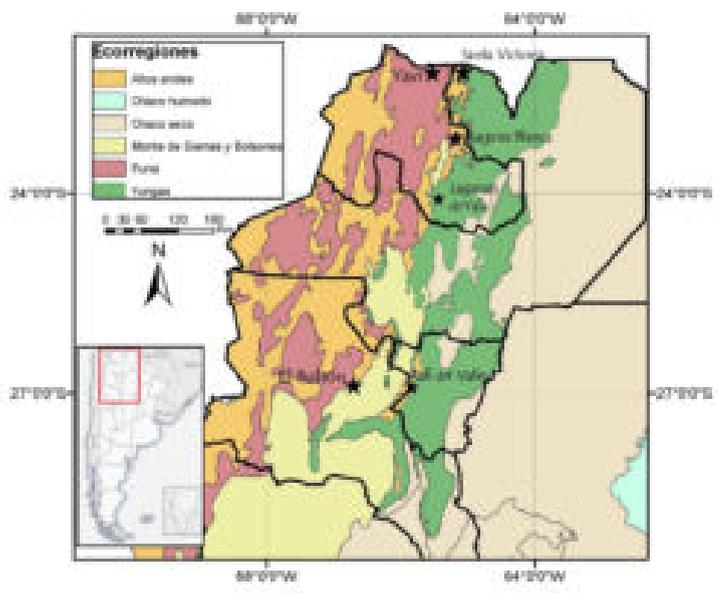


Figura 9. Pueblo Viejo de Tucutú, Puna (jujefía A) Recintos habitacionales. B) Andenes de cultivo.

RECONSTRUCCIONES DEL PAISAJE Y EL CLIMA EN EL NOA

En el Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Jujuy, se desarrollan trabajos de investigación con enfoque interdisciplinario, que apuntan a responder interrogantes sobre los cambios del paisaje, el clima y del uso de la tierra por los grupos humanos en diferentes contextos naturales y culturales en las regiones del NOA y Chaco. La mayoría de los registros paleoambientales se encuentran en los ambientes áridos y semiáridos de la región andina de las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca, pues son lugares donde el polen se preserva mejor.

El conocimiento actual sobre los cambios de vegetación durante el Cuaternario de la región, abarca diferentes lapsos de tiempo. Para el Pleistoceno Superior la información es escasa, ya que los registros están restringidos a unos pocos sitios (Schäbitz *et al.*, 2001, Torres, 2010), mientras que para el Holoceno los registros son más abundantes (Lupo, 1990, Lupo 1998, Lupo *et al.*, 2006, Cruz, 2012, entre otros). Si bien para este último periodo hay mayor información disponible, la variabilidad climática del Holoceno, es aún un tema de amplia discusión. Por otra parte, existe un consenso general en considerar



que a lo largo de este periodo los asentamientos humanos han sido los protagonistas de los procesos de modificación del paisaje en la región. Las interpretaciones de las investigaciones realizadas en diferentes sitios del NOA (Fig. 10) se basan en las relaciones de aumentos y disminución de las cantidades de polen de especies del Bosque de Yungas, Pastizal (puneño/altoandino), Estepa puneña y Monte. En la figura 11 se presenta una síntesis sobre las reconstrucciones del paisaje para los últimos 25.000 años AP, donde además se muestra la tendencia general de los cambios climáticos.

Figura 10. Mapa de ubicación de los sitios estudiados.

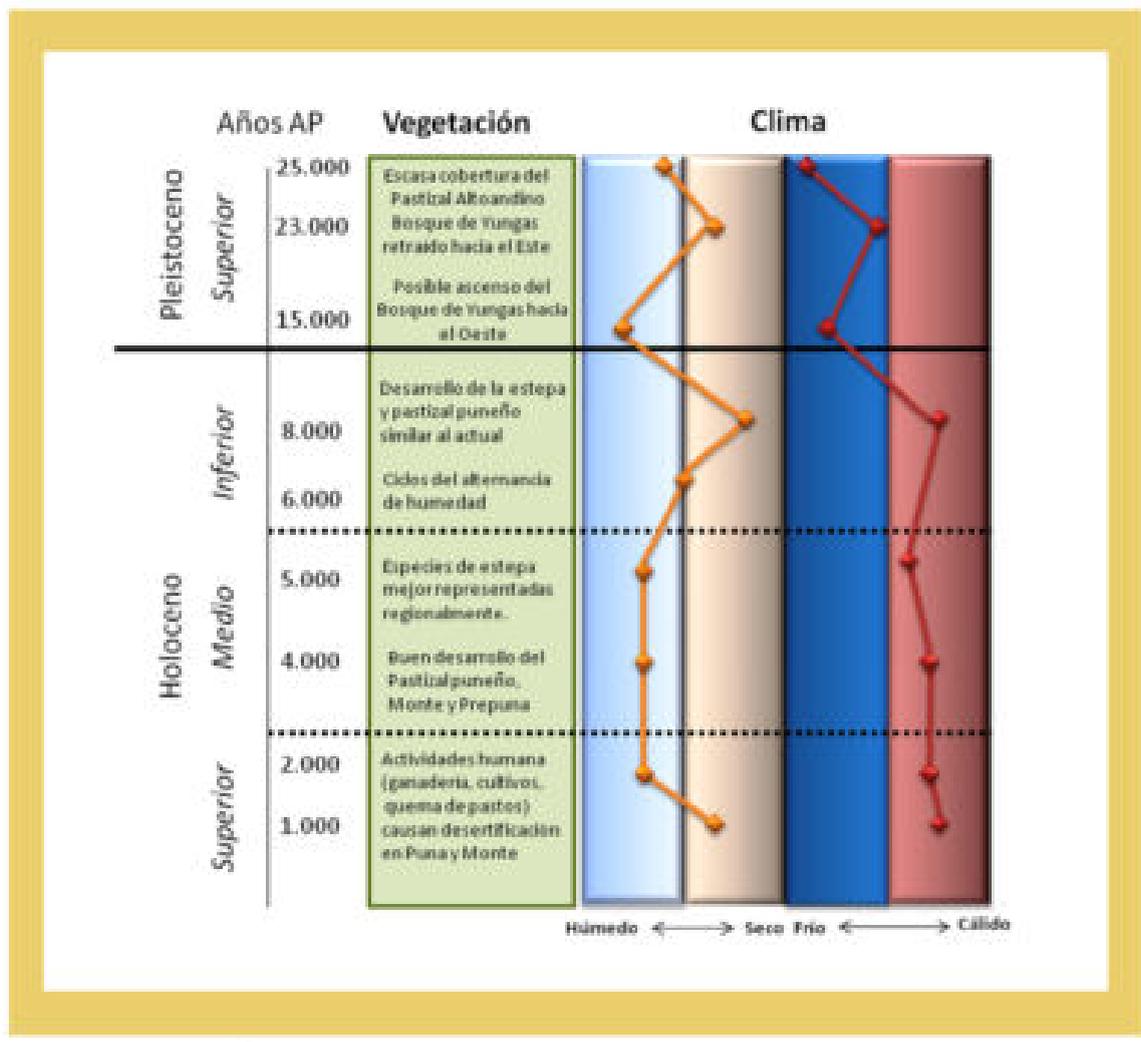


Figura 11. Reconstrucción de la vegetación y el clima en el NOA.

Literatura Citada

- Albeck, M. E. La vida agraria en los Andes del Sur. Nueva Historia Argentina Tomo I:187-228. Editorial Sudamericana.
- Aschero, C. El poblamiento del territorio. Nueva Historia Argentina Tomo I: 17-60. Editorial Sudamericana.
- Braun Wilke, R. H. 1991. Plantas de interés ganadero de Jujuy y Salta. Noroeste argentino. Junta Nacional de Carnes. Buenos Aires. 309 pp.
- Cruz, A. 2012. Los cambios del paisaje a través de la vegetación en el valle del Bolsón (Belén, Provincia de Catamarca). Estudio paleopalinológico. Tesis de grado. Universidad Nacional de Jujuy. 61 pp.
- Jackson, S. T. y J. W. Williams. 2004. Modern Analogs in Quaternary Paleoecology: Here today, gone yesterday, gone tomorrow? *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 32: 495 -537.
- Janssen, C.R. 1973. Local and regional pollen deposition. In: H.B.J. Gordon & R.G. West (eds.) *Quaternary plant ecology*. Blackwell Sci. Publ. Oxford. 31-42 pp.
- Kuznar, L. A. 1993. Mutualism between *Chenopodium*, herd animals, and herders in the South Central Andes. *Mountain Research and Development*. Vol. 13: 257-265.
- Lupo, L. C. 1990. Palinología de una secuencia del Holoceno en el valle de Tafi. Provincia de Tucumán, Argentina. *Facena* 8: 87-98.
- Lupo, L. C. 1998. Estudio sobre la lluvia polínica actual y la evolución del paisaje a través de la vegetación durante el Holoceno en la cuenca del río Yavi. Borde oriental de la puna, Noroeste argentino. Tesis Doctoral. Bamberg. Alemania. 87 pp.
- Lupo, L. C., M. M. Bianchi, E. Aráoz, R. Grau, CH. Lucas, R. Kern, M. Camacho, W. Tanner y M. Grosjean. 2006. Climate and human impact during the past 2000 years as recorded in the Lagunas de Yala, Jujuy, northwestern Argentina. *Quaternary International*, 158: 30-43.
- Lupo, L. C., A. C. Sánchez, N. Rivera y M. E. Albeck. 2010. Primeras evidencias palinológicas de cultivo en pueblo viejo de Tucute. Período Tardío de la puna de Jujuy: Casos de Estudio en la Región Andina Argentina. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Catamarca. Capítulo Siete: 120-131.
- Moore, P. D. y J. A. Weeb. 1983. *An illustrated guide to pollen analysis*. Londres. 133 pp.
- Overpeck, J. T., T. III Webb y I. C. Prentice. 1985. Quantitative interpretation of fossil pollen spectra: dissimilarity coefficients and the method of modern analogs. *Quaternary Research* 23: 87 - 108.
- Proctor, M., P. Yeo y A. Lack. 1996. *The natural history of pollination*. Timber Press. Portland, Oregon. 479 pp.
- Schäbitz, F., L. C. Lupo, J. A. Kulemeyer y J. J. Kulemeyer. 2001. Variaciones en la vegetación, el clima y la presencia humana en los últimos 15.000 años en el borde oriental de la puna, provincias de Jujuy y Salta, noroeste argentino. *APA. Publicación especial* 8: 155-162.
- Strasburger, E. 2004. *Tratado de Botánica*. 35° ed. alemana. Omega. Barcelona. 1152 pp.
- Tarragò, M. Chacras y pukara. Desarrollos sociales tardíos. Nueva Historia Argentina Tomo I : 257-300. Editorial Sudamericana.
- Torres, G. 2010. Estudio de los cambios del paisaje a través de las comunidades vegetales de alta montaña en el sector nororiental de la puna jujeña, Tesis de grado. Universidad Nacional de Jujuy. 66 pp.

Correo de Lectores



La Sección Correo de Lectores de Temas de Biología y Geología del Noa es un espacio que nos permitirá interactuar con nuestra comunidad de lectores. Invitamos a enviar críticas y comentarios sobre los temas publicados en la revista y también a sugerir otros de interés. Por razones de claridad o espacio, las cartas deberán tener una extensión máxima de 300 palabras, deberán incluir nombre, dirección y teléfono del remitente. Las cartas para esta sección pueden enviarse por e-mail a ibigeotemas@gmail.com indicando como asunto: correodelectores.



Novedades

XII Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología

(Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Presidencia de la Nación) del 9 al 20 de junio de 2014 en todo el país.

<http://www.semanadelaciencia.mincyt.gob.ar/>

Guía para autores y Proceso editorial

Entre los objetivos principales del IBIGEO, la promoción y difusión del conocimiento científico es una de las tareas que emprende a través de la Revista Temas de Biología y Geología del Noa. Por esta razón, la activa participación con contribuciones de docentes e investigadores de diferentes centros académicos del país es importante para lograr una ciencia al alcance de todos.

Temas de Biología y Geología del Noa publicará las siguientes categorías de contribuciones:

ARTÍCULOS: Consistirán en trabajos que expliquen un tema directa o indirectamente relativo a las Ciencias Naturales y los resultados de las investigaciones sobre el mismo; o introduzcan a los lectores sobre la puesta en funcionamiento de equipamientos y tecnologías novedosas y sus potenciales usos y aplicaciones en laboratorios del país y en especial de nuestra región Noa; o revisen aspectos poco conocidos de la historia del conocimiento. Tendrán una extensión máxima de 5000 palabras.

NOTAS: Incluirán informes sobre avances científicos o tecnológicos; o algún aspecto del conocimiento o sus aplicaciones con impacto social, o bien la presentación de cambios o innovaciones que puedan ser de interés en la enseñanza de determinados temas científicos. Tendrán una extensión máxima de 2500 palabras.

Guía para autores y Proceso editorial

PUNTOS DE VISTA: Comprende los fundamentos de una idea o argumentación a partir de una síntesis del estado actual del conocimiento de un tema en el que pueden existir distintas posiciones conceptuales. Tendrán una extensión máxima de 2500 palabras.

Todos los artículos deben tener un título corto y concreto, los nombres de los autores y su lugar de trabajo, por orden de participación en la contribución y un texto que debe ser claro, con un planteo sobre el tema que se aborda y su importancia, con extensiones máximas como se mencionó anteriormente.

Las contribuciones deben ser redactadas considerando que sus destinatarios no son especialistas y para ello se debe evitar el uso de términos técnicos y cuando esto sea imposible definir con precisión pero de manera sencilla, el significado de los mismos. También se debe evitar el empleo de palabras extranjeras cuando existen equivalentes en castellano, o neologismos y/o expresiones de moda. En caso del uso de fórmulas matemáticas, químicas, físicas o gráficos estadísticos, proporcionar en lo posible las explicaciones complementarias que sean necesarias. Utilizar el sistema internacional de unidades. Incluir citas bibliográficas que sean relevantes al tema analizado, preferentemente obras que sean accesibles, evitando solo trabajos del autor, informes técnicos o artículos en revistas especializadas y en lo posible, acotarlas a un máximo de diez referencias.

El manuscrito consistirá de un archivo incluyendo el texto, en formato Word o RTF.

Las ilustraciones constituyen un aspecto fundamental en el artículo de divulgación científica. Los gráficos, dibujos, fotografías y láminas deben ser muy claros y elocuentes para complementar y resaltar los contenidos desarrollados. Utilizar en lo posible, ilustraciones originales, indicando siempre la autoría de la misma. No se recomienda incluir en los trabajos imágenes descargadas de Internet, pero cuando ello fuera inevitable asegúrese que su reproducción está permitida y que tenga una buena resolución. El autor de un artículo deberá solicitar la autorización correspondiente en caso de incluir ilustraciones que sean reproducciones de imágenes libros y/o revistas. Las ilustraciones deberán ser preparadas en formato digital, en forma de archivos .jpg, con una definición mínima de 300dpi (puntos por pulgada) para un tamaño de 20 x 30cm. Las ilustraciones deben llevar su correspondiente explicación como leyenda y se incluirán en un archivo separado del texto en formato Word o RTF. Se recomienda a los autores que organicen sus manuscritos teniendo en cuenta que las figuras no deberán representar más del 70% del artículo.

Los manuscritos pueden enviarse por e-mail a ibigeotemas@gmail.com indicando como asunto: contribuciones. En el cuerpo del mensaje incluir un detalle de los archivos que componen el envío y los datos de contacto del autor. Para archivos de más de 8MB consultar por e-mail a ibigeotemas@gmail.com indicando como asunto: archivopesado.

El Comité Editorial será el responsable de garantizar la calidad de los artículos que integrarán cada volumen de la revista. Para dar curso a un manuscrito deberá determinar su pertinencia y si éste está en una etapa incipiente de elaboración, intermedia o es una obra madura. Esto constituirá un primer paso en la evaluación. Cuando el Comité Editorial apruebe una primera versión, se continuará con la revisión a cargo de expertos en el tema y dentro de lo posible, con experiencia en divulgación científica. De esta manera, se garantizará que tanto los contenidos como la calidad en general puedan ser enriquecidos a través de sus comentarios y sugerencias.

Durante los dos primeros años de vida de la publicación se evitará convocar como revisores a miembros del Ibigeo ya que ellos serán los responsables de generar la mayoría de las contribuciones. El Comité Editorial dispondrá de una nómina de especialistas por disciplinas y temas que hayan aceptado actuar como Comité Científico con el compromiso de hacerlo en tiempos razonables según la extensión de las obras. Los revisores tendrán la posibilidad de arbitrar sin identificarse ante los autores si bien se promoverán las revisiones con identificación. Con respecto al proceso de revisión, el Comité Editorial podrá solicitar una segunda instancia de revisión si las opiniones son muy dispares. En cada revisión, los evaluadores podrán recomendar la aprobación tal como fue enviado el manuscrito, cambios menores, cambios mayores (sujetos a una segunda revisión) o el rechazo. Sobre esta recomendación el Comité Editorial tendrá la decisión final. En cualquiera de los casos, el Comité Editorial debe fundamentar su opinión. Los autores podrán aceptar o rechazar las críticas y sugerencias exponiendo sus razones y los editores deberán asumir o no el hecho de aprobar una obra sin las correcciones sugeridas por los revisores.

Una vez que la obra ha sido aceptada para su publicación, el Comité Editorial iniciará el proceso de diseño y diagramación de los artículos, selección de copetes, frases destacadas, ubicación de cuadros e ilustraciones para lo cual se solicitará la aceptación final del autor.

El Comité Editorial seleccionará sobre la base de las contribuciones aceptadas, aquellas que serán incluidas en cada número, tratando de ofrecer un conjunto armónico de temas en distintas áreas del conocimiento y/o reunir en un solo número una serie de artículos en un tema especial, por lo tanto la publicación de los trabajos no necesariamente seguirá el orden de su aceptación.

Toda la información relacionada con la publicación de **Temas de Biología y Geología del NOA** (Objetivos, Comité Editorial, Normas de autor, Índice de Contenidos) será difundida a través del portal del Ibigeo: www.unsa.edu.ar/ibigeo/ Cada número de **Temas de Biología y Geología del NOA** podrá ser descargado como un archivo de extensión .pdf ya sea con una resolución baja para ver en pantalla o con alta resolución para imprimir o bien los artículos estarán disponibles individualmente.

