

APLICACIÓN DE ANÁLISIS POLÍNICOS A CASOS ARQUEOLÓGICOS: PERSPECTIVAS ACTUALES, PRECAUCIONES METODOLÓGICAS Y ALGUNAS CUESTIONES INTERPRETATIVAS

Brenda I. Oxman¹

EL POLEN

El término polen proviene del griego *paluno* (distribuir o dispersar) y está emparentado con el término del latín *pollen* (harina o polvo) que Carl Von Linné habría definido como el polvillo diseminado por los órganos masculinos de las flores, y cuya función es la fertilización (Kremp 1968). Actualmente, su significado refiere al nombre colectivo que se le da al conjunto de células reproductoras masculinas producidas en los estambres de las flores que realizan la fecundación de las plantas con semillas (Faegri e Iversen 1989). Por su parte, la Palinología es la disciplina dentro de la biología que se dedica a su estudio e incluye también el análisis de las esporas; las cuales designan a las células reproductoras asexuales, generalmente haploides y unicelulares, cuya función excede la reproducción de las especies de criptógamas (hongos y helechos), ya que también colaboran en su propagación (Erdtman 1957).

Las aplicaciones de la palinología resultan de dos propiedades que son inherentes a la naturaleza del polen, su especificidad y capacidad de preservación. La primera de ellas refiere a la posibilidad concreta de determinar la identidad de la planta productora de los granos de polen, a diferentes niveles taxonómicos (familia, género y especie); mientras que la segunda alude a su capacidad de preservación a

través del tiempo, bajo condiciones ambientales adecuadas como sitios ácidos, anaerobios, como el caso de las turberas. La única excepción es la oxidación, por contacto directo con el aire o por agentes biológicos como las bacterias y hongos, que destruye la esporopolenina que compone la exina que los envuelve (Faegri e Iversen 1989).

Estas propiedades hacen del polen una herramienta de gran importancia de la que disponen los arqueólogos. Esto se debe a que es el microfósil más abundante en sedimentos cuaternarios, ya que normalmente estos granos son producidos en grandes cantidades y sedimentan en las superficies cada año (denominado "lluvia polínica") (Lupo 1998). La rama dentro de la palinología que se dedica a su estudio es la paleopalinología arqueológica o arqueopalinología.

La escala de información que esta línea de evidencia ofrece es generalmente regional, reflejando la composición de las comunidades vegetales y en ocasiones las condiciones ambientales bajo las cuales las plantas se desarrollan o desarrollaron. Esto puede variar según el tipo de polinización, dependiendo de la intervención de diversos agentes como el viento, el agua y animales (como aves, murciélagos, insectos). Sin embargo, la escala de resolución del sistema muestreado puede ofrecer una señal más acotada. Esto se puede

¹CONICET-Instituto de Arqueología, FFyL, UBA- oxmanbrenda@yahoo.com.ar

Recibido en julio de 2011; aceptado en octubre de 2011.

Oxman, Brenda Irene. 2011. Aplicación de análisis polínicos a casos arqueológicos: perspectivas actuales, precauciones metodológicas y algunas cuestiones interpretativas. *La Zaranda de Ideas. Revista de Jóvenes Investigadores en Arqueología* 7: 81-89. Buenos Aires.

observar en el análisis de polen adherido en materiales aglutinantes como resinas, coprolitos y otras matrices aglutinantes, donde el área de captación es reducida. Esto genera que la señal polínica refleje las condiciones locales de la vegetación (Dincauze 2000).

APLICACIONES ARQUEOLÓGICAS

Esquemáticamente, la aplicación de la palinología a problemáticas arqueológicas puede dividirse en dos grandes grupos: por un lado los análisis de sedimentos de origen natural; y por otro, los de origen antrópico, incluyendo a los yacimientos arqueológicos (cuevas, abrigos y/o asentamientos al aire libre) y otros objetos como cuencos y vasijas, en donde pueda haberse depositado polen (López Sáez et al. 2003).

Sobre la clasificación propuesta, debe aclararse que lejos están de proponerse dos tipos opuestos, sino que ha sido una forma operativa de organizar la información. Suelen ocurrir que depósitos que en primera instancia son considerados como “naturales”, suelen presentar evidencias de impacto antrópico.

Depósitos naturales

Las relaciones entre sociedades prehistóricas y su medio ambiente es una de las problemáticas más apasionantes que se le plantean a la arqueología (McDonnell y Pickett 1993; Almquist-Jacobson y Sanger 1995). En este contexto, el hombre es entendido como un elemento más dentro del ecosistema, expuesto a las modificaciones producidas en su entorno, aunque con un atributo particular: la cultura, entendida como un sistema adaptativo extrasomático que sirve para la integración de una sociedad con su ambiente y con otros sistemas socioculturales (Binford 1967, 1980). Esta definición indica que la estructura de recursos de un hábitat desempeña un rol central en las distintas esferas organizativas de las sociedades, en aspectos económicos, sociales e ideológicos (Morales 2010). Diversas

investigaciones han mostrado que el ambiente ha influido fuertemente el desarrollo cultural de las poblaciones humanas (Kelly 1992) -como también ocurre en el presente-, por lo que el estudio del ambiente es una variable ineludible a la hora de interpretar el registro arqueológico. En este sentido, el estudio del paleoambiente es una de las aplicaciones que ha cobrado mayor importancia en las últimas décadas. A través de la complementación con otras líneas de evidencia -como diatomeas, isótopos estables, sedimentos, entre otros- los estudios paleoambientales han permitido realizar modelos predictivos y derivación de expectativas relacionadas a la oferta y predictibilidad de los recursos, capacidad de carga del ambiente y rangos de movilidad, entre otras cosas (Oxman 2010). Para este fin, la arqueología debe valerse de herramientas que le permitan obtener información de las condiciones ambientales del pasado, incorporando lo que se denominan datos proxy (Dincauze 2000).

Los datos *proxy*, en arqueología, refieren a la información provista por otras líneas de evidencia independientes al registro arqueológico, pero que aportan información relevante al problema de investigación (Dincauze 2000). El manejo de este tipo de datos implica conocer las limitaciones espacio-temporales de la información que cada línea de evidencia puede proveer (Delcourt y Delcourt 1988; Dincauze 2000). En este sentido, el polen es un indicador aproximado de la composición de la vegetación e incluso en ocasiones es posible inferir las condiciones climáticas (especialmente humedad y temperatura) en las que esta se desarrolló. Fundamentalmente, las interpretaciones se apoyan en los principios de equilibrio ecológico y actualismo. En el primer caso se sostiene que las plantas se encuentran en equilibrio con las condiciones ambientales en las que se desarrollan y en el segundo, se estima que el comportamiento de la vegetación actual (la producción, distribución y sedimentación de los granos de polen),

responde de igual forma y a los mismos factores que actuaron en el pasado (D'Antoni 1990).

Depósitos antrópicos

De igual forma, la actividad humana también puede modificar su entorno, afectando la composición original de la vegetación (López Sáez y López García 1992; López García et al. 1997). La fórmula más utilizada para detectar actividades antrópicas es la utilización de los llamados "indicadores polínicos de disturbio antrópico" (Iversen 1949; Behre 1981, 1986). Esta metodología es aún delicada (Richard 1994), debido a que se apoya sobre indicadores polínicos que en ocasiones son muy discretos o puntuales a nivel porcentual, lo que podría revelar una presión antrópica débil o una intensa actividades en zonas lejanas, por lo que se recomienda realizar la interpretación a partir de la convergencia de varias señales antrópicas (Barbier et al. 2001). También ocurre con ciertos tipos polínicos, como malezas o ciertos cultígenos que pueden señalar tanto actividades netamente antrópicas como cambios en la vegetación nativa producto de cambios ambientales de pequeña escala. De similar forma, se ha abordado la problemática del desarrollo de actividades pastoriles, fácilmente constatable a nivel palinológico, gracias a la aparición de asociaciones polínicas específicas (*Chenopodiaceae*, *Urtica dioica*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella*, *Plantago lanceolata*, *Astragalus* sp., entre otros) (Galop 1998, 2000; López Sáez et al. 2000; López Sáez et al. 2003; Galop y López Sáez 2002). También ha sido central su aplicación a la famosa cuestión de la aparición de los cereales, y por lo tanto de manifestaciones de agricultura incipiente (Bower 1998; Tweddle et al. 2005). Al respecto, resulta de gran interés el trabajo de Richard (1994) quien menciona que la polución polínica proveniente de aquellos vegetales consumidos o conservados *in situ* (*Cerealia*, *Allium* sp.), que pueden sobrerrepresentar y enmascarar la de otros palinomorfos, dando la apariencia de

existencia de un cultivo muy cercano o extenso que no es tal (Bower 1992, 1998; Diot 1992; Joosten y Van Den Brink 1992).

De gran interés resultan los trabajos realizados a partir del análisis de polen y partículas de carbón vegetal en testigos de lagunas, como información indirecta sobre el uso del fuego -prácticas de roza y quema; entre otras. Sin embargo, también la interpretación de estos registros no es sencilla, ya que un aumento de las partículas de carbón también puede ser producto de incendios naturales (Whitlock y Anderson 2003; entre otros).

A todas estas posibilidades del polen, se agrega la información generada por diferentes investigadores de la Universidad de Texas, donde el estudio del polen ayudó a investigar patrones culturales de la dieta de los grupos humanos de hace 10000 años. Los coprolitos contienen grandes cantidades de polen de plantas polinizadas por insectos que indican que las sociedades prehistóricas recogían y se alimentaban de flores. Esto se debe básicamente a la particular resistencia de la pared externa (exina) que protege al grano de polen de los ácidos gástricos del sistema digestivo. Esta interpretación se basa en estudios actualísticos que muestran que comer grandes cantidades de flores o de miel, puede introducir grandes cantidades de polen en el sistema digestivo humano. Sin embargo, puesto que la abeja melífera europea no fue introducida en América hasta después del 1620 parece difícil la hipótesis de consumo de grandes cantidades de miel, por lo que se cree que el polen en coprolitos provendría principalmente del consumo de flores. En sitios arqueológicos en el oeste de Texas, los arqueólogos han encontrado raspadores y cuchillos de piedra tallada que aún llevan en sus bordes savia vegetal seca. El examen microscópico esta ha puesto de manifiesto la presencia de restos vegetales orgánicos, incluyendo el polen. A partir de este tipo de estudio, se ha postulado que las herramientas de piedra fueron utilizadas para cortar diferente

tipos de plantas. También se han incrementado los estudios de polen en enterratorios. Innovadores trabajos como los realizados en el sitio arqueológico de Shanidar (donde se hallaron evidencias de polen de flores), así como en el sitio Antelope House Pueblo (con polen de maíz) han sido interpretados como producto de actividades rituales, ceremoniales o de carácter simbólico (Leroi-Gourhan 1975; Bryant y Hall 1993). Estudios recientes (Sommera 1999) han discutido la interpretación del análisis polínico realizado en el sitio Shanidar ya que varias de las especies vegetales asociadas al enterratorio e interpretadas como producto de la depositación humana; también han sido identificadas en otros registros ubicados en las cercanías y sin evidencias de impacto antrópico. Esto significaría que en realidad esas flores formarían parte del paisaje natural en el que se desarrollaron dichas ocupaciones y no a la actividad humana.

Resulta de gran interés, en estos contextos funerarios, el análisis de polen depositado en los pulmones, ya que brinda información del lugar inmediato en donde estuvo la persona en el momento previo a su muerte, actualmente utilizado en el campo de la palinología forense (Bryant 2011).

ALGUNAS PRECAUCIONES METODOLÓGICAS A SER CONSIDERADAS

Como se ha intentado demostrar, el potencial de los análisis polínicos es realmente enorme, pero también deben ser tenidas en cuenta ciertas precauciones metodológicas, tanto a la hora de diseñar el muestreo como a la hora de establecer los criterios para la interpretación de los datos. El tipo y la cantidad de muestras a tomar pueden variar dependiendo del problema de investigación. Sin embargo, hay ciertos procedimientos básicos que han sido establecidos para asegurar su buen desenvolvimiento.

Sistema actual

En este sentido, uno de los principios fundamentales en la reconstrucción paleoecológica es el conocimiento del sistema actual que incluye el estudio de la flora actual y asociaciones polínicas actuales (lluvia polínica), como base para la interpretación de los registros fósiles (D'Antoni 1990).

La mejor forma de realizar esta tarea es tomar por lo menos de cinco a doce puntos de muestreo (1 cm³ cada uno) para el relevamiento de un área/parcela de 50-100 m². Luego todo este material se junta para conformar una sola muestra. Esta técnica es conocida como de las sub-muestras múltiples (Adam y Mehringer 1975) y se debe realizar en tres a cinco muestras de control como mínimo, separadas cada una de ellas por no menos de 200 m.

El estudio de la flora actual debe ser el punto de partida de cualquier investigación. El primer paso debe ser la confección de un herbario, a partir de la colección de plantas en flor, o partes de ellas, para la determinación botánica (D'Antoni 1979). La determinación botánica se realiza a partir de claves sobre la morfología externa de la planta, junto con la confrontación de los ejemplares recolectados con la bibliografía disponible sobre la vegetación del área y el material herborizado en colecciones de instituciones especializadas como museos y facultades. Las mismas deben prensarse, secarse, envenenarse a través del método de inmersión en una solución alcohólica o la fumigación con sustancias volátiles y luego archivarse en lugares apropiados para su conservación. Paralelamente, debe relevarse y ser registrado: nombre científico del taxón, número de especies recolectadas, localidad y fecha de la recolección, hábitat, forma de vida (árbol, arbusto, hierba), características del sustrato, tipo de suelo, altitud, comunidad vegetal en la que se desarrolla, especies con las que convive, el nombre de la persona que llevó a cabo la recolección y el nombre de la persona que ha

determinado o identificado el taxón (D' Antoni 1990). El segundo paso es la confección de una palinoteca de referencia para la zona de estudio y facilitar la identificación de los tipos polínicos. Se procede entonces a la extracción de polen de las flores y procesamiento en el laboratorio según el protocolo estándar para polen actual (Faegri e Iversen 1989).

Sistema fósil

Una vez realizados estos estudios, se procede a la toma de muestras fósiles. Al respecto, es importante recordar las limitaciones de éstos análisis y la importancia del estudio de la matriz que los contiene. Variables como el pH y el tamaño de grano del sedimento, entre otros, pueden aportar información relevante sobre los procesos de formación del registro y colaborar a su interpretación.

Consecuentemente, diferentes tipos de sitios requieren consideraciones particulares. Grandes controversias se han desatado sobre dónde y cómo realizar estudios de polen fósil y la calidad de la información generada, en relación a los procesos de formación del registro. Un ejemplo es el debate en torno a los análisis de polen en cuevas y las diferentes metodologías propuestas para mejorar la interpretación de los datos (Navarro *et al.* 2002). En este caso, la alternativa a la realización de estudios de lluvia polínica actual, es la toma de muestras en diferentes sectores de la cueva (así como fuera de ella), detrás de la línea de goteo y/o el estudio de testigos o perfiles naturales cercanos. La comparación de los diferentes registros permite evaluar la escala de resolución de los datos y los posibles factores intervinientes en la formación del registro (dirección de los vientos, orientación de la boca de la cueva y remoción de material por acción de roedores; entre otras cosas).

Dentro de lo que es el trabajo con perfiles sedimentarios podemos distinguir lo que es la toma de muestras en perfiles donde los

sedimentos compactados (mayormente suelos) y sedimentos no compactados (principalmente arenas). Los segundos presentan grandes dificultades para los análisis polínicos ya que los granos depositados en la superficie no se mantienen *in situ* sino que pueden migrar hacia otros niveles y dar una imagen distorsionada de la composición florística de la muestra. Por esto, lo ideal es trabajar con perfiles sedimentarios compactados. En este último caso, lo primero que hay que hacer es fijar una equidistancia, extender la cinta métrica a lo largo del perfil y marcar los puntos exactos de donde se tomarán las muestras. La extracción debe comenzar en la parte más baja del perfil y extenderse hacia arriba, para evitar la contaminación de las mismas (D' Antoni 2000). Los problemas de contaminación son muy comunes, ya sea por el polen actual que se encuentra en el aire al momento de la extracción o por el polen fósil de otras muestras proveniente de otras capas al remover el sedimento. La información de este tipo de registros varía en función de la selección de las muestras a tomar, es decir que si una muestra corresponde a un depósito de edad conocida, el espectro polínico es un índice de la vegetación del área de un período determinado; mientras que cuando el espectro polínico es el producto del muestreo de una columna sedimentaria, el resultado es la representación de los cambios producidos en la vegetación del área a través del tiempo. En cambio, cuando dos o más series de espectros polínicos son obtenidos de varias secuencias sedimentarias separadas, es posible comparar los cambios de la vegetación en diferentes lugares a través del tiempo (Prieto 2007).

En cuanto al análisis de coprolitos, arcillas y otros materiales aglutinantes, la primera sugerencia es la toma de muestras tanto de la parte externa como de la interna. En el caso de los coprolitos, se ha estimado que la cantidad mínima necesaria para garantizar la fidelidad de los datos es de dos o tres coprolitos.

Ya aclarado el tema de la toma de muestras fósiles, las siguientes etapas consisten en su

procesamiento en el laboratorio y posterior observación microscópica. La primera de ellas sigue el protocolo estándar para polen del Cuaternario (Faegri e Iversen 1989). La segunda consiste en la observación de las muestras montadas en los portaobjetos bajo un microscopio óptico binocular con una magnificación de 400x y 1000x para la identificación de los granos. Las propiedades diagnósticas de la morfología son: forma, tamaño, grosor de la exina, escultura, número y tipo de aperturas. Para la identificación se utilizan catálogos con fotos de referencia (Heusser 1971; Markgraf y D' Antoni 1978) y la palinoteca de referencia confeccionada para el área. El análisis es un estudio cualitativo y cuantitativo del polen contenido en una preparación, a partir de la determinación del número de clases presentes y de la frecuencia con que ocurre cada clase en las distintas muestras (D' Antoni 1991). Se procede a la cuantificación y tratamiento estadístico de las especies descritas. Como mínimo debe trabajarse con 200/300 granos por muestra. La cuantificación y tratamiento estadístico de las especies identificadas se efectúa con el programa TILIA (Grimm 1987, 2004), específico para palinología-sedimentología.

Vale aclarar, que para llevar a cabo estas últimas dos etapas de la investigación, se debe contar con infraestructura, herramientas y materiales específicos, que no siempre están disponibles en los institutos de arqueología. A modo de ejemplo, se puede mencionar la necesidad de en un laboratorio que cuente con una campana para trabajar con diferentes productos químicos para eliminar el material no polinífero de sus sedimentos como ácido fluorhídrico (HF), clorhídrico (ClH), hidróxido de potasio, anhídrido acético; químicos que ya de por sí son muy costosos. También, se requiere equipamiento importante como una maquina ultrasónica, baños termostáticos, calentadores magnéticos y centrifugas para el procesamiento de las muestras. Por último, para la etapa de microscopía se requiere

un microscopio biológico de 400x y 1000x. Dadas estas condiciones, lo que se recomienda es trabajar de forma interdisciplinaria, con personas capacitadas en ciencias afines que nos permitan trabajar en sus laboratorios y a la vez colaboren con nuestra formación en el manejo de este tipo de líneas de evidencias.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Lejos de resolver las problemáticas arqueológicas, el polen es una línea de evidencia que tiene múltiples aplicaciones y puede colaborar en la comprensión de la variabilidad del registro arqueológico que actualmente conocemos. En esta dirección se ha venido trabajando en las últimas décadas, los debates han favorecido la creación de metodologías para el mejoramiento de las técnicas de muestreo y de los criterios de interpretación de los datos. Son varios los espacios de investigación vacantes en nuestro país y aún queda mucho por hacer, por lo que se espera que este trabajo sea un disparador de futuras investigaciones que puedan aportar nuevo conocimiento a nuestra disciplina.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Hugo Yacobaccio y a la Dra. Liliana Lupo, quienes guían mi aprendizaje e incentivan la creación de puentes entre diferentes disciplinas. También agradezco a la Ing. Agrónoma Carina Sánchez, Lic. Gonzalo Torres, Lic. Ariadna Svoboda (Ochi) y la Dra. Débora Kligmann por la colaboración en la revisión del trabajo y por los comentarios aportados.

BIBLIOGRAFÍA

- Adam, D. P y P.J. Mehninger Jr.
1975. Modern pollen surface samples: analysis of subsamples. *Journal of research of U.S. Geological Survey* 3:733-736.

- Almquist-Jacobson, H y D. Sanger.
1995. Holocene climate and vegetation in the Milford drainage basin, Maine, U.S.A., and their implication for human history. *Vegetation History and Archaeobotany* 4:211-222.
- Barbier, D., J. Burnouf y L. Visset.
2001. Les diagrammes société/végétation: un outil de dialogue interdisciplinaire pour la compréhension des interactions homme/milieu. *Quaternaire* 12(1-2):103-108.
- Behre, K. E.
1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores* 23:225-245.
1986. *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A.A. Balkema. Rotterdam.
- Binford, L.
1967. Smudge Pits and Hide Smoking: The Use of Analogy in Archaeological Reasoning. *American Antiquity* 32:1-12.
1980. Willow smoke and dog's tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *American Antiquity* 45(1):4- 20.
- Bower, M. A.
1992. Cereal pollen dispersal: a pilot study. *Cambridge Archaeological Journal* 2:236-241.
1998. *A critical path to the characterization of agriculture through the pollen of cereals*. Tesis Doctoral Universidad de Cambridge, Cambridge.
- Bryant, V. M.
2011. Pollen, Handbook of Texas. <http://www.tshaonline.org/handbook/online/articles/sop01> (Acceso 20 junio 2011)
- Bryant, V. M. Jr. y S. A. Hall
1993. Archaeological Palynology in the United States: A Critique. *American Antiquity* 58(2):277-286.
- D' Antoni, H. L.
1979. *Arqueoecología: El hombre en los ecosistemas del pasado a través de la Palinología*. Colección Científica de Arqueoecología, México.
1990. *La importancia del análisis de polen en la reconstrucción del clima y la vegetación del pasado*. Monografía de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Buenos Aires.
- Delcourt, H. R. y P. A. Delcourt
1988. Quaternary landscape ecology: Relevant scales in space and time. *Landscape Ecology* 2(1):23-44.
- Dincauze, D. F.
2000. *Environmental Archeology: Principles and practice*. University of Cambridge Press. Cambridge
- Diot, M. F.
1992. Études palynologiques des blés sauvages et domestiques issus de cultures expérimentales. En *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*, editado por P. C. Anderson, pp.107-111. Monographie du CRA, 6, Sophia-Antipolis. Centre de Recherches Archéologiques, Éditions du C.N.R.S, Francia.
- Erdtman, G.
1957. Sobre la terminología del polen y las esporas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agraria* 6(2): 39- 51.
- Faegri, K. y J. Iversen,
1989. *Textbook of Pollen Analysis*, editado por P. C. Faegri, P. E. Kaland y K. Krywinski. John Wiley & Sons, Chinchester.
- Galop, D.
1998. *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. Toulouse, Geode / Laboratoire d'Ecologie Terrestre.
2000. Propagation des activités agro-pastorales sur le versant nord-pyrénéen entre le VI^e et le III^e millénaire av. J.-C. : l'apport de la palynologie. En *Société et espaces. Actes des Rencontres meridionales de Préhistoire récente*, pp. 101-108. Archives d'Ecologie Préhistorique, Toulouse.
- Galop, D. y J. A. López Sáez
2002. Histoire agraire et paléoenvironnement: les apports de la palynologie et des microfossiles non-polliniques. *Trabalhos de Antropología e Etnología* 42 (1-2):161-164.
- Grimm, E. I
1987. CONISS: A FORTRAN 77 Program for stratigraphically constrained Cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences* 13(1):13-35.
2004. Tilia y TGView 2.0.2 Illinois State Museum. Research and Collection Center. Springfield, Illinois.
- Husser, C. J.
1971. *Pollen and spores of Chile. Modern Types of the Pteridophyta, Gymnosperma, and Angiospermae*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Iversen, J.
1949. The influence of prehistoric man on vegetation. *Danmarks Geologiske Undersøgelse* IV(3,6):5-22.

- Joosten, J. H. J. y L. M. Ç. Van Den Brink
1992. Some notes on pollen entrapment by rye (*Secale cereale* L.). *Review of Palaeobotany and Palynology* 73:145-151.
- Kelly, R. L.
1992. Mobility/ sedentism: concepts, archaeological measures, and effects. *Annual Review of Anthropology* 21:43-66.
- Kremp, G.
1968. *Morphologic Encyclopedia of Palynology*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Leroi-Gourhan, A.
1975. The Flowers Found with Shanidar IV, a Neanderthal Burial in Iraq. *Science* 190: 562-564.
- López Sáez, J. A. y P. López García
1992. Dinámica del paisaje: un modelo de interpretación a través de la Paleopalinología. En *V Jornadas sobre el Paisaje: Transformaciones del Paisaje en áreas de influencia de grandes núcleos urbanos*, editado por J. F. Martín Duque, pp. 375-385. Academia de Historia y Arte de San Quirce, Segovia.
- López García, P., A. Arnanz, P. Uzquiano y J. A. López Sáez
1997. Los elementos antrópicos en los análisis arqueobotánicos como indicadores de los usos del suelo. En *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*, editado por J. M. García Ruiz y P. López García, pp. 41-59. Instituto Pirenaico de Ecología, Zaragoza.
- López Sáez, J. A., P. López García, y F. Burjachs
2003. Arqueopalinología: Síntesis crítica. *Polen* 12:5-35.
- López Sáez, J. A., B. Van Geel y M. Sánchez
2000. Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueología da Península Ibérica. Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular*, vol. IX, pp. 11-20. Porto, ADECAP, Vila-Real, Portugal.
- 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, Fakultät für Geschichts- und Geowissenschaften Universität Bamberg, Bamberg, Alemania.
- Markgraf, V. y H. L. D' Antoni
1978. *Pollen flora of Argentina*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Mc Donnell, M. J. y S. T. A. Pickett (editores).
1993 [2007]. *Humans as Components of Ecosystems: Subtle Human Effects and the Ecology of Populated Areas*. Springer-Verlag, New York.
- Morales, M. R.
2010. *Arqueología ambiental del Holoceno temprano y medio en la Puna seca argentina*. Tesis de doctorado. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Navarro, C., J. S. Carrión, A. R. Prieto y M. Munuera
2002. Modern cave pollen in an arid environment and its application to describe palaeorecords. *Complutum* 13:7-18.
- Oxman, B. I.
2010. *Una perspectiva paleoecológica de las primeras ocupaciones humanas de la Puna Seca: análisis polínico de perfiles naturales holocénicos, Dto. de Susques, Pcia de Jujuy, Argentina*. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Prieto, A. R.
2007. *Análisis polínico del Cuaternario: una perspectiva paleoecológica*. Curso Asociación Paleontológica Argentina. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Buenos Aires. En prensa.
- Richard, H.
1994. Indices polliniques d'une néolithisation précoce sur le premier plateau du Jura (France). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris* 11a (318):993-999.
- Sommer, J. D.
1999. The Shanidar IV 'Flower Burial': a Re-evaluation of Neanderthal Burial ritual. *Cambridge Archeological Journal* 9(1):127-37.
- Tweddle, J. C., K. J. Edwards y N. R. J. Fieller
2005. Multivariate statistical and other approaches for the separation of cereal from wild *Poaceae* pollen using a large Holocene dataset. *Vegetation History and Archaeobotany* 14:15-30.
- Whitlock, C y R. S. Anderson
2003. Fire history reconstructions based on sediment records from lakes and wetlands. En *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*, editado por T. T. Veblen, W. L. Baker, G. Montenegro, T. W. Swetnam, pp. 3-31. Springer, New York.

¹**Brenda Oxman** es egresada de la carrera de Ciencias Antropológicas de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Desde 2007 colabora con el equipo del Dr. Hugo Jacobaccio, en diferentes proyectos orientados al estudio de sociedades cazadoras-recolectoras y pastoras en su conetxto ambiental y social a través del tiempo en la Puna Seca de Jujuy. Desde 2008 ha comenzado a especializarse, junto a la Dra. Liliana Lupo de la UNJu, en la utilización de los análisis polínicos a casos arqueológicos específicos. Los resultados de su trabajo han sido plasmados en su tesis licenciatura defendida en Julio 2010. Actualmente es becaria doctoral de CONICET y su tema de investigación corresponde al estudio de los cambios ambientales y sociales producidos en la Puna Seca de Jujuy durante el Holoceno medio y tardío.