

Contexto paleoambiental durante el Pleistoceno tardío/ Holoceno tardío de la Localidad Arqueológica Lobería I (borde oriental de las sierras de Tandilia, Buenos Aires, Argentina): el aporte de los indicadores biosilíceos

María de los Milagros Colobig

Recibido 20 de noviembre 2012. Aceptado 21 de mayo 2013

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de microfósiles biosilíceos de secuencias sedimentarias de la Localidad Arqueológica Lobería I, Sierras de Tandilia oriental (Buenos Aires, Argentina). Se analizaron tres perfiles, dos de los cuales se ubican en el interior de un reparo rocoso (sitio 1 de la localidad arqueológica) y el restante representa un sitio a cielo abierto, en la margen del Arroyo Las Flores, en la zona interserrana, sin evidencias de influencia antrópica. Los indicadores biosilíceos permitieron estimar que hacia la transición Pleistoceno-Holoceno se establecieron condiciones climáticas más frías y áridas que fueron cambiando hacia condiciones más cálidas y húmedas durante el Holoceno temprano por condiciones más cálidas y húmedas en general, con picos intercalados de aridez y humedad. Se establecieron diferencias entre los dos perfiles muestreados en el sitio arqueológico y el perfil del sitio a cielo abierto, aunque este último presentó ciertas semejanzas con el perfil más expuesto a condiciones medioambientales del sitio arqueológico. Los registros biosilíceos relevados en los perfiles posibilitaron estimar variaciones microambientales particulares del reparo y microrregionales, y tendencias generales que se encuadran en los modelos regionales. Estos indican mayor aridez y climas más fríos durante los inicios del Holoceno, y condiciones más cálidas y húmedas pero con oscilaciones de las condiciones de humedad, principalmente hacia el Holoceno medio.

Palabras clave: Paleoambiente; Sierras de Tandilia; Pleistoceno tardío; Holoceno; Microfósiles biosilíceos.

ABSTRACT

PALEOENVIRONMENTAL CONTEXT DURING THE LATE PLEISTOCENE / LATE HOLOCENE IN LOBERÍA I ARCHAEOLOGICAL LOCALITY (EASTERN TANDILIA RANGE, BUENOS AIRES, ARGENTINA): THE CONTRIBUTION OF BIOCILICEOUS INDICATORS. In this paper, the results of the analysis of biosiliceous microfossils in the sedimentary sequences of Lobería I archaeological site, Eastern Tandilia range (Buenos Aires, Argentina), are presented. Three profiles were analyzed, two of which are located inside a rockshelter (site 1 of Lobería I) and the third from an open air site on the banks of the Las Flores stream in a mountain valley, with no evidence of anthropic influence. Biosiliceous indicators enabled an interpretation that the Pleistocene-Holocene transition included cold, dry weather, which was progressively replaced towards the Holocene by warm and humid conditions, interspersed with peaks of aridity and humidity. The two sampled profiles were differentiated at different points of the archaeological site and the profile was taken from the open air site, although the latter presented some similarities because of a more exposed site profile. Biosiliceous records enabled micro-regional variations and individual microenvironments in the rockshelter to be estimated, as well as general trends that fit within regional paleoenvironmental models. Such models indicate increased aridity and a colder climate during the early Holocene, and warmer and wetter conditions, although with fluctuations in humidity, towards the middle Holocene.

Keywords: Paleoenvironment; Tandilia range; Late Pleistocene; Holocene; Siliceous microfossils.

María de los Milagros Colobig. Laboratorio de Paleobotánica. Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP- CONICET). Dr. Materi y España s/n (E3105BWA), Diamante, Entre Ríos, Argentina. E-mail: mcolobig@cicyttp.org.ar

INTRODUCCIÓN

La escasez de restos vegetales preservados en los contextos arqueológicos de la región pampeana argentina dificulta la aplicación de varios de los análisis con que cuentan los estudios arqueobotánicos para el conocimiento de los recursos botánicos existentes. Por un lado, las comunidades naturales, específicamente en la denominada Pampa húmeda, se han reducido a los enclaves montañosos de las sierras por la intensa actividad agrícola desde comienzos del siglo veinte (Burkart 1975). Por el otro, las condiciones medioambientales de la región, con niveles considerables de humedad, son poco propicias para la preservación del material arqueológico vegetal.

En los últimos años se han realizado estudios de polen, almidones y fitolitos en la región (Babot 2007; Grill *et al.* 2007; Quattrocchio, *et al.* 2008; Osterrieth *et al.* 2008; De Porras *et al.* 2009, entre otros). Estos últimos son los microfósiles que se han encontrado en mayor abundancia y aportan información local tanto paleoambiental como sobre el uso de las plantas. Por su naturaleza mineral, los fitolitos son altamente resistentes y, en consecuencia, aptos para el estudio de vegetales en los sedimentos arqueológicos de estos contextos. Su baja tasa de deterioro permite su identificación aun cuando las plantas hayan sido manipuladas por los grupos humanos (Zurro 2006). Su gran resistencia también les permite perdurar largo tiempo en distintos tipos de depósitos, en secuencias del Cuaternario (Piperno y Jones 2003; Capdepont *et al.* 2005; Piperno *et al.* 2007), del Mioceno (Stromberg 2004), del Eoceno (Zucol *et al.* 2010) y hasta del Paleoceno (Brea *et al.* 2008), lo cual resulta de gran importancia y aporta una evidencia concreta para los estudios paleoambientales que contextualizan ocupaciones humanas tempranas.

La aplicación de los análisis de fitolitos en las sierras de Tandilia, desde hace más de diez años, ha proporcionado una base de información calificada tanto para la interpretación paleoambiental, como de las evidencias de intervención antrópica (Osterrieth *et al.* 2000; Zucol *et al.* 2002, 2007, 2008, 2012; Colobig y Zucol 2008; Colobig *et al.* 2009 a y b; Colobig 2011, 2012).

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados del análisis de microfósiles bio-silíceos en sedimentos del área de influencia del sitio

arqueológico Lobería I (sitio 1) y margen del arroyo Las Flores, que se realizaron con el fin de establecer condiciones paleoambientales comparables entre ambos contextos.

La comparación intersitios a escala regional permite plantear nuevos interrogantes sobre las condiciones paleoambientales de los espacios habitacionales y su contexto. En la región pampeana, estos estudios adquieren gran potencial para indagar la distribución de microambientes, por lo cual se ha buscado también vincular esta información con las estimaciones realizadas para la región mediante diferentes proxys (Osterrieth *et al.* 2000, 2008; Babot 2007; Grill *et al.* 2007; Quattrocchio, *et al.* 2008; De Porras *et al.* 2009).

EL ÁREA DE ESTUDIO

La localidad arqueológica Lobería I (37° 58' 18, 11" Lat. S, 58° 29' 35, 94" Long. O) está constituida por un conjunto de sitios ubicados en el sector nor-oriental de un cerrito conformado por grandes bloques de ortocuarcitas de la Formación Balcarce (Figura 1). Está ubicada en las Sierras de Tandilia oriental, en el sector sur de la sierra La Larga (partido de Lobería). El sitio 1 de la localidad Lobería I es una cueva de 24 m² aproximadamente, con una matriz sedimentaria de 2,10 m de profundidad (Colobig y Zucol 2008; Mazzanti *et al.* 2010), en la cual se registraron ocupaciones humanas desde el Holoceno temprano hasta el Holoceno tardío.

El Arroyo Las Flores se encuentra situado a aproximadamente 400 m, en dirección NE de la localidad arqueológica Lobería I y, al igual que gran parte de los elementos fluviales del sector oriental de Tandilia, se demarca de acuerdo con las características propias del paisaje local, que corresponde a un relieve de lomadas bajas, que son características del sistema de

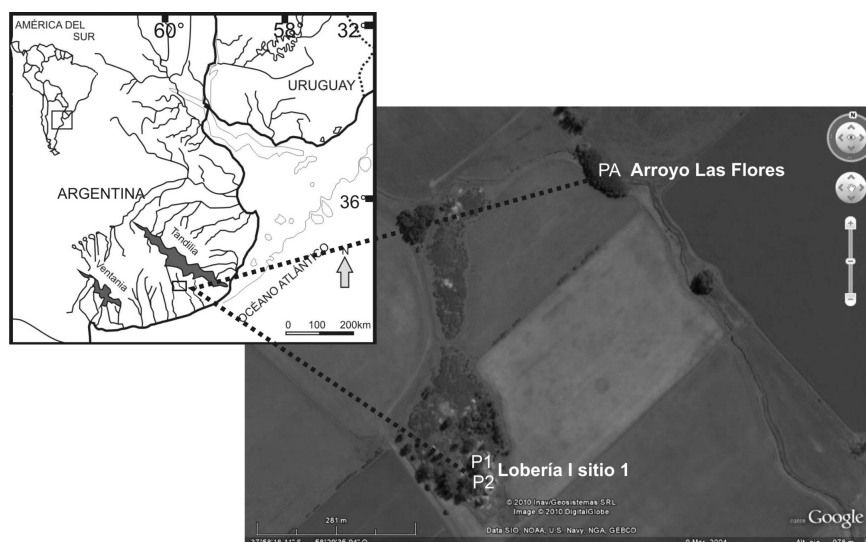


Figura 1. Mapa de ubicación de la región y de los perfiles estudiados.

Tandilia en esta región. Estratigráficamente está integrado por depósitos loésicos originados por los ciclos eólicos del Pleistoceno tardío y Holoceno, depósito de origen volcaniclástico (Teruggi 1957) que proviene de la región andina, ubicada al oeste y sudoeste del área (aproximadamente 1000 km). Estos depósitos eólicos han sido denominados, en regiones aledañas, Médano Invasor (Tapia 1937), formación Las Ánimas (Rabassa 1973), formación La Postrera (Fidalgo y Tonni 1981), aloformaciones Médano Invasor y E1 (Martínez 2001).

Perfil arroyo Las Flores

En el perfil del arroyo Las Flores se definieron unidades estratigráficas informales sobre la base de sus características de textura, color, forma, tipo de límites, estructuras sedimentarias, grado de compactación y rasgos pedológicos (Figura 2).

La secuencia aflorante en las márgenes del arroyo presenta depósitos eólicos parcialmente afectados por pedogénesis, típicos del Pleistoceno tardío-Holoceno (Martínez 2001). Se diferencian dos unidades estratigráficas informales, que pueden describirse de piso a techo como:

Unidad 2 (53 cm de espesor, muestras 1473-1474): corresponde al material parental del suelo actual. Son sedimentos eólicos, asignables a la aloformación Médano Invasor (Martínez 2001). Según Martínez, esta aloformación abarca el lapso aproximado de 13.000-8500 años AP. El paleoclima corresponde a las condiciones áridas a semiáridas, vinculadas al Pleistoceno tardío y al Holoceno temprano.

Unidad 1 (83 cm de espesor, muestras 1475-1479): corresponde al suelo actual (argiudol típico), con buen desarrollo del horizonte iluvial. Podría correlacionarse tentativamente con la aloformación E1, de edad holocena (Martínez 2001; Colobig *et al.* 2009b).

Lobería I. Sitio 1

En cuanto a la matriz sedimentaria del sitio, posee un relleno proveniente de aportes exógenos y movimientos internos, con bloques de ortocuarcita desprendidos de las paredes y techo, que se encuentran principalmente dispuestos en el sector medio-norte del reparo. Por otra parte, en el área inmediatamente externa se presentan bloques de ortocuarcita de mayor tamaño que pueden haber conformado antiguamente la continuación del techo del abrigo. Estos bloques, una vez desprendidos, han reparado el sector N del recinto, lo cual, sumado a la ubicación de este, permite suponer *a priori* condiciones microambientales diferenciales.

En estudios geológicos previos se identificaron siete unidades aloestratigráficas (US) (Figura 2) correlacionables en dos sondeos, a excepción de la US3, de origen estrictamente antrópico, que corresponde a una acumulación de material clástico con abundantes fragmentos óseos, que se acuña hacia el sector S del reparo. Sedimentológicamente la secuencia es grano-decreciente, lo que indica una disminución de la energía del ambiente desde el Pleistoceno tardío al Holoceno tardío, los cuales se describen en forma más detallada en Mazzanti *et al.* (2010).

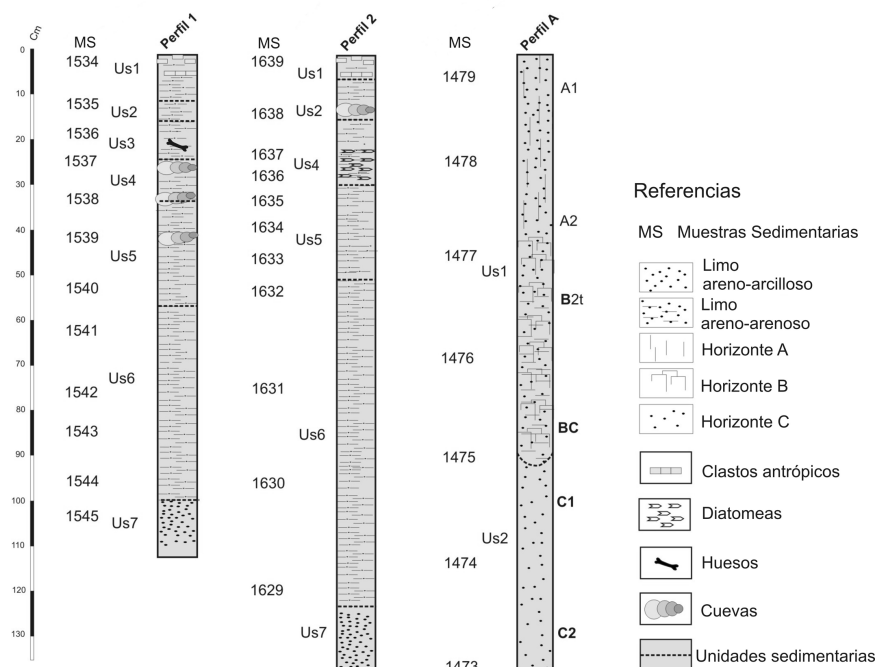


Figura 2. Características sedimentológicas, unidades sedimentológicas (Us) y horizontes pedológicos considerados y ubicación de las muestras obtenidas en los tres perfiles estudiados.

MATERIALES Y MÉTODO

En el sitio se relevaron los contextos arqueológicos superpuestos y se completó la columna cronoestratigráfica sumando diez fechados radiocarbónicos procesados por medio de AMS en la Universidad de Arizona (USA) (Mazzanti *et al.* 2010). Se seleccionaron dos perfiles dentro de las cuadrículas del sitio, y se totalizaron 21 muestras. La numeración 1534-1545 corresponde al Perfil 1 (P1), y la 1629-1639, al Perfil 2 (P2) del repositorio mencionado. Estas fueron obtenidas de acuerdo con las características de las unidades sedimentarias y/o con la

importancia del nivel arqueológico, con una equidistancia promedio de 10 cm.

En la margen del arroyo Las Flores se muestreó un perfil representativo de 1,36 m de potencia en forma equidistante cada 20 cm, de acuerdo con los parámetros sedimentológicos del perfil, totalizando 7 muestras que de base a techo se corresponden con la numeración 1473- 1479 del repositorio de muestras del Laboratorio de procesamiento de material sedimentario (CICYTTP-Diamante).

Las muestras fueron procesadas según el protocolo descrito en Zucol *et al.* (2010), que consiste en la eliminación de sales solubles y de carbonatos, la desagregación de los componentes clásticos y la posterior eliminación de materia orgánica, barnices y/o cementos del material remanente o "muestra limpia".

Luego se realizó una separación granulométrica en la cual la fracción gruesa y muy gruesa (mayor de 250 µm de diámetro) se obtuvo por tamizado; mientras que la fracción fina obtenida por el tamizado previo (menor a 53 µm de diámetro) se subdividió en una fracción fina y otra muy fina (5- 53 µm y menor a 5 µm de diámetro, respectivamente) por sifonado. La separación densimétrica de la fracción 5- 250 µm se realizó utilizando solución acuosa de politungstato de sodio (ajustado a una dens. 2,345) como líquido pesado, separando la porción de material liviano y pesado de cada fracción (5- 53 µm y 53- 250 µm). El material resultante se montó para su observación microscópica, tanto en medio líquido para observación tridimensional de los cuerpos, como en preparados permanentes con bálsamo de Canadá para recuentos y archivo de colección.

El recuento total realizado por muestra fue de 400 fitolitos, número que resultó superior a la muestra mínima representativa en los casos estudiados. Para las observaciones y recuentos se utilizó un microscopio óptico Nikon Eclipse E 200, mientras que las microfotografías fueron tomadas con una cámara Nikon Coolpix S4 acoplada a este microscopio.

En cada muestra se realizó la determinación y cuantificación de fitolitos. Para la descripción de la variabilidad se utilizó una clasificación *ad-hoc* de morfotipos fitolíticos definidos sobre la base de los descriptores y clasificaciones morfológicas previas, siguiendo el ICPNWG (2005) y las pautas clasificatorias de Twiss *et al.* (1969), Bertoldi de Pomar (1971), Twiss (1992), Kondo *et al.* (1994), Zucol *et al.* (2010) y Patterer *et al.* (2011), autores que además se tuvieron en cuenta para establecer las asociaciones botánicas de los morfotipos diagnósticos. A partir de los recuentos se obtuvieron las abundancias relativas de los morfotipos por muestra, y se conformó una matriz básica de datos por perfil, con el fin de analizarlos comparativamente. Para realizar los diagramas fitolíticos se utilizó el paquete

de software POLPAL, Numerical Analysis program (Walanus y Nalepka 1999a, 1999b, 2002; Nalepka y Walanus 2003), que grafica las abundancias de los morfotipos en cada uno de los niveles de los perfiles.

Se consideraron en cada una de las muestras los microfósiles silíceos no fitolíticos, y se discriminó la presencia de diatomeas, espículas de espongiarios, es-tomatocistes de crysostomatáceas y radiolarios. Con la finalidad de enmarcar los estudios fitolíticos, y debido a la complejidad taxonómica, los microrrestos no fitolíticos se contabilizaron a nivel de grupos, mientras que los detalles de algunos de ellos se obtuvieron a partir de trabajos de especialistas (Jannou 2007; Hassan 2012).

Para el análisis paleoambiental se utilizaron los índices de humedad y temperatura, de acuerdo con Twiss (1992), a saber:

$$\text{Índice de temperatura IT} = \frac{\text{Pooide}}{\text{Pooide} + \text{Chloridoide} + \text{Panicoide}} \times 100$$

$$\text{Índice de humedad IH} = \frac{\text{Chloridoide}}{\text{Chloridoide} + \text{Panicoide}} \times 100$$

Los morfotipos que no se consideraron para el cálculo de los índices se ubicaron en N (y se encuentran descriptos en Patterer *et al.* 2011).

Las características ambientales se estimaron de acuerdo con los valores de los índices de temperatura (IT) y humedad (IH) (modificado de Del Puerto *et al.* 2006, Tabla 1), obtenidos a partir de los porcentuales relativos de fitolitos pooides (F): pooides (Ro01, Ro02) y los festucoides (Sc01 y Sc02); panicoides (P): Ch01, Ch02, Ha01, Ha02, Ha03, Ha07, Ha08, Ha09, Ha10, Ha11 y chloridoide (C): Sm01, Sm02 y Sm03.

Para la implementación de los análisis estadísticos multivariados se utilizó el programa PAST (Paleontological Statistics; Hammer *et al.* 2001, 2007), y particularmente el análisis de componentes principales (PCA), usado para establecer, según cada

Estimación del índice*	Temperatura	Humedad
10	Muy cálido	Muy húmedo
20	Cálido	Húmedo
25	Templado	Semiárido/muy estacional
30	Templado	Semiárido/muy estacional
40	Templado	Árido
50	Frío	Árido
60	Muy frío	Árido
70	Muy frío	Árido

* Características ambientales estimadas de acuerdo con los valores de los índices de temperatura (IT) y humedad (IH) (modificado de del Puerto *et al.* 2006), obtenidos a partir de los porcentuales relativos de fitolitos pooides (F): pooides (Ro01, Ro02) y los festucoides (Sc01 y Sc02); panicoides (P): Ch01, Ch02, Ha01, Ha02, Ha03, Ha07, Ha08, Ha09, Ha10, Ha11 y chloridoide (C): Sm01, Sm02 y Sm03.

Tabla 1. Índices de Temperatura y humedad.

componente, los aportes a la variabilidad de los diferentes morfotipos en las similitudes de las asociaciones fitolíticas de las muestras.

RESULTADOS

Distribución de microfósiles en los perfiles

En términos generales, las secuencias estratigráficas del sitio arqueológico presentaron una marcada abundancia de microfósiles silíceos en todas sus muestras. Las asociaciones se caracterizaron por poseer restos fitolíticos principalmente de origen graminoides – prismáticos (Figura 3, 29-31), conos truncados (Figura 3, 13-17); aguzados (Figura 3, 25-28) en asociación con diatomeas (Figura 3, 45), estomatocistes de crysostomátáceas, espículas de esponja y radiolarios.

Perfil 1 (P1)

Como resultado del análisis cuantitativo de las asociaciones en las muestras basales (1545-1543) de este perfil (Tabla 2, Figura 4-1) se observó que los elementos graminoides no diagnósticos como los aguzados, los cilíndricos (Figura 3, 32), los de forma de abanico, los prismáticos y los poliédricos en general se incrementan. Lo mismo ocurre con los elementos diagnósticos como las formas en sillas de montar, los globulares (Figura 3, 11-12), los de forma de conos truncados y los redondeados. La sección media del perfil está caracterizada por fluctuaciones de todos los elementos en general, con un pico de la mayoría de los morfotipos en la muestra 1540 (ca. 3100 años AP, inicios del Holoceno tardío), en la cual todos los elementos observados en el diagrama se incrementan, excepto los bacilares y los elongados, que son escasos a lo largo del toda la secuencia. Los fitolitos afines a graminéas panicoides (bilobados) (Figura 3, 1-3) presentan un aumento en su abundancia en las muestras que se corresponden con el Holoceno medio (1540-1542, Tabla 2); y en la muestra 1534 figuran en el tope de la secuencia. Una tendencia similar se presenta en los elementos irregulares (de afinidad ciperoides), registrados entre las muestras 1542-1540

y en la muestra 1535. Los elementos en forma de sillas de montar (chloridoides) tienen su abundancia máxima en la muestra 1540 y otro incremento en la muestra más superficial de la secuencia (Figura 3, 8). Se manifiesta una complementariedad entre la preponderancia de morfotipos de afinidad panicoide en la zona intermedia y un reemplazo de esta preponderancia hacia los sectores subyacente y suprayacente por elementos de afinidad pooide-festucoide (Figura 3, 20, 18).

En cuanto a los elementos no fitolíticos, las mayores abundancias se observan en la sección media-superior del perfil. Los mayores números de diatomeas (Figura 3, 43) y estomatocistes (Figura 3, 38)



Figura 3. Elementos biosilíceos, fitolitos no diagnósticos y diagnósticos (con sus afinidades botánicas) observados en los perfiles estudiados. Escala: 20µm.

Años AP	Muestra	F*	P	C	N	Diatomeas	Radiolarios	Espículas	Estomatocistes
682±32	1534	29	91	9	542	6	3	2	5
782±45	1535	25	58	3	423	11	6	3	3
	1536	35	56	1	441	15	4	0	7
	1537	23	65	2	433	16	27	2	4
	1538	25	92	3	421	56	8	0	8
	1539	15	125	4	414	37	6	3	5
3117±35	1540	27	152	11	591	28	12	1	3
	1541	18	124	4	408	32	6	2	3
	1542	17	123	3	448	28	5	2	5
	1543	30	45	2	412	14	0	1	2
7921±44	1544	39	51	6	439	1	0	1	1
	1545	32	46	2	423	1	0	4	3

* Pooides (F): pooides (Sc01 y Sc02) y festucoides (Sc01 y Sc02); Panicooides (P): Ch01, Ch02, Ha01, Ha02, Ha03, Ha07, Ha08, Ha09, Ha10, Ha11 y Chloridoides (C): Sm01, Sm02 y Sm03.

Tabla 2. Recuentos de microfósiles biosilíceos por muestra analizada del perfil 1.

se registran en momentos contemporáneos, durante el Holoceno tardío, mientras que las espículas están ausentes en concordancia con la mayor abundancia de diatomeas. Los radiolarios (Figura 3, 46- 47) son elementos de origen antrópico, lo cual fue analizado en Colobig (2011, 2012).

Perfil 2 (P2)

De acuerdo con las cuantificaciones de este perfil (Tabla 3, Figura 4- 2), las formas no diagnósticas, aguzadas, bacilares, en abanico (Figura 3, 35- 37) y poliédricas (Figura 3, 33-34) decrecen principalmente en la sección inferior; mientras que a partir de la muestra 1631 crecen los morfotipos en abundancia y variabilidad. En cuanto a las formas diagnósticas, las muestras basal y superficial (1629 y 1639) presentan incrementos en el grupo de elementos festoneados (festucoide), con un aumento en el nivel fechado en el inicio de Holoceno tardío (muestra 1631). Durante este período se observa un descenso en el grupo de los fitolitos de tipo festoneados y redondeados (pooide-festucoide) (Figura 3, 19, 21), a la vez que aumentan los morfotipos bilobados –asignables a panicooides– (1633 y 1636 tienen las mayores abundancias; Figura 3, 6-7). Mientras que las formas en sillas de montar (chloridoides)

(Figura 3, 39) acompañan el incremento de las formas en sillas de montar (chloridoides) en las muestras 1631 y 1638-1639 (Figura 3, 10). El pico en el aumento de diatomeas (Figura 3, 44) además se corresponde con la ausencia de estomatocistes, a la vez que las espículas son casi constantes a lo largo de todo el perfil.

Existe una complementariedad entre el predominio de morfotipos bilobados –de afinidad panicoide– (Figura 3, 6- 7) y un reemplazo de esta preponderancia hacia los sectores subyacentes por elementos redondeados (Figura 3, 22) y festoneados –de afinidad pooide festucoide– y en forma de sillas de montar –chloridoide–.

Perfil Arroyo Las Flores (PA)

En términos generales la secuencia analizada contiene material fitolítico en todas sus muestras, junto con una considerable presencia de espículas de espongiarios y una menor abundancia de diatomeas y estomatocistes de crysostomatáceas (Tabla 4, Figura 4 A). Por otra parte, es muy importante la cantidad de vidrio volcánico a lo largo de todo el perfil.

Los elementos no diagnósticos (aguzados, en abanicos, prismáticos y poliédricos) en general aumentan hacia la base del perfil. La Unidad 1 (muestras 1475-1479) presenta niveles considerables de elementos bilobados (panicooides) con un pico en la muestra 1478, que disminuyen hacia la base; y la presencia de elementos en forma de silla de montar

Años AP	Muestra	F	P	C	N	Diatomeas	Radiolarios	Espículas	Estomatocistes
	1639	22	66	4	421	21	1	2	5
676±41	1638	15	13	4	411	67	11	3	5
883±41	1637	16	85	0	425	50	3	4	1
	1636	19	98	0	443	34	3	0	0
	1635	18	66	5	423	119	5	2	0
	1634	23	76	1	408	103	0	1	0
	1633	21	95	0	442	129	0	2	1
	1632	28	77	5	480	25	4	5	2
3104±46	1631	26	62	6	467	4	5	5	4
7888±54	1630	22	84	2	463	6	0	3	2
9787±81	1629	20	40	9	442	4	0	4	0

Tabla 3. Recuentos de microrrestos biosilíceos por muestra analizada del perfil 2.

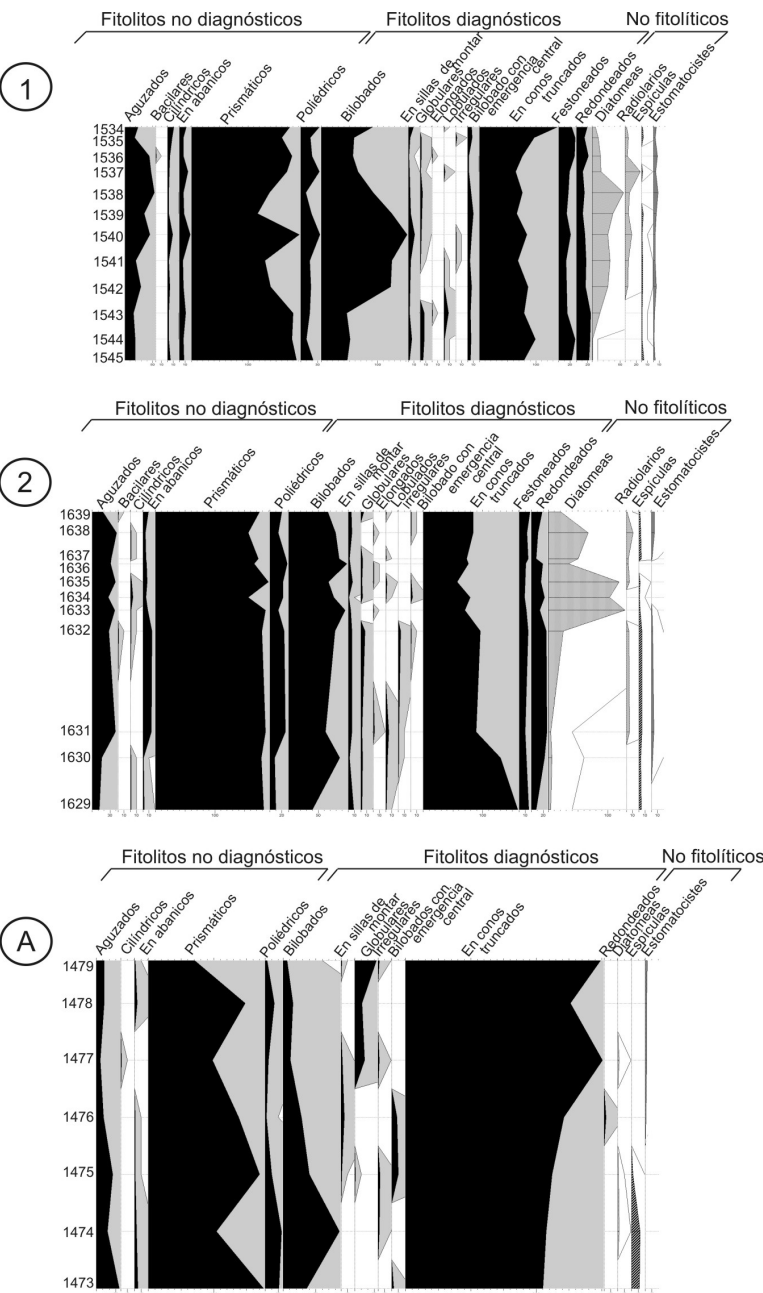


Figura 4. Diagrama con la distribución de los principales microfósiles fitolíticos y no fitolíticos (en recuentos –negro– exageración mediante un factor 5 –gris–) en los Perfiles 1, 2 y A.

(chloridoides) aumenta en las muestras 1475 y 1476. La Unidad 2 (muestras 1473 y 1474) contiene bajos niveles de elementos bilobados –panicoides– (Figura

En el perfil 2, las muestras que mayor separación presentan del resto son las basales (1629 y 1630).

Años AP	Muestra	F	P	C	N	Diatomeas	Radiolarios	Espículas	Estomatocistes
	1479	0	39	0	486	0	0	0	3
	1478	0	86	0	452	0	0	0	2
Holoceno	1477	0	40	1	485	2	0	0	2
	1476	0	28	5	438	0	0	0	1
	1475	0	11	2	441	1	0	2	0
Holoc. temp.	1474	0	15	0	456	2	0	13	0
Pleist. final/	1473	0	6	1	427	0	0	12	0

Tabla 4. Recuentos de microrrestos biosilíceos por muestra analizada del perfil A.

3, 4) y en forma de sillas de montar –chloridoides, con una notable ausencia de elementos pooide-festucoides en toda la secuencia. Las espículas (Figura 3, 41- 42) experimentan un aumento hacia la base de la secuencia (transición Pleistoceno-Holoceno), mientras que los estomatocistes (Figura 3, 40) se incrementan hacia el tope (Holoceno). La tendencia observada es de un aumento de los panicoides (Figura 3, 5) hacia el tope de los chloridoides en las muestras inferiores de la Unidad 1.

Análisis de componentes principales

Según el análisis de componentes principales (Figura 5), considerando la totalidad de los morfotipos relevados, se separan claramente los perfiles del sitio, por un lado, del perfil del arroyo, por el otro. En este análisis se consideran los componentes 1 y 2, ya que acumulan el 73,02% de la variabilidad total, aportado por las formas prismáticas el 5,38% (lisos pequeños); las aguzadas, el 2,04%; y en menor porcentaje, otros morfotipos que se mencionan por su valor diagnóstico, los bilobados (3,79%, específicamente los polilobados) y los conos truncados elongados 0,27%).

La muestra 1540, del perfil 1, se diferencia particularmente del perfil en su conjunto porque presenta los mayores porcentajes de elementos cilíndricos (vasos de conducción), en abanico y poliédricos (células buliformes) y prismáticos (células largas de gramíneas), junto con formas bilobadas (panicoides) y en silla de montar (chloridoides).

El perfil A, claramente diferenciado de los anteriores, presenta menor variabilidad en cuanto a los morfotipos presentes. La muestra 1473 es la que mayor diferencia expresa, caracterizada por

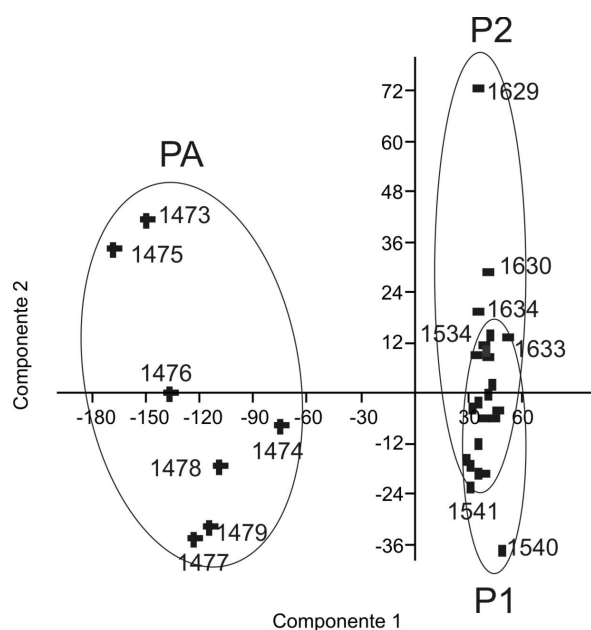


Figura 5. Análisis de componentes principales de los perfiles estudiados (que acumulan variabilidad) CP1 y 2 Perfil A: +; Perfil 1: I; Perfil 2: -.

morfotipos aguzados, en abanico, poliédricos, prismáticos y bilobados con emergencia central (stipoides) cuyo incremento es notable en esta muestra. En correlación, disminuyen los bilobados (panicoides) y están ausentes las sillas de montar (chloridoides).

Índices de humedad (IH) y temperatura (IT)

La diferencia entre los perfiles del sitio (P1 y P2) y el perfil del arroyo (PA) se manifiesta además en los índices de humedad y temperatura (Tabla 5). En las muestras del PA correspondientes al Holoceno temprano y medio el clima es muy cálido (de acuerdo con el valor de los índices de temperatura (IT) tomado con modificaciones de Del Puerto *et al.* 2006) y húmedo, mientras que para los perfiles del sitio (P1 y P2), los valores representan clima templado hacia frío, con valores de humedad más bajos que en el perfil del arroyo, para el mismo período.

Perfil 1			Perfil 2			Perfil A		
Muestra	(IT)	(IH)	Muestra	(IT)	(IH)	Muestra	(IT)	(IH)
1534	22,48	9	1639	23,91	5,71	1479	0	0
1535	29,06	4,91	1638	46,87	23,52	1478	0	0
1536	38,04	1,75	1637	15,84	0	1477	0	2,43
1537	25,55	2,98	1636	16,23	0	1476	0	15,15
1538	20,83	3,15	1635	20,22	7,04	1475	0	15,38
1539	10,41	3,1	1634	23	1,29	1474	0	0
1540	14,21	6,74	1633	18,1	0	1473	0	14,28
1541	12,32	3,12	1632	25,45	6,09			
1542	11,88	2,38	1631	27,65	8,82			
1543	38,96	4,25	1630	20,37	25,58			
1544	40,62	10,52	1629	28,98	18,36			
1545	40	4,16						

Tabla 5. Índices de temperatura y humedad de los perfiles estudiados.

La muestra del P1 que mayor diferencia presenta en cuanto a su variabilidad es la 1540, mientras que la del P2 es la basal (1629). La primera indica, según los índices analizados, un clima muy cálido y muy húmedo, en tanto que la segunda representa valores que indican un clima menos extremo, templado y húmedo. De las muestras provenientes del PA, la 1474 es la más próxima al conjunto de P1 y P2, y registra indicadores de clima muy cálido y muy húmedo.

Los índices de humedad (Figura 6, Tabla 5) del P1 marcan una tendencia general a un ambiente muy húmedo, con valores que no superan los 10,52. El máximo nivel se registra en la muestra 1544 (10,52), y el mínimo, en la muestra 1536 (1,75).

En cuanto a los índices de temperatura del P1, el pico máximo se encuentra en la muestra 1544 (7921 ± 44 años AP) superando valores de 40, lo cual marca un clima templado. Los niveles más bajos, por su parte, se ubican en las muestras de la sección media (muestras 1539-1542; alrededor de 3117 ± 35 años AP), entre 10,41 y 11,88, lo que indica un clima muy cálido.

En el P2, la tendencia es diferente. En la muestra 1638 se observa un aumento en el índice de humedad de 23,52, lo que indica un ambiente húmedo (676 ± 41 años AP). Este incremento se produce también en la muestra 1630, con un valor de 25,58, propio de un clima semiárido. En lo que respecta al índice de temperatura, el nivel máximo se ubica en la muestra 1638 (676 ± 41 años AP), con 46,87, lo cual implica un clima templado a frío. También se registran incrementos en las muestras 1629 (9787 ± 81 años AP) y 1631 (3104 ± 46 años AP), con valores próximos a 30, y esto marca un clima templado (Figura 6, Tabla 5).

El perfil exterior al sitio (PA) es muy particular, ya que debido a la ausencia de elementos pooides-festucoide, no se calcularon índices de temperatura. En cuanto a los niveles de humedad, no superan valores de 15, lo cual implica un registro entre húmedo y muy húmedo, en la sección media-inferior de la Unidad 1 y en la base de la Unidad 2; luego de un período muy húmedo, retorna a los niveles previos (Figura 6, Tabla 5).

DISCUSIÓN

Recientemente se han realizado estudios interdisciplinarios en la región, que incluyen varios proxy –específicamente diatomeas, fitolitos y polen– con el objeto de obtener

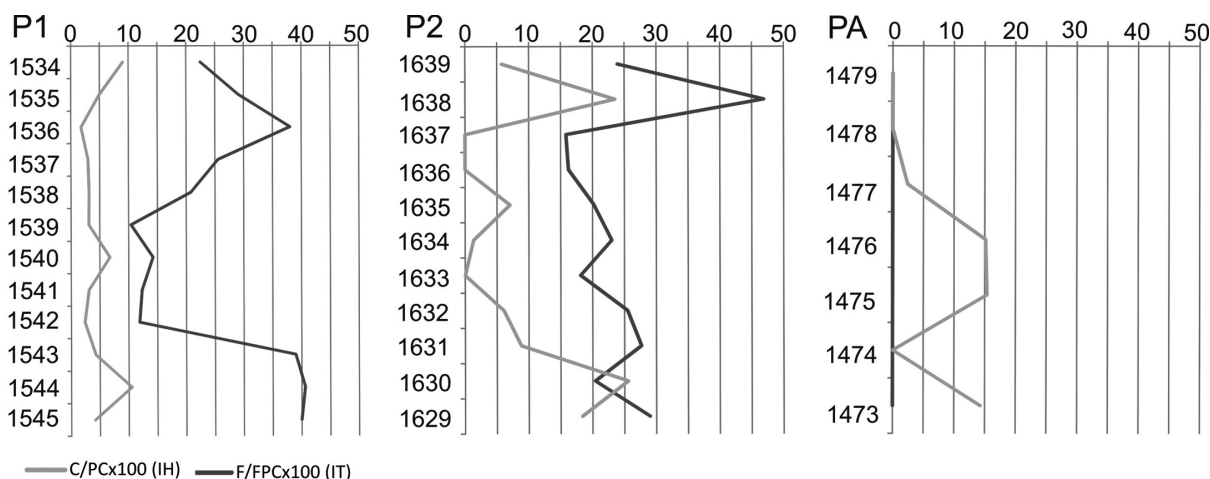


Figura 6. Niveles en los índices de Temperatura y Humedad en los perfiles estudiados.

información paleoambiental. Dichos estudios han indicado que un cambio significativo aconteció entre el Pleistoceno tardío y los inicios del Holoceno (Babot 2007; De Porras *et al.* 2009; Musaubach *et al.* 2010; Colobig 2011; Zucol *et al.* 2012).

En el registro fitolítico, en el área interserrana (Gutiérrez *et al.* 2011), alrededor de los 8000-9000 años AP –Holoceno temprano–, la presencia de fitolitos articulados, asociados con elementos originados en células buliformes, sugieren una alternancia de condiciones ambientales posiblemente vinculadas con cambios en la disponibilidad de agua. La abundancia de elementos panicoides y chloridoides sugiere, en un período de condiciones cálidas, momentos de alta disponibilidad de agua alternados con períodos secos.

Las diatomeas reflejan asimismo este acontecimiento en la alternancia de *H. subtilis*, propia de aguas profundas y con menor nivel de salinidad, y *Nitzschia vitrea* G. Norman y *Navicula peregrina* (Ehrenberg), que sobreviven en aguas estancadas poco profundas, y que toleran un rango amplio de salinidad (2-9 ppm) (Gutiérrez *et al.* 2011).

Según otros registros (polen, vertebrados, sedimentología), se considera que para finales del Pleistoceno las condiciones resultaron áridas y frías (Prado *et al.* 1987; Bonadonna *et al.* 1995; Tonni *et al.* 1999), las cuales habrían continuado hacia los inicios del Holoceno, según algunos autores (Tonni *et al.* 1999; Goin 2001), o se habrían alternado con ciclos húmedos, según otros (Páez y Prieto 1993; Zárate *et al.* 1998).

En los casos estudiados a partir de los análisis de fitolitos, y centrando la discusión en la comparación entre el P1 y el PA (ya que el P2 responde a condiciones microambientales particulares), se registraron condiciones de alternancia de períodos de aridez y humedad. El P1 estudiado, en lo que respecta al Holoceno temprano, se asemeja en los índices de humedad al PA, debido a que está más expuesto a los agentes externos en el peñón rocoso.

Con respecto a la variabilidad fitolítica, el P1 presenta en la base, al igual que el PA, un aumento de los morfotipos de origen graminoide, con una disminución en ambos perfiles de elementos panicoides. Estos elementos aportan evidencias sobre la preponderancia de un clima árido y frío durante el Holoceno temprano.

Durante el Holoceno medio (7500-3000 AP) se habrían registrado condiciones cálidas y húmedas (Iriondo y García 1993; Bonadonna *et al.* 1995), y más frías y áridas en torno a los 5000-4500 AP. La tendencia para el Holoceno medio, de acuerdo con el análisis de fitolitos en los perfiles estudiados, es de condiciones muy húmedas a húmedas con una propensión a un clima más cálido en los P1 y PA. El aumento de los elementos panicoides y de las diatomeas en el tramo medio de ambos perfiles apoya esta evidencia.

Hacia los 3000 AP se sucede una fase semiárida (Iriondo y García 1993; Prieto 1996), con momentos cálidos (Goin 2001) y húmedos (Quattrocchio *et al.* 1998), según otros autores. De acuerdo con el registro fitolítico analizado, durante el Holoceno tardío se manifestaron condiciones muy húmedas en los perfiles P1 y PA. En cuanto a la temperatura del ambiente, los registros para este período indican valores correspondientes a un clima templado frío hacia el interior del sitio y muy cálido en el perfil de la margen del arroyo. En la composición fitolítica de este tramo de las secuencias la diferencia se observa en la presencia de elementos pooides y stipoides, principalmente en P1.

Todo esto permite inferir, sobre la base de los perfiles analizados, que se desarrollaron microambientes con variaciones entre sí en muy corta distancia. Existieron verdaderos mosaicos en los cuales las condiciones paleoambientales eran extremadamente diferentes. Hacia el interior del sitio se observaron diferencias entre el perfil con mayor nivel de antropización (analizado en profundidad en Colobig 2012) y el más reparado. A su vez, el perfil más expuesto a las condiciones externas por estar menos reparado en

el sitio es más similar al perfil externo situado en la margen del arroyo.

Estos análisis indicarían una cierta correspondencia microrregional entre el tipo de vegetación presente en el sitio de la sierra y el de la zona interserrana. Aunque cabe tener en cuenta las variaciones geográficas de los sitios, y las características microrregionales del paisaje serrano frente al de "tierras bajas" vinculado en su formación a agentes fluviales y/o lacustres.

CONCLUSIONES

Los marcadores utilizados en el presente trabajo para definir condiciones paleoambientales en las sierras y la zona interserrana bonaerense han demostrado poseer una alta sensibilidad a los cambios microambientales, tanto espacial como temporalmente. En el interior del reparo rocoso, los perfiles tuvieron características similares, pero pudieron identificarse eventos puntuales (período de encharcamiento en el perfil más interno de la cueva) que apoyan la idea de la gran resolución de los microfósiles para definir cambios localizados en tiempo y espacio.

Tanto los análisis de los fitolitos como de los microfósiles no fitolíticos permitieron delinear tendencias en los niveles de humedad y temperatura desde la transición Pleistoceno-Holoceno hasta el Holoceno tardío, a la vez que posibilitaron comparar un perfil de un sitio a cielo abierto con dos perfiles situados en el interior de un reparo rocoso.

Para los momentos más tempranos de la secuencia, se registraron períodos de aridez y humedad alternativamente, lo cual se manifestó en los índices determinados para este trabajo sobre la base de los fitolitos y en los elementos no fitolíticos como las diatomeas y las espículas de espongiarios.

Durante el Holoceno temprano, en los perfiles P1 y PA se registran condiciones húmedas. En contraposición, el perfil P2 indica condiciones secas y al mismo tiempo es el que se ubica hacia el interior del reparo rocoso.

Hacia el Holoceno medio, la tendencia es de menor humedad y de mayor temperatura en el perfil más reparado y condiciones muy húmedas a húmedas en los P1 y PA. En tanto que el Holoceno tardío desde su inicio se caracterizó por altos niveles de humedad en los perfiles P1 y PA y con muy escasa disponibilidad hídrica, aunque con marcada fluctuación en el P2, posiblemente vinculado a la acción antrópica y su emplazamiento dentro del reparo (Colobig 2012). Estos contrastes también se presentan en la temperatura, templada-fría en el interior del reparo y muy cálida en el área interserrana.

Estos datos en general concuerdan con las estimaciones a nivel regional, aunque son sensibles a eventos particulares y localizados que dan cuenta de situaciones específicas en contextos muy acotados.

El registro microfósil ha permitido individualizar cambios paleoambientales locales que contribuyen a especificar la información obtenida mediante otros proxys, y demuestra ser un registro de alta resolución tanto para la identificación de procesos naturales como antrópicos.

Agradecimientos

A mis directores, Alejandro F. Zucol y Diana L. Mazzanti, por sus lecturas críticas y sus aportes. A los revisores por sus valiosas contribuciones. Este trabajo fue financiado mediante los proyectos: "Análisis arqueológico e histórico de la organización territorial indígena en La Pampa. Vísperas de la conquista y período colonial". Acreditación y financiamiento: Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) - Agencia de Promoción Científica y Técnica (ANPCyT), subsidio PICTO 2004 Código 4-552. "Arqueología de las ocupaciones humanas de la transición Pleistoceno-Holoceno en las Sierras de Tandilia oriental". Acreditación y financiamiento: Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) - Agencia de Promoción Científica y Técnica (ANPCyT), subsidio PICTO 2008. Código de Proyecto 1390.

REFERENCIAS CITADAS

- Babot, M. P.
2007 Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades y perspectivas a partir de casos del Noroeste argentino. En *Paleoetnobotánica del Cono Sur: estudios de casos y propuestas metodológicas*, editado por B. Marconetto, M. P. Babot y N. Oliszewski, pp. 95-125. Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Bertoldi de Pomar, H.
1971 Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 8 (3-4): 317-328.
- Bonadonna, M. L., G. Leone y G. Zanchetta
1995 Composición isotópica de los fósiles de gasterópodos continentales de la provincia de Buenos Aires. Indicaciones paleoclimáticas. En *Evolución biológica y climática de la región pampeana durante los últimos cinco millones de años. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo Occidental*, editado por M. T. Alberdi, G. Leone y E. P. Tonni, pp. 77-104. Monografía del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid.

- Brea, M., A. F. Zucol, M. S. Raigemborn y S. Matheos
2008 Reconstrucción de paleocomunidades arbóreas mediante análisis fitolíticos en sedimentos del Paleoceno Superior- Eoceno? (Formación Las Flores) Chubut, Argentina. En *Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos y de otros microfósiles*, editado por M. A. Korstanje y M. P. Babot, pp. 91-108. BAR International Series S1870. Archaeopress, Oxford.
- Burkart, A.
1975 Evolution of grasses and grasslands in South America. *Taxon* 24 (1): 53-66.
- Capdepon, I., L. Del Puerto y H. Inda
2005 Instrumentos de molienda: evidencias del procesamiento de recursos vegetales en la laguna de Castillos (Rocha, Uruguay). *Intersecciones en Antropología* 6: 153-166.
- Colobig, M. M.
2011 Estudios paleoetnobotánicos en sitios del borde oriental de Tandilia (Provincia de Buenos Aires). Pautas de aprovechamiento y uso de los recursos vegetales en las sociedades de cazadores- recolectores. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.
2012 Estudios paleoetnobotánicos en muestras del sitio 1, Localidad arqueológica Lobería I, Buenos Aires, Argentina: aproximación al manejo de recursos vegetales. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXVII (1): 137-158.
- Colobig, M. M. y A. F. Zucol
2008 Estudios de microrrestos silíceos de la secuencia sedimentaria del sitio 1 de la Localidad arqueológica Lobería I (Buenos Aires, Argentina). Análisis preliminar. *Actas del V Congreso de Arqueología de la Región Pampeana Argentina*: 91- 92. Santa Rosa, La Pampa.
- Colobig, M. M., A. F. Zucol y D. L. Mazzanti
2009a Análisis de microrrestos silíceos en secuencias sedimentarias del sitio 1 de la Localidad Arqueológica Lobería I, Buenos Aires, Argentina. En *Tradiciones y transformaciones en etnobotánica*, editado por M. L. Pochettino, A. Ladio y P. Arenas, pp. 27-32. CYTED- Programa Iberoamericano Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, San Carlos de Bariloche.
- Colobig, M. M., N. I. Patterer, A. F. Zucol, G. Martínez y E. Passeggi
2009b Análisis fitolíticos de depósitos eólicos parcialmente edafizados (Pleistoceno tardío-Holoceno) en la región de Tandilia (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Libro de Resúmenes IV Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. II Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur*: 280-289. La Plata.
- De Porras, M. E., M. V. Mancini y A. R. Prieto
2009 Vegetation changes and human occupations in the Patagonian steppe, Argentina during the late Holocene. *Vegetation history and archaeobotany* 18: 235-244.
- Del Puerto, L., F. García-Rodríguez, H. Inda, R. Bracco, C. Castiñeira y J. B. Adams
2006 Paleolimnological evidence of Holocene climatic changes in Lake Blanca, southern Uruguay. *Journal of Paleolimnology* 36: 151-163.
- Fidalgo, F. y E. Tonni
1981 Sedimentos eólicos del Pleistoceno tardío y reciente en el área interserrana bonaerense. *Actas VIII Congreso Geológico Argentino* 3: 33-39. San Luis.
- Goin, F. J.
2001 Marsupiales (Didelphidae: Marmosinae y Didelphinae). En *Cueva Tixi: cazadores y recolectores de las sierras de Tandilia oriental. 1 Geología, Paleontología y Zooarqueología*, editado por D. Mazzanti y C. Quintana, pp. 75-113. Laboratorio de Arqueología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.
- Grill, S., Borromei, A. M., G. Martínez, M. Gutiérrez, M. E. Cornou y D. Olivera
2007 Palynofacial analysis in alkaline soils - Paso Otero 5 archaeological site (Necochea district, Buenos Aires province, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 24: 34-47.
- Gutiérrez, M. A., G. Martínez, H. Luchsinger, S. Grill, A. F. Zucol, G. S. Hassan, M. P. Barros, C. A. Kaufmann y M. C. Álvarez
2011 Paleoenvironments in the Paso Otero locality during Late Pleistocene Holocene (Pampean region, Argentina): An interdisciplinary approach. *Quaternary International* 245: 37-47.
- Hammer, O., D. A. T. Harper y P. D. Ryan
2001 Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica* 4 (1): 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (7 noviembre 2012).
2007 PAST - PALaeontological STatistics <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (7 noviembre 2012).
- Hassan, G. S.
2012 Diatomeas del Holoceno tardío en sitios arqueológicos del sistema de Tandilia. En *Cazadores-recolectores de las Sierras de Tandilia Oriental. El Holoceno tardío*, editado por D. Mazzanti. Publicación Especial 3, Laboratorio de Arqueología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, en prensa.
- IPCNWG
2005 International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. *Annals of Botany* 96 (2): 253-260.
- Iriondo, M. y N. García
1993 Climatic variations in the Argentine Plains during the last 18,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 101: 209-220.
- Jannou, G. E.
2007 Radiolarios del Paleógeno de la cuenca Austral, Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana* 44 (2): 447-466.

- Kondo, R., C. Childs e I. Atkinson
1994 *Opal phytoliths of New Zealand*. Maanaki Whenua Press, Nueva Zelanda.
- Martínez, G. A.
2001 Geomorfología y Geología del Cenozoico Superior de las Cuencas de Drenaje de los Arroyos Los Cueros y Seco, Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral inédita. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Mazzanti, D. L., M. M. Colobig, A. F. Zucol, G. Martínez, J. Porto López, M. Brea, E. Passeggi, J. L. Soria, C. Quintana y V. Puente
2010 Investigaciones arqueológicas en el Sitio 1 de la Localidad Lobería I. En *Mamül Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana*, editado por M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda y M. Carrera, pp. 99-114. Libros del Espinillo, Ayacucho.
- Musaubach, M. G., G. Erra y M. Osterrieth
2010 Estudios Arqueoetnobotánicos en la Localidad Tapera Moreira (Departamento de Lihué Calel, Provincia de La Pampa). Análisis fitolíticos en artefactos de molienda. En *Mamül Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana*, editado por M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda y M. Carrera, pp. 77-86. Libros del Espinillo, Ayacucho.
- Nalepka, D. y A. Walanus
2003 Data processing in pollen analysis. *Acta Paleobotanica* 43 (1): 125-134.
- Osterrieth, M., D. Zurro, D. L. Mazzanti y A. F. Zucol
2000 The first study of silica phytoliths in an archaeological cave of the Pampean plains of Argentina. "La Amalia site": a case study. *Actas 3rd IMPR Man and the (palaeo) environment. The phytolith evidence I*: 44-46. Tervuren, Bélgica.
- Osterrieth, M., G. Martínez, M. A. Gutiérrez y F. Álvarez
2008 Biomorfos de sílice en la secuencia pedoarqueológica del sitio Paso Otero 5, Buenos Aires, Argentina. En *Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos y de otros microfósiles*, editado por Korstanje A. y M. P. Babot, pp. 77-90. BAR International Series, S1870. Archaeopress, Oxford.
- Páez, M. M. y A. R. Prieto
1993 Paleoenvironmental reconstruction by pollen analysis from loess sequences of the southwest of Buenos Aires (Argentina). *Quaternary International* 17: 21-26.
- Patterer, N. I., E. Passeggi y A. F. Zucol
2011 Análisis de fitolíticos de suelos del sudoeste de la provincia de Entre Ríos (Argentina) como una herramienta para comprender sus procesos pedológicos. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 28 (1): 132-146.
- Piperno, D. R. y J. G. Jones
2003 Paleocological and archaeological implications of a Late Pleistocene/ Early Holocene record of vegetation and climate from the Pacific coastal plain of Panama. *Quaternary Research* 59: 79-87.
- Piperno, D. R., J. E. Moreno, J. Iriarte, I. Holst, M. Lachniet, J. G. Jones, A. J. Ranere y R. Castanzo
2007 Late Pleistocene and Holocene environmental history of the Iguala Valley, Central Balsas Watershed of Mexico. *PNAS* 104 (29): 11874-11881.
- Prado, J. L., A. Menegáz, E. P. Tonni y M. Salemme
1987 Los mamíferos de la fauna local Paso Otero (Pleistoceno tardío), provincia de Buenos Aires. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos. *Ameghiniana* 24: 217-33.
- Prieto, A.
1996 Late Quaternary vegetational and climatic changes in the Pampa Grassland of Argentina. *Quaternary Research* 45: 73-88.
- Quattrocchio, M. E., S. C. Grill y C. A. Zavala
1998 Chronostratigraphic and Palynozone Chronosequences Charts of Napostá Grande Creek, Southwestern Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 11: 111-133.
- Quattrocchio, M. E., A. M. Borromei, C. M. Deschamps, S. C. Grill y C. A. Zavala
2008 Landscape evolution and climate changes in the Late Pleistocene-Holocene, southern Pampa (Argentina): Evidence from palynology, mammals and sedimentology. *Quaternary International* 181: 123-138.
- Rabassa, J.
1973 Geología superficial en la Hoja Sierras de Tandil, provincia de Buenos Aires. *Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, Anales serie II*: 115-150.
- Strömberg, C. A. E.
2004 Using phytolith assemblages to reconstruct the origin and spread of grass-dominated habitats in the Great Plains of North America during the late Eocene to early Miocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 207 (3-4): 239-275.
- Tapia, A.
1937 Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas. Dirección Nacional de Geología y Minería. *Boletín* 43.
- Teruggi, M. E.
1957 The nature and origin of the Argentine loess. *Journal Sedimentary Petrology* 27: 322-332.
- Tonni, E. P., A. L. Cione y A. Figini
1999 Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 147: 247-281.

- Twiss, P. C.
1992 Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. En *Phytoliths Systematics Emerging Issues*, editado por G. Rapp y S. C. Mulholland, pp. 113-128, Plenum Press, Nueva York.
- Twiss, P. C., E. Suess y R. Smith
1969 Morphological classification of grass phytoliths: Soil Science Society of America, *Proceedings* 33 (1): 109-115.
- Walanus, A. y D. Nalepka
1999a POLPAL. Program for counting pollen grains, diagrams plotting and numerical analysis. *Acta Palaeobotanica* 2: 659-661.
1999b POLPAL. *Numerical analysis*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Polonia.
2002 POLPAL. *Counting pollen, tables storage and diagrams plotting. System manual*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Polonia.
- Zárate, M., M. Espinosa y L. Ferrero
1998 Paleoenvironmental Implications of the Holocene Diatomite, Pampa Interserrana, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 11: 135-152.
- Zucol, A. F., M. Brea, M. Osterrieth y G. Martínez
2002 Análisis fitolítico de un horizonte sedimentario del Sitio 2 de la Localidad Arqueológica Amalia (Holoceno temprano). En *Del mar a los salitrales. Diez mil años de historia pampeana en el umbral del tercer milenio*, editado por D. Mazzanti, M. A. Berón y F. W. Oliva, pp. 355-363. LARBO-SAA, Mar del Plata.
- Zucol, A. F., M. M. Colobig y D. L. Mazzanti
2007 Análisis de micro-restos en muestras sedimentarias del sitio 2 de la localidad arqueológica Amalia, provincia de Buenos Aires (Argentina). *XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina I*: 141-147. Jujuy.
- Zucol, A. F., M. Brea y D. L. Mazzanti
2008 Análisis de restos orgánicos presentes en cerámicas arqueológicas de las Sierras de Tandilia (Provincia de Buenos Aires, Argentina). En *Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos y de otros microfósiles*, editado por M. A. Korstanje y M. del P. Babot, pp. 201- 208. BAR International Series S1870, Archaeopress, Oxford.
- Zucol, A. F., M. Brea y E. Bellosi
2010 Phytolith studies in Gran Barranca (central Patagonia, Argentina): the middle-late Eocene. En *The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia*, editado por R. H. Madden, A. Carlini, M. G. Vucetich y R. F. Kay, pp. 313- 336. Cambridge University Press, Cambridge.
- Zucol A. F., M. M. Colobig y E. Passeggi
2012 Estudio de microrrestos silíceos del sitio Lobería I (Sitio 1), como una aproximación al conocimiento del uso de los recursos vegetales en el holoceno tardío en reparos rocosos de las sierras de Tandilia (Buenos Aires, Argentina). En *Cazadores-recolectores de las Sierras de Tandilia Oriental. El Holoceno tardío*, editado por D. Mazzanti. Publicación Especial 3, Laboratorio de Arqueología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, en prensa.
- Zurro, D.
2006 El análisis de fitolitos y su papel en el estudio del consumo de recursos vegetales en la prehistoria: bases para una propuesta metodológica materialista. *Trabajos de Prehistoria* 63 (2): 35-54.

