

NUEVOS APORTES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE TERRAZAS DE CULTIVO DEL PRIMER MILENIO D.C. EN EL VALLE DE AMBATO (ANDES DEL SUR, CATAMARCA, ARGENTINA) MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MICRORRESTOS

Alejandro F. Zucol*
María de los Milagros Colobig**
Germán G. Figueroa***

Fecha recepción: 15 de noviembre de 2014
Fecha de aceptación: 15 de junio de 2015

RESUMEN

Se analizaron los contenidos de microrrestos de tres terrazas agrícolas del primer milenio A.D. del valle de Ambato (Andes del sur, Catamarca, Argentina). Con el fin de determinar si estos elementos pueden contribuir a la caracterización de estas terrazas, se contabilizó la presencia de granos de almidón, estomatocistes de chrysostomatáceas, espículas de esponjas, diatomeas, microcarbones, esporomorfos y fitolitos. Los resultados, con énfasis en el detalle de la presencia de fitolitos y granos de almidón, permitieron establecer tendencias de composición que distinguen a las asociaciones compuestas por gramíneas cultivadas y silvestres/ruderales, y posibilitaron estimar la presencia de cultivos que no producen fitolitos. Los análisis de las pedosecuencias mostraron en muchos casos una mezcla composicional que no permita establecer niveles diferenciales entre las asociaciones de un mismo perfil.

Palabras clave: microrrestos – terrazas de cultivo – valle de Ambato – cultura Aguada

* Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CICYTTP-CONICET). E-mail: cidzucol@gmail.com

** Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CICYTTP-CONICET). Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional del Litoral. E-mail: mcolobig@cicytpp.org.ar

*** Instituto de Antropología de Córdoba (IDACOR), Museo de Antropología, Universidad Nacional de Córdoba (UNC). E-mail: g.figueroa@hotmail.com

NEW CONTRIBUTIONS TO AGRICULTURAL TERRACES FEATURES FROM THE FIRST MILLENNIUM A.D. IN THE AMBATO VALLEY (SOUTHERN ANDES, CATAMARCA, ARGENTINA) BY MICROREMAIN ANALYSIS

ABSTRACT

Microremains of three agricultural terraces from the first millennium A.D. in the Ambato Valley (Southern Andes, Catamarca, Argentina) were analyzed. Starch grains, stomatocysts of chrysostomataceae, sponge spicules, diatoms, microcharcoals, sporomorphs and phytoliths were counted in order to determine whether these elements could help to the characterization of these terraces. The results, with emphasis on the detail of phytoliths and starch grains, allowed establishing compositional trends that distinguish the contribution of cultivated and wild/ruderal grasses and the possibility of the presence of crops that do not produce phytoliths. The analyzed pedosequences showed blend microremain compositions in many cases that did not permit to establish differential levels between associations of the same profile.

Keywords: microremains – agricultural terrace – Ambato Valley – Aguada culture

INTRODUCCIÓN

Los aterrazamientos y estructuras de cultivo resultan complejos no solo en lo referente a la interpretación de su construcción, sino también en lo atinente a su uso, ya que por lo general resultan sitios reutilizados en el tiempo. Esto no solo plantea transformaciones estructurales a lo largo de su existencia, sino también posibles cambios culturales en su aprovechamiento, tanto en la obtención de distintos vegetales como en las metodologías de cultivo y labranza. Desde el punto de vista del análisis de microrrestos y características edafológicas, estas estructuras muestran variaciones de sus secuencias pedológicas que hacen compleja también la interpretación ya que, a los procesos pedológicos naturales, se suman las alteraciones producidas por el proceso de cultivo, con los movimientos laterales y verticales del material de las secuencias que genera la actividad agrícola (Korstanje y Cuenya 2008, 2010).

Diferentes tipos de restos microscópicos se han utilizado con la finalidad de interpretar estos cambios en las secuencias pedo-sedimentarias, como así también las condiciones ambientales de depositación (Pearsall 2000; Piperno 2006), entre ellos, esporomorfos, fitolitos, microcarbones, esferulitas, granos de almidón, diatomeas, espículas de espongiarios, estomatocistes de chrysostomatáceas y fragmentos tisulares (Korstanje y Cuenya 2008; Albeck *et al.* 2008; Bonomo *et al.* 2009, 2011; Gutiérrez *et al.* 2011; Martínez *et al.* 2013). Si bien cada tipo de microrresto posee sus características particulares de depositación y conservación, también brindan diferentes posibilidades de inferencia, dependiendo del ambiente depositacional. Es por ello que en la actualidad se tiende a realizar estudios conjuntos de estos microrrestos. Esta tendencia, que estudia materiales de distinta naturaleza química y diferentes orígenes, trae aparejada la necesidad de adecuar las metodologías de rescate (Coil *et al.* 2003 y referencias en ese artículo; Korstanje 2014) ya que no existe una única metodología universal que permita extraer la totalidad de microrrestos presentes en una muestra clásica.

En este marco de análisis, años atrás se comenzaron los estudios de distintos tipos de microrrestos vegetales presentes en estructuras de cultivo del valle de Ambato de la provincia de Catamarca (Figuroa 2010, 2013; Figuroa *et al.* 2010; Zucol *et al.* 2012). En estos, si bien se hizo hincapié en el análisis fitolítico, los resultados se enmarcaron en las abundancias de diatomeas, espículas de espongiarios, estomatocistes de chrysostomatáceas y esporomorfos con la finalidad de poner a prueba esta herramienta de análisis en función de describir las posibles variaciones que

puede haber provocado el uso diferencial de la tierra en estas áreas de cultivo, como así también de poder establecer los indicios que permitan estimar qué tipo de cultivos se realizaban en esta área. En la presente contribución se analizan tres estructuras de cultivo (TLM EBI, TLM EAMII y TLM EY) de esta localidad mediante el mismo enfoque, contrastado con el análisis de granos de almidones de cada muestra. Si bien estos análisis conjuntos han mostrado algunas variaciones en lo que respecta a sus abundancias recíprocas, han permitido reconocer la finalidad de uso de distintas áreas agrícolas (Korstanje y Cuenya 2008, 2010); el noroeste argentino es una de las regiones del país en donde más se han aplicado este tipo de análisis (Zucol *et al.* 2008), ya sea en material pedo-sedimentario como en instrumental lítico (Wurschmidt y Korstanje 1999; Babot 2001; Babot y Apella 2003; Albeck *et al.* 2008; Babot *et al.* 2008 a y b; Korstanje y Cuenya 2008, 2010).

ÁREA DE ESTUDIO

En el centro-este del departamento de Ambato (provincia de Catamarca, Argentina) se encuentra la cuenca del río Los Puestos (distrito de Los Varela), delimitada por el cordón montañoso de Ambato-Manchao (4.050 m s.n.m.) al oeste, por la sierra Graciana-Balcozna (1.850 m s.n.m.) al este, por el valle de Catamarca al sur y con los Altos de Singuil como límite norte, con alturas sobre el nivel del mar que varían entre 1.040 y 2.278 m (figura 1). Desde la década de 1970, en esta zona se han reconocido numerosos sitios, distribuidos a modo de aldeas, en donde se registraron actividades artesanales, rituales o religiosas y de procesamiento y almacenamiento de alimentos (Assandri y Laguens 2003; Assandri 2007). A partir del siglo VI d.C., en estos espacios se registra arqueológicamente la cultura Aguada de Ambato (González 1998). Esta posee una serie de innovaciones y algunas combinaciones de antiguos elementos en nuevas configuraciones, integradas en una organización más compleja que la anterior (Laguens 2004, 2006), conjuntamente con un incremento de la población, la diversificación de roles sociales y una incipiente especialización artesanal, junto a diferenciaciones sociales y políticas (Pérez Gollán 1991; Laguens 2004; Assandri 2006; Marconetto 2008; Dantas 2010; Figueroa 2010).

Excavaciones estratigráficas efectuadas en los sitios del fondo del valle, particularmente en El Altillo y Piedras Blancas (Laguens 2004), permitieron encontrar macrorrestos vegetales tales como granos aislados y marlos de maíz subglobosos (*Zea mays*); mientras que por otra parte, se han identificado restos de poroto (*Phaseolus vulgaris*, Pochettino 2000).

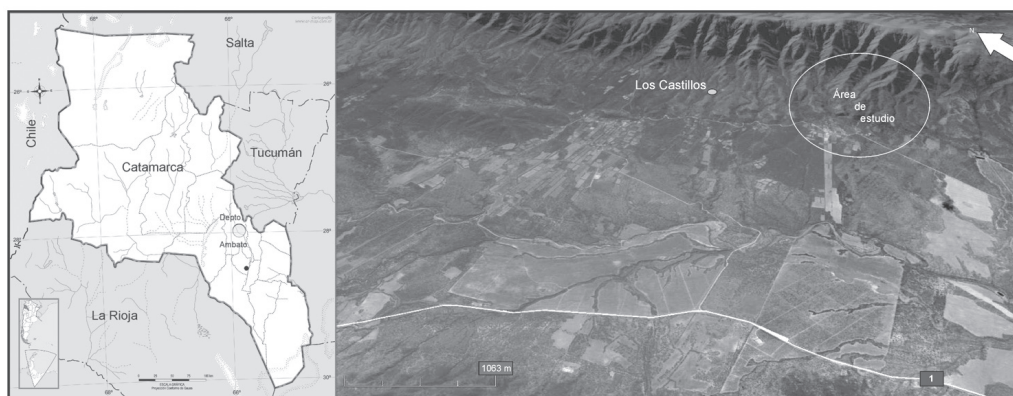


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica y vista satelital del área de estudio

En lo referente a biodiversidad actual de la zona de estudio, la fauna corresponde a la región zoogeográfica Neotropical, subregión Andinopatagónica, con muchos de los representantes de la Provincia Subandina (*sensu* Cabrera *et al.* 1947-1950; Cabrera 1976). Mientras que la vegetación se presenta diferenciada en pisos altitudinales que, de acuerdo a Marconetto (2006) y Morláns (2009), pueden ser definidos como Bosque serrano (entre los 800 y los 1.500 m s.n.m.), Arbustal-pastizal (entre los 1.500 hasta los 1.800 m s.n.m.) y el Pastizal de altura (por encima de los 1.800 a 2.000 m s.n.m.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tareas de campo

Durante los años 2007 y 2010 se realizaron prospecciones intensivas sobre la sierra de la Graciana, las cuales comprendieron seis unidades de prospección que procuraron cubrir los principales afluentes del río Los Puestos y zonas aledañas (figura 1). En total se recorrieron 482 ha, que representan el 6,7% del área seleccionada.

En la unidad de prospección Los Molina, la superficie recorrida abarcó 3,20 km de largo por 0,56 km de ancho, por lo que se cubrió un total 1,80 km² (180 ha). Esta unidad de prospección, se ubica entre los 1.050 y 1.307 m s.n.m. y su cobertura vegetal corresponde a bosque serrano.

Los trabajos de campo allí efectuados posibilitaron identificar 12 concentraciones de terrazas de cultivo, las cuales se hallan integradas por 37 terrazas de ladera rectas, 19 de contorno y 6 de cauce.¹ Próximos o bien insertos entre las terrazas de contorno, se hallaron cuatro recintos (un corral, un silo y dos que no pudieron ser clasificados debido a la espesa vegetación circundante). También fue posible registrar dos canales, los cuales fueron construidos mediante piedras lajas clavadas de canto en la tierra y que se hallan disociados de cualquier otra clase de estructura de las hasta aquí descriptas (Figueroa 2010, 2103).

En noviembre de 2012 se realizaron los sondeos, mediante el empleo de barreno, en diferentes estructuras agrícolas, con el propósito de extraer sedimento para el posterior análisis de microfósiles. La utilización del barreno, una técnica no invasiva y de mínimo impacto, constituye una herramienta sumamente eficaz para la obtención de los depósitos subsuperficiales, a partir de los cuales es posible determinar la estratigrafía de un sitio, su potencia, distribución espacial y áreas de ocupación, así como también obtener muestras de carbón para su posterior análisis o para la realización de fechados (Ponce 2004; Lindskoug 2013). Por estas razones se decidió emplear esta técnica² que, desde lo metodológico, abarcó la obtención muestras de suelo de las tres estructuras a partir de las columnas de barreno. Para llevar a cabo esta tarea, se utilizó un barreno mecánico con extensiones reforzadas, que posee una punta cilíndrica (20 mm x 400 mm) y una longitud máxima de 3 m. Una vez extraído el testigo, el material se dispuso en una superficie para su descripción (color, matriz, granulometría, componentes naturales y culturales, entre otros), la cual fue realizada *in situ* por la geóloga Silvana Bertolino (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –CONICET–). Una vez delimitados los niveles y sus características, las muestras fueron embolsadas y rotuladas. Posteriormente, en el laboratorio Ambato del Instituto de Antropología de Córdoba (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba –UNC–), se procedió a separar dos muestras de 10 g cada 5 cm de cada uno de los perfiles para el análisis de materia orgánica y microfósiles, respectivamente.

En cuanto a la elección de la unidad de prospección para desarrollar el trabajo, debe mencionarse que obedeció, fundamentalmente, a la buena visibilidad y conservación que presentaban las estructuras allí emplazadas. Sobre este último punto, resulta importante señalar que en esta vertiente del valle, a diferencia de lo que ocurre sobre la sierra del Ambato, los procesos poste-

posicionales (geomorfológicos, biogénicos y antropogénicos) vienen ejerciendo, en los últimos años, efectos nocivos sobre el componente arqueológico, lo cual puede observarse en el estado de deterioro general que exhiben la mayoría de los muros de las construcciones. Asimismo, se tuvo también en cuenta la marcada similitud existente (en lo que respecta a clases de artefactos cerámicos y líticos, cronología, emplazamiento, orientación, materiales y técnicas constructivas de las distintas clases de estructuras) con lo registrado para el resto del valle y, en especial, con lo documentado en la sierra del Ambato (Figueroa 2008, 2010, 2013).

Puntualmente, se trabajó en tres terrazas de cultivo de los subsistemas Los Molina 4 y 6, las cuales fueron seleccionadas no solo por su accesibilidad y preservación, sino también por su cercanía a un recinto de planta circular con muro de piedra doble y a un tramo de canal que se dirige hacia el fondo del valle. Por otra parte, la intervención de estas tres estructuras, tuvo también la intención de cotejar los resultados obtenidos con los derivados de las terrazas de cultivo excavadas en el año 2010, emplazadas sobre la ladera oeste del valle. En estas terrazas –tres de contorno (TLVS1, TLVS2 y TLVS4) y dos rectas (TLVS5 y TLVS6)– los análisis de microfósiles silíceos arrojaron como resultado la presencia de cultivo de maíz (Zucol *et al.* 2012; Figueroa *et al.* 2015).

Entonces, en cuanto al subsistema Los Molina 4, se extrajeron muestras de una terraza de contorno (S27°58,982' y O65°47,815') situada a 1.245 m s.n.m. y orientada hacia el norte. Esta estructura, TLM EY, cuenta con un muro de 30 cm de ancho, un metro de largo y 56 cm de alto, compuesto por rocas metamórficas (migmatita, esquisto y gneis). El sondeo se realizó a 33 cm del muro y se llegó a una profundidad de 31 cm, profundidad en la que se encontró la roca de caja. Mediante su análisis se logró determinar una secuencia depositacional formada por dos niveles. El nivel 1 se extiende desde la superficie hasta los 5 cm, se halla compuesto por un sedimento húmico de grano fino, suelto, de color pardo oscuro y no registra inclusiones. El nivel 2, que va desde los 6 hasta los 31 cm, está conformado por un limo arcilloso con gravas que contiene óxidos de hierro color ocre amarillento y biotita y moscovita.

En el otro subsistema, Los Molina 6, se intervinieron 2 terrazas de ladera rectas que se ubican de manera contigua a los 1.230 m s.n.m. (O27°58,993' y S65°47,658'). En este caso, ambas estructuras fueron también construidas con rocas metamórficas (gneis y esquisto) y poseen una orientación sur. La primera de ellas, TLM EAMII, tiene 10 metros de largo y 40 cm de ancho; el sondeo se efectuó a 22 cm del muro, el cual posee una altura de 39,5 cm. La otra terraza, TLM EB MI, alcanza los 9 m de largo y los 35 m de ancho y la extracción para la muestra se realizó a los 10 cm del muro, que tiene una altura de 46 cm. En las dos estructuras se pudieron distinguir dos niveles de características similares. El primero, que corresponde a la superficie y se prolonga hasta los 5 y 6 cm de profundidad respectivamente, se halla conformado por un sedimento húmico de grano fino suelto de color pardo mediano oscuro que no presenta inclusiones. En tanto, el segundo nivel (que llega hasta los 16 y 20 cm de profundidad, tabla 1), se compone de un limo arenoso de color pardo medio con gravas y abundante biotita y moscovita. También incluye agregados de gránulos limosos tamaño arena gruesa.³

Tareas de laboratorio

Los valores de contenido de materia orgánica y carbono orgánico (%) que se presentan en la tabla 1, fueron obtenidos en el Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA), Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC), mediante el método de Walkley y Black.

Tabla 1. Identificación de las muestras y valores de materia orgánica y carbono orgánico

ID Laboratorio	Información de campo	Ubicación (cm)	Materia orgánica (%)	Carbono orgánico (%)
TLM EB MI				
	Muestra de superficie	Superficial	5,0	2,9
3291	TLM EBM1	1-6	4,8	2,8
3290	TLM EBM1	6-11	4,4	2,6
3289	TLM EBM1	11-16	3,2	1,9
TLM EB MII				
	Muestra de superficie	Superficial	2,1	1,2
3295	TLM EAMII	0-5	2,8	1,6
3294	TLM EAMII	5-10	1,9	1,1
3293	TLM EAMII	10-15	1,8	1,0
3292	TLM EAMII	15-20	1,6	0,9
TLM EY				
	Muestra de superficie	Superficial	2,1	1,2
3301	TLM EY	0-6	2,3	1,3
3300	TLM EY	6-11	4,5	2,6
3299	TLM EY	11-16	4,2	2,4
3298	TLM EY	16-21	2,3	1,3
3297	TLM EY	21-26	1,6	0,9
3296	TLM EY	26-31	1,1	0,7

Para la concentración de los granos de almidón se adaptó la metodología propuesta por Pearsall *et al.* (2004) y Horrocks (2005), cuyo resultado se organizó mediante el siguiente protocolo: a partir de una alícuota de muestra de unos 5 g se agregaron 6 ml de hexametáfosfato de sodio (calcón) en tubo de centrifuga de 50 ml y se dejó reposar unas horas, agitando ocasionalmente. Posteriormente se llevó a un volumen de 50 ml con agua destilada y se centrifugó durante 2 minutos a 2.500 RPM, desechando el sobrenadante. En el mismo tubo de centrifuga se agregó solución de politungstato de sodio con densidad ajustada a 1,7 g/cc, hasta un volumen de 20 ml. Se agitó suavemente y se centrifugó durante 5 minutos a 2.000 RPM. Luego, se trasvasó el sobrenadante por volcado a otro tubo de centrifuga de 50 ml, en donde se diluyó la solución mediante el agregado de agua destilada hasta enrasar a 50 ml. Se centrifugó durante 5 minutos a 2.000 RPM para sedimentar los granos de almidón y se extrajo el sobrenadante. Se transfirió el material depositado con los granos de almidón concentrados a un tubo Ependorf y se eliminó el exceso de humedad secando en estufa a 35° C. El material se ingresó a la colección de Almidones del Laboratorio de Paleobotánica (ID: 62-74).

Luego se obtuvieron preparados microscópicos que se realizaron montando el material en glicerina con pipeta Pasteur sobre el portaobjeto y sellando el cubreobjeto con parafina a 52° C. Para las descripciones de los granos de almidón se siguieron las pautas y atributos cuali-cuantitativos propuestos por Cortella y Pochettino 1990; Korstanje y Babot 2007; Babot *et al.* 2007, 2008 a y b; Babot 2011 y el ICSN 2011 (The International Code for Starch Nomenclature). Las observaciones microscópicas fueron realizadas en un microscopio petrográfico Nikon Eclipse E 200, con cámara fotográfica incorporada.

La metodología utilizada para la concentración de los microrrestos silíceos se basó en las pautas metodológicas convencionales para rescatar biominerales en materiales clásticos (Bonomo *et al.* 2009; Zucol *et al.* 2010 b). En forma resumida, estas pautas pueden enumerarse como una primera etapa que consiste en un tratamiento preliminar y consta de una serie de procesos químicos a que se someten las muestras para la: *eliminación de sales solubles* mediante repetidos lavados con agua destilada; *eliminación de carbonatos* por tratamiento de la muestra con ácido clorhídrico diluido al 10%; *desagregación* utilizando hexametáfosfato de sodio; *eliminación de materia orgánica* por tratamiento de la muestra con agua oxigenada; *eliminación de barnices y/o cementos* tratado con ácido clorhídrico diluido al 10%; y *neutralización* del material remanente o “muestra limpia”. Estas etapas tienen la finalidad de eliminar los compuestos que puedan provocar la aglomeración de los elementos micropaleontológicos.

Sobre la muestra limpia se realizó una separación granulométrica en varias fracciones. Para ello se comenzó con la separación de la fracción más fina (menor de 5 µm de diámetro) por *sifonado*; posteriormente se separó la fracción gruesa (mayor de 250 µm de diámetro) por *tamizado*. La fracción restante, de 5 a 250 µm de diámetro (de arcillas gruesas a arenas finas), es la utilizada para la separación densimétrica, la cual se realizó utilizando solución acuosa de politungstato de sodio (Peso específico 2,3). Los concentrados fueron montados en Bálsamo de Canadá y en Aceite de cedro.

Las observaciones microscópicas fueron realizadas en un microscopio Nikon Eclipse E200 del Laboratorio de Paleobotánica (Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica a la Producción –CICYTTP-Diamante–); las fotografías han sido obtenidas con una cámara digital Nikon Coolpix 990. Los preparados microscópicos y las muestras sedimentarias han sido incorporados a la Colección del Laboratorio de Paleobotánica del CICYTTP-Diamante (CDPalbo-mic, con el ID detallado en tabla 1).

Para el recuento e identificación de las formas fitolíticas se trabajó con una muestra mínima representativa de 450 elementos por muestra. Estos valores (Apéndice I. material suplementario) fueron analizados comparativamente y graficados en diagramas fitolíticos mediante la utilización del paquete de software POLPAL, Numerical Analysis program (Nalepka y Walanus 2003), que permitió también la obtención de dendrogramas mediante el método de *constrained single link cluster analysis* (Grimm 1987). Para la caracterización de los morfotipos se conformó una base de datos de acuerdo con distintos esquemas clasificatorios y descriptores propuestos, los cuales, al igual que los acrónimos utilizados para su denominación, han sido tratados en Zucol *et al.* (2010 a y referencias en esa contribución); para este caso se utilizaron, específicamente, los acrónimos de Patterer *et al.* (2011) y Zucol *et al.* (2012) (Apéndice II. Material suplementario).

Con la finalidad de establecer los elementos que caracterizan los grupos de muestras y compararlos, se realizó un análisis de componentes principales (PCA), para lo cual se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2007), para comparar tanto estos resultados como los descriptores en forma previa (Zucol *et al.* 2012) que provienen de tres estructuras de cultivo y poseen los siguientes ID: TLVS2 (1640, 1642 y 1642), TLVS4 (1643, 1644 y 1645) y TLVS5 (1646, 1647, 1648, 1649, 1650, 1651 y 1652).

Por otra parte, para contrastar la información de los resultados se utilizaron cuatro principales índices (Apéndice III. Material suplementario): dos de ellos, el índice de temperatura (IT) y el índice de humedad (IH), basados en aquellos definidos por Twiss (1992); un tercero, el índice de estrés hídrico (ISH), definido sobre la base de la propuesta de Bremond *et al.* (2005), en la que se consideran los elementos producidos por la planta en momentos de estrés hídrico y, finalmente, un índice indicador de vegetación de ambientes terrestres y acuáticos (ITH). En forma complementaria, para su ilustración se obtuvieron los índices de abundancia de dicotiledóneas (Idicot) y de arecáceas (Ipalm) que en ambos casos resultaron de la razón de sus respectivos elementos en referencia con los restantes.

RESULTADOS

Análisis de microrrestos

En los tres perfiles se observa una pronunciada caída del contenido de materia orgánica (tabla 1) desde los niveles superiores hacia los más profundos. Tanto el TLM EAMII como el TLM EY presentaron valores muy bajos de materia orgánica y de carbono orgánico en la muestra de superficie; mientras que el último de estos perfiles también lo hizo en la muestra de 0-6 cm (3301).

En líneas generales se puede afirmar que, a excepción de una muestra (3290), los sedimentos analizados han presentado material almidonoso. Los granos de almidón se han observado en buen estado de conservación, en forma de granos simples en su mayoría, salvo en un caso (muestra 3300) en que se hallaron granos compuestos (figura 2. J).

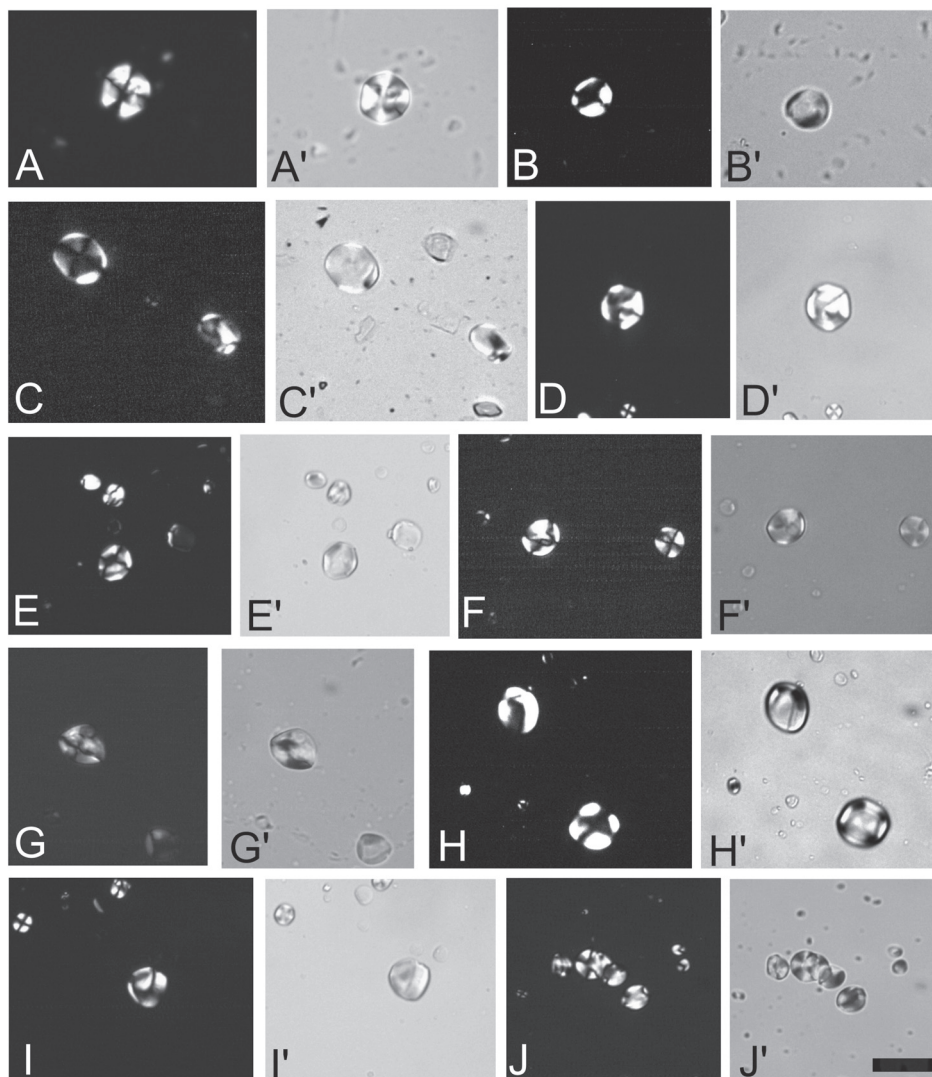


Figura 2. Diferentes granos de almidón hallados en las muestras analizadas. Izquierda, con luz polarizada; derecha, con luz normal. Escala en J': 20 μ m

En lo referente al tamaño de los granos, se observaron rangos variables que podrían ubicarse entre los 21,61 μ m de diámetro máximo y 2,12 μ m de diámetro mínimo, los cuales mostraron distintas abundancias según las muestras. Las formas observadas se encuentran principalmente entre las esféricas (figura 2. A, B), ovales (figura 2. G, H, I) y poligonales (figura 2. C, D, E, F) y presentaron distintas disposiciones en las cruces de extinción (tabla 2).

En cuanto a las características cualitativas, en términos generales las lamelas fueron escasamente visibles al igual que los hilos, las fisuras se observaron en algunos casos y las cruces de extinción más observadas fueron las céntricas (tabla 2).

Tabla 2. Características cuantitativas y cualitativas de los granos de almidón presente en las tres estructuras de cultivo

TLM	Muestras (ID col)	N	Forma	Rango (en μ m)	Lamela visible	Fisura visible	Cruz de extinción	Hilo visible	
EBMI	1-6 cm	3291(64)	1	Circ:1	16,19-15,22	1	1	Cén:1	1
	6-16 cm	3290(63)	0						
	11-16 cm	3289(62)	1	Circ:1	9,61-8,37	1	1	Cén:1	1
EAMII	0-5 cm	3295(68)	77	Circ:65- Polig:5- Ov:7	21,61-2,12	2	22	Cén:61- Excén:16	11
	5-10 cm	3294(67)	2	Circ:1- Ov:1	17,27-14,34	0	1	Cén:1- Excén:1	1
	10-15 cm	3293(66)	27	Circ:18- Polig:5- Ov:4	14,29-6,02	8	19	Cén:15- Excén:12	9
	15-20 cm	3292(65)	21	Circ:13- Polig:3- Ov:5	13,6-3,08	8	7	Cén:14- Excén:7	8
EY	0-6 cm	3301(74)	28	Circ:27- Polig:1	13,02-5,34	0	7	Cén:20- Excén:8	6
	6-11 cm	3300(73)	287	Circ:208- Polig:4- Ov:75	15,06-3,04	36	68	Cén:172- Excén:153	34
	11-16 cm	3299(72)	4	Ov:4	17,90-3,66	1	3	Cén:4	1
	16-21 cm	3298(71)	1	Ov:1	12,21-10,62	1	1	Excén: 1	1
	21-26 cm	3297(70)	12	Circ:8- Polig:1- Ov:3	13,60-5,23	6	2	Cén:8- Excén: 4	1
	26-31 cm	3296(69)	258	Circ:-240 Polig:9- Ov:9	20,21-2,22	1	2	Cén:235- Excén:23	3

Forma: circular (Circ), poligonal (Polig) u ovoide (Ov); Cruz de extinción: céntrica (Cén) o excéntrica (Excén).

La muestra 3296 ha sido la de mayor abundancia de material almidonoso, seguida en menor medida por la 3300; ambas corresponden a la terraza TLM EBMI. Siguiendo en orden de abundancia se encuentra la muestra 3295, correspondiente a la sección superior de la terraza TLM EAMII. Los recuentos más bajos se observaron en las muestras 3291, 3289 y 3298 (figura 3).

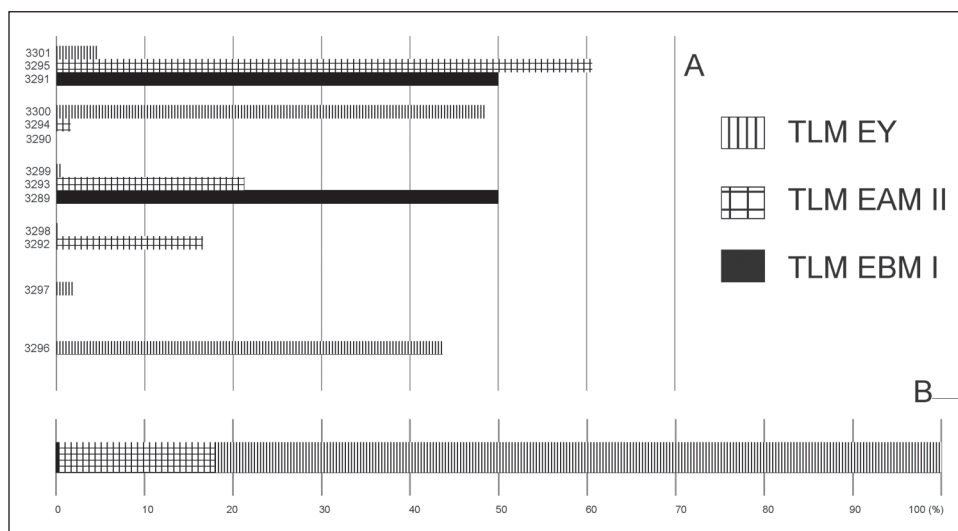


Figura 3. Abundancias de granos de almidón en cada muestra analizada. A. Histograma de frecuencias en abundancias por cada perfil. B. Porcentajes totales de elementos hallados en referencia al total encontrado

En lo referente a los fitolitos articulados (figura 4 A y 5), el único perfil que mostró un normal desarrollo (vale decir, mayor abundancia en los niveles superiores con un decrecimiento hacia los inferiores) es el de la terraza TLM EBM I, los otros dos presentaron un incremento en abundancia hacia niveles medios e inferiores. En todos los casos la abundancia de estos elementos se mostró en tendencias complementarias con la de los fitolitos desgastados y/o alterados (figura 4 C y 5). La presencia de microcarbones (figura 4 E), contrariamente a los resultados de materia orgánica y carbono orgánico, en la mayoría de los casos mostró una variación de abundancia similar a la que se describió para los fitolitos articulados, con incrementos hacia niveles medios e inferiores, especialmente en los perfiles TLM EAM II y TLM EY.

Los esporomorfos (figura 4 F) se presentaron en todos los perfiles en forma abundante, considerando entre ellos a esporas de hongos, de helechos y granos de polen, con abundancias que variaron de muestra en muestra, como así también, en las diferentes fracciones. Resulta llamativa la abundancia de esporas triletes de superficie estriada, las cuales fueron halladas abundantes en los tres perfiles.

Tanto las espículas (figura 4 B) como los estomatocistes de chrysosmatáceas (figura 4 H) se presentaron en forma rara; para el caso de las espículas, además, en su mayoría (con excepción de la muestra 3292 del TLM EAM II) lo hicieron de manera fragmentaria, lo cual denota un alto grado de aloctonía de estos materiales.

La presencia de diatomeas (figura 4 G), si bien abundantes en todas las muestras analizadas, resultó variable, tanto en composición como en tamaño. En algunas muestras predominaron las diatomeas de gran tamaño, mientras que en otras se hallaron numerosas diatomeas pequeñas.

En lo que respecta a los fitolitos no articulados, las abundancias resultaron elevadas en todas las muestras analizadas. En numerosos casos (figura 4 A y 6 A) se observaron muchos elementos silicificados con abundante cantidad de materia orgánica y/o restos carbonosos. El detalle composicional de este estudio se describe a continuación para cada perfil con la finalidad de abordar cada caso en particular. En líneas generales, puede decirse que los tres perfiles presentaron una gran abundancia de elementos elongados de diferentes tamaños y tipos, como así también, de elementos en forma de flabelos y poliédricos y los aguzados. Entre los fitolitos de menor tamaño, los de forma de silla de montar y algunos tipos de halterios resultaron los más abundantes.

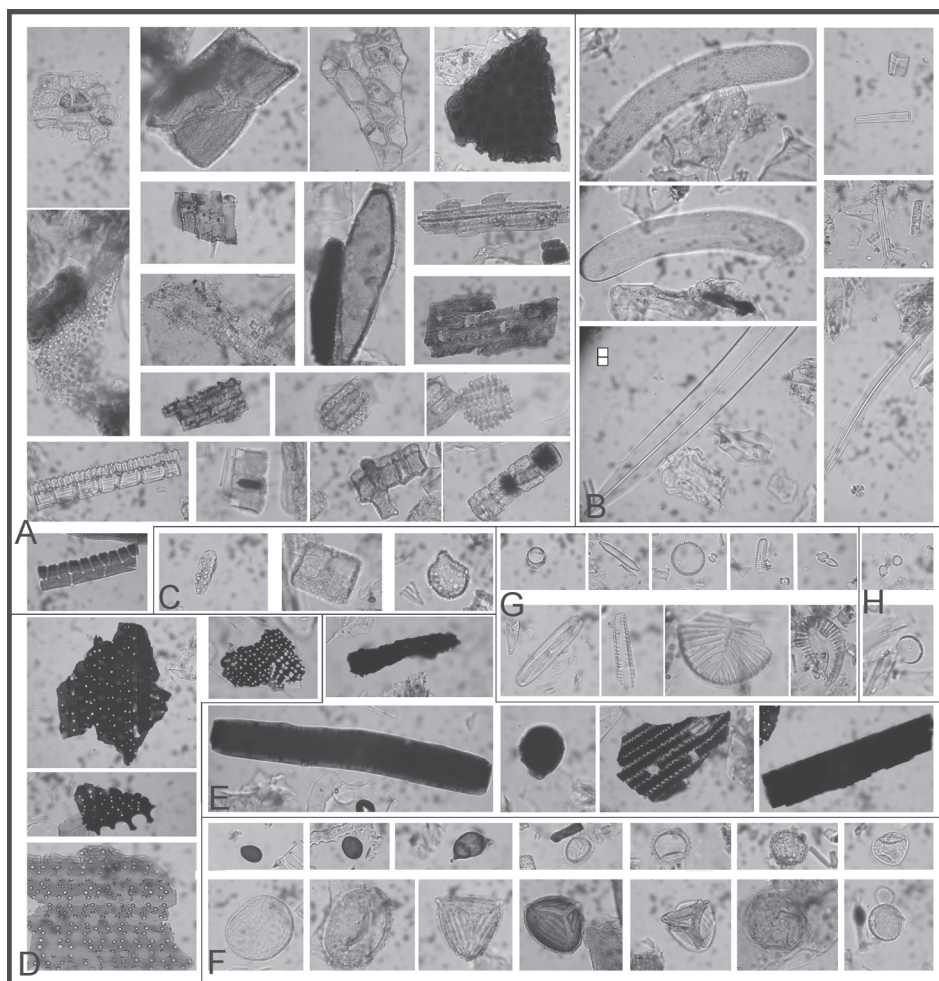


Figura 4. Elementos no fitolíticos y fitolitos articulados. A. Fitolitos articulados. B. Espículas de espongiarios. C. Fitolitos desgastados y/o alterados. D. Placas marrones a ambarinas perforadas. E. Distintos elementos carbonizados o carbonizados/silicificados. F. Diferentes esporomorfos, hallados en los tres perfiles analizados. G. Diatomeas. H. Estomatocistes de chrysostomatáceas. Escala gráfica en B: 20 μm

TLM EBMI

Esta terraza presenta la menor abundancia y variabilidad en granos de almidón; se observaron solo formas circulares, con cruces de extinción céntricas. De las tres muestras que componen este perfil, la superficial y la basal presentaron muy escasos elementos, mientras que en la del nivel medio resultaron ausentes. Los granos registrados oscilan en un rango de tamaño entre 16,19 a 8,37 μm de diámetro.

Este perfil se caracterizó por una marcada variabilidad composicional de sus asociaciones fitolíticas. Esto no permitió establecer una zonación, aunque la muestra inferior (3289) y la media (3290) resultaron las de mayor variabilidad desde el punto de vista de abundancia de distintos morfotipos (figura 5).

En forma general, las tres asociaciones se caracterizaron por la abundante presencia de fitolitos aguzados (tales como Ac05 y Ac09) (figura 6 A), elementos en forma de silla de montar

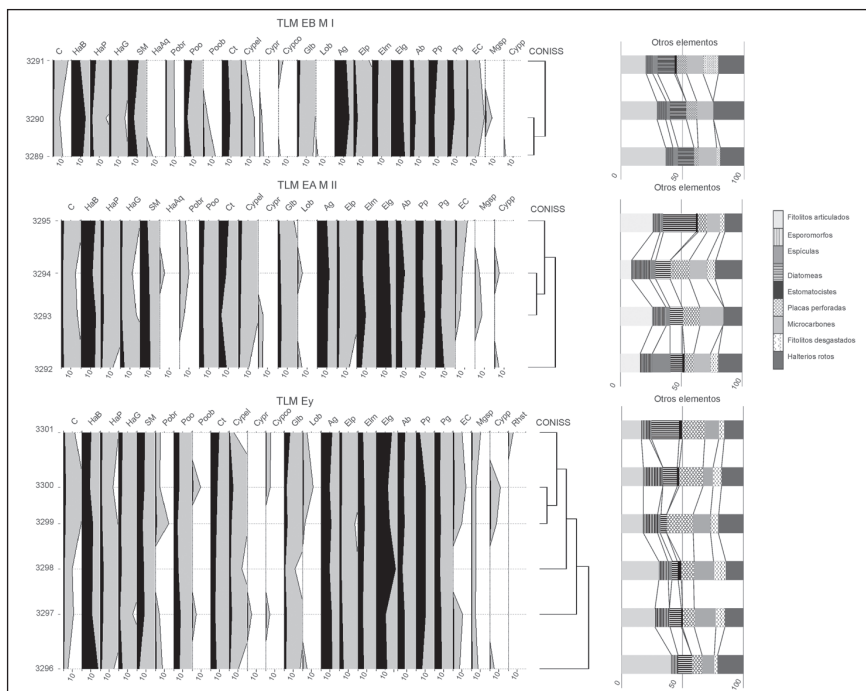


Figura 5. Diagrama fitolítico (en recuentos) de los perfiles TLM EB MI, TLM EA M II y TLM EY. En negro: abundancia; en gris: exageración en factor 5. Dendrograma obtenido mediante Coniss análisis (utilizando el método de transformación Constrained single link with square root [SQRT]). Codificación de grupos de morfotipos por afinidad botánica de acuerdo a lo especificado en Apéndice I. Derecha: Abundancia relativa de microrrestos no fitolíticos y fitolitos articulados

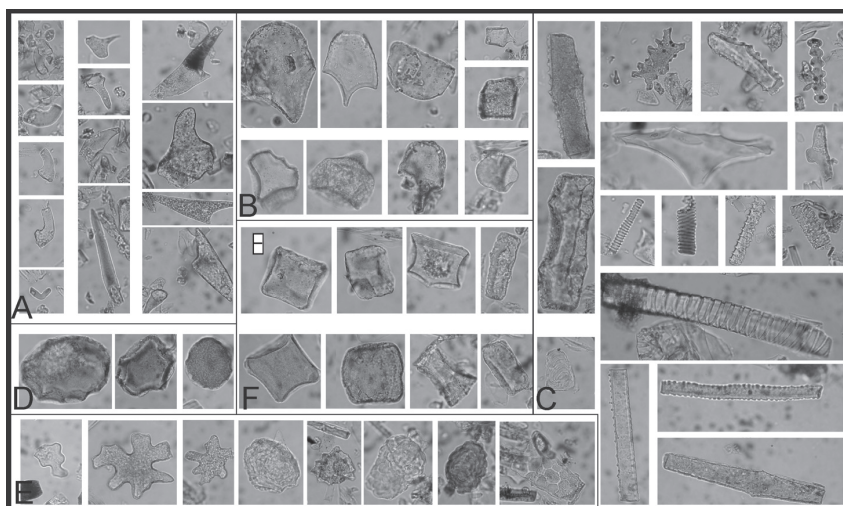


Figura 6. Distintos fitolitos hallados en los tres perfiles analizados. A. Fitolitos aguzados. B. Fitolitos en forma de flabelos. C. Elementos elongados y fitolitos originados en elementos de conducción. D. Elementos planos de contorno ovoide circular, facetado. E. Distintos elementos de afinidad dicotiledónea: Lobulados, bases de pelos y apéndices y cistolitos biomineralizados. F. Fitolitos poliédricos. Escala gráfica en F: 20 µm

(Sm01 y Sm02) (figura 7 B), en forma de halterios (principalmente los de cabeza globosa (Ha09) (figura 7 K), fitolitos poliédricos de variado tamaño (Sx02 y Mx01) (figura 6 F), en forma de flabelo de extremo cóncavo (Fl06) (figura 6 B), halterios irregularmente lobulados (Ph02), fitolitos en forma de conos truncados (Ct01) (figura 7 O) y distintos tipos de elementos elongados (Mp08, Mp09 y Mi01) (figura 6 C). En la muestra basal del perfil (3289), a la abundancia de estos elementos, se le suma una elevada frecuencia de fitolitos en forma de halterios polilobulados o trilobulados (Ph03), halterios aquillados (figura 7 D) y elementos en forma de media luna (Ro04) (figura 7 E).

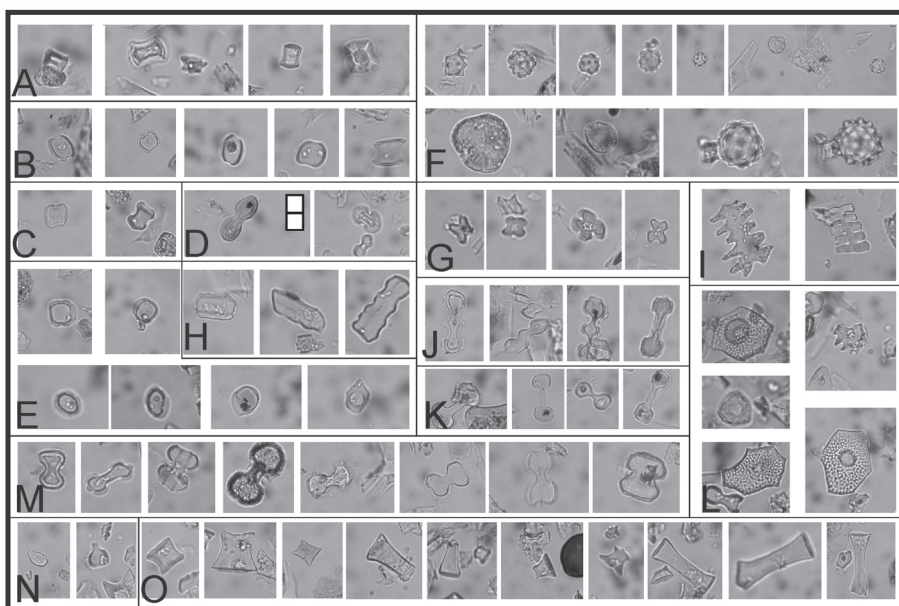


Figura 7. Distintos fitolitos de menor tamaño hallados en los tres perfiles analizados. A. Elementos en forma de silla de montar angulosas. B. Fitolitos en forma de silla de montar. C. Fitolitos en forma de silla de montar de cuerpo cuadrado. D. Fitolitos en forma de halterios aquillados o de doble contorno. E. Elementos pooides que incluyen fitolitos de contorno cuadrado, circular u oval y en forma de media luna. F. Fitolitos globulares de superficies espinosas o lisas. G. Fitolitos en forma de cruz. H. Fitolitos oblongos festoneados y en forma de bote. I. Fitolitos elongados cortos de contorno muy festoneado. J. Elementos halteriformes polilobulados. K. Fitolitos halteriformes de cabezuelas globosas. L. Elementos cónicos de base pentagonal, hexagonal o irregular. M. Fitolitos halteriformes bilobados. N. Halterios rotos en su sección media. O. Fitolitos en forma de conos truncados. Escala gráfica en D: 20 μm

Por su parte, la asociación fitolítica de la muestra del sector medio (3290), además de la gran abundancia de los fitolitos mencionados previamente, se diferencia de la subyacente por la elevada presencia de fitolitos aguzados (de los tipos Ac02, Ac04 y Ac07) (figura 6 A), elongados pequeños (Br01, Br02, Sn06), distintos halterios bilobados (tales como Ha01, Ha10 y Ha11) (figura 7 M), poliédricos (Sx01, Mx02 y Mx03), fitolitos globulares espinosos (Gl04) (figura 7 F), elongados de sección media abultada (Mp07) y los de forma de conos truncados elongados (Ct05) (figura 7 O).

Esta es la razón por la cual el análisis de clúster (figura 5) presenta a estas dos asociaciones en forma más vinculada entre sí que con respecto a la muestra superior. Algunas de estas formas mencionadas anteriormente decaen en abundancia en la asociación fitolítica de la muestra superior (3291) y se incrementan elementos que resultaron escasos en las asociaciones subyacentes, como

por ejemplo, fitolitos aguzados en formas de ganchos (Ac10), halterios de cuerpo engrosados (Ha13), elementos elongados de contorno denticulado (Mp03) o liso y cuerpo alargado (Mp04), como así también, fitolitos cilíndricos cortos de sección ovoide (Ro01).

En lo referente a otros tipos de restos, cabe mencionar la mayor abundancia de fitolitos articulados en la asociación superior que decrece hacia la muestra inferior, en donde se observa un marcado incremento de los fitolitos desgastados. Por su parte, los halterios rotos se hacen más abundantes en la asociación de la muestra media, donde también existe un incremento en la cantidad de fitolitos halteriformes. Estos fitolitos rotos (figura 7 N) provienen, principalmente, de elementos con cabezuelas prominentes e istmo central delgado, como es el caso de los fitolitos panicoides, como Ha10, o chloridoides, como Ha09, ya que no se han podido diferenciar entre sí para sus recuentos.

TLM EAMII

La secuencia se compone de cuatro muestras, en todas las cuales se han hallado granos de almidón. La muestra más superficial es la que tiene un número notablemente superior al del resto y presenta principalmente granos circulares, pero también ovals y poligonales, con cruces de extinción predominantemente céntricas. El rango de tamaño es mayor que el de la terraza descripta anteriormente y oscila entre 21,61 y 2,12 μm .

Las asociaciones fitolíticas de este perfil, en forma conjunta, presentaron una elevada abundancia de fitolitos en forma de silla de montar (del tipo Sm01) (figura 7 B y C), halterios (Ha01) (figura 7 M), elementos poliédricos del tipo tabular (Sx02 y Mx02) y elementos elongados prismáticos de contorno liso (Mp09 y Mi01). En lo referente a su composición comparativa (figura 5), la muestra inferior (3292) presentó una asociación fitolítica que la diferencia de las suprayacentes, las cuales si bien no conforman una zona homogénea, se separan de esta.

La asociación fitolítica de la muestra inferior (3292) se caracteriza además por la abundante presencia de fitolitos aguzados (del tipo Ac06), elongados prismáticos de contorno ondulado (Mp08) y denticulado (Mp03) (figura 6 C) y elementos poliédricos de sección cuadrada (Mx01). Cabe mencionar, también, que esta asociación es la única de las muestras analizadas que presentó un elevado número de espículas enteras de superficies lisas (figura 4 B). A diferencia de esta asociación, en las suprayacentes (3293-3295) resultan muy abundantes fitolitos aguzados (del tipo Ac05), elementos poliédricos de sección media adelgazada (Sx03) y en forma de conos truncados (del tipo Ct01).

Las asociaciones de las muestras suprayacentes (3293-3295), mediante al análisis de clúster (figura 5), se diferenciaron entre sí entre las de las muestras 3294 y 3293, con una marcada abundancia de elementos aguzados (Ac04) y fitolitos globulares de superficie espinosa (Gl04); Mientras que por su parte, la asociación fitolítica de la muestra superior (3295) posee abundantes fitolitos aguzados (Ac02), circulares cortos de sección ovoide (Ro01) y en forma de conos truncados (Ct03), y comparte con la asociación infrayacente abundantes fitolitos halteriformes de cabezuelas redondeadas (Ha09) (figura 7 K), en forma de silla de montar (Sm02) (figura 7 A y B) y de cruces (Ch01) (figura 7 G).

TLM EY

Esta terrazas es la de mayor potencia y resultó también la de mayor abundancia y riqueza en cuanto a tipos de granos de almidón. Las muestras 3300 (subsuficial) y 3296 (inferior) son las que presentaron mayor número de granos, lo que las diferencia notablemente de las restan-

tes. La muestra 3300 tiene la particularidad de presentar un número considerablemente mayor de morfotipos ovales que las restantes muestras de este perfil, en particular, y de las otras dos secuencias, en general. Los rangos de tamaño se ubican entre los 20,21 y 2,22 μm de diámetro; la muestra inferior es la que concentra la mayor amplitud de rango. Las cruces de extinción son principalmente céntricas, pero en la muestra subsuperficial se destacan las cruces excéntricas en una abundancia equivalente a las céntricas.

De acuerdo a su composición fitolítica, este perfil resultó el más complejo, con las muestras inferiores (3296, 3297 y 3298) claramente diferenciadas entre sí y con respecto al conjunto de muestras superiores ([3299+3300] 3301). En forma conjunta, se puede detallar que en todo el perfil resultaron abundantes formas tales como los elementos poliédricos de sección tabular (Sx02 y Mx02) y los elementos prismáticos elongados de contorno liso y ondulados (Mp08, Mp09 y Mi01) (figura 6 C y 7 I), los cuales no tienen mayor valor diagnóstico. Asociados a éstos, también se presentaron fitolitos de formas aguzadas (Ac05 y Ac09), en forma de silla de montar (Sm01), halterios panicoides y chloridoide (Ha10 y Ha09), fitolitos poliédricos de sección media adelgazadas (Sx03), globulares de superficie espinosa (Gl04) y elongados prismáticos de contorno denticulado (Mp03).

La asociación de la muestra inferior (3296), además, se caracteriza por la abundante presencia de distintos fitolitos prismáticos pequeños de contorno ondulado (Br01 y Mi02), en forma de silla de montar alargada (Sm02) (figura 7 B), elementos halteriformes (Ha01, Ha15 y Ha07), fitolitos en forma de abanico (Fl05), en forma de conos truncados (Ct03) y cilíndricos cortos de contorno circular u ovales (Ro02 y Ro01) (figura 7 E).

Mientras que la asociación de la muestra 3297 presenta como característico la elevada abundancia de fitolitos aguzados (Ac02), prismáticos elongados de sección asimétrica (Mp01) (figura 6 C), poliédricos de sección cuadrada (Sx01), halterios polilobulados (Ph02) (figura 7 J) y en forma de media luna (Ro04). La asociación fitolítica de la muestra 3298 resulta de carácter transicional ya que comparte elementos muy abundantes con las de las muestras supra y/o subyacentes.

Por último, la sección superior (3299-3301) presenta abundancia diferencial de algunos elementos fitolíticos, tales como aquellos en forma de cruces y brazos cortos (Ch01) (figura 7 G), halterios bilobados (Ha01) y elementos en forma de flabelo de aspecto campanulado (Fl02). Este conjunto presenta una diferenciación composicional entre las asociaciones de las muestras 3299 y 3300 con respecto a la muestra superior 3301. En esta última decrece la abundancia de los elementos en forma de cruz (Ch01) y halterios (Ha01 y Ha10), compartidos con las anteriores, y se incrementan fitolitos como los aguzados (Ac09), globulares de superficie espinosa (Gl04), elongados prismáticos (Mp03 y Mp04), poliédricos tabulares (Sx02) y en forma de conos truncados (Ct01 y Ct04).

Análisis comparativo de la composición de acuerdo a la afinidad botánica

En lo que respecta a las afinidades botánicas, los granos de almidón redondeados, de contorno poligonal, penta o hexagonal (observados en la muestra 3296), se han referenciado en la literatura con afinidad a las maideas (por ej. en Korstanje y Babot 2007). Por otra parte, algunos granos observados de forma ovoide resultan afines a los granos de almidón más o menos esféricos a ovales que, de acuerdo con Cortella y Pochettino (1994), son referenciados con afinidad a especies de solanáceas del tipo de la papa. Granos con estas características han sido observados en la terraza TLM EY.

En los tres casos estudiados puede observarse (figura 8) una clara abundancia de fitolitos megatérmicos (tanto panicoides como chloridoide y cruces) y una relativamente menor abundancia de los microtérmicos (pooide y estipoides) y mesotérmicos (danthonioides). Por su parte, la

abundancia de ciperáceas resultó variable de nivel en nivel, si bien con cierta complementariedad a la abundancia de elementos globulares espinosos. Este último grupo presentó dos modas en lo referente al tamaño, resultando siempre mayores los elementos globulares de menor diámetro (figura 7 F). Los fitolitos de afinidad dicotiledónea se presentaron en baja abundancia, si bien fueron hallados en todas las muestras analizadas.

En lo referente a los elementos no diagnósticos, tanto los elongados como los poliédricos, en forma de flabelo y los aguzados resultaron los más abundantes en la totalidad de las muestras; los elementos de conducción (figura 6 C) fueron los que se presentaron en menor abundancia. En estos casos, cabe resaltar la gran abundancia de elementos poliédricos por sobre el otro grupo de fitolitos originados en células buliformes, como son los de forma de flabelo, como así también, la gran variedad de formas observadas entre los fitolitos elongados, los aguzados y los propios flabeliformes con muchos elementos que caracterizaron las agrupaciones de las asociaciones fitolíticas.

Los índices obtenidos para cada perfil presentaron ciertas particularidades (figura 8). Así, para el perfil TLM EBM I se incrementan los valores de humedad y temperatura en el nivel medio (3290) y los valores de estrés hídrico son mayores en la muestra superficial (3291); a lo largo de todo el perfil, los elementos encontrados muestran no ser higrófilos y se presentan bajos valores de dicotiledóneas y palmeras.

El perfil TLM EAM II posee dos picos de mayor humedad en las muestras 3295 y 3293, que alternan con elementos más secos en las muestras 3294 y 3292. El índice de temperatura, si bien resulta en los marcos de elevada temperatura o gran abundancia de vegetales megatérmicos, experimenta una leve variación, incrementándose en las dos muestras inferiores (3293 y 3292). Por su parte, el índice de estrés hídrico se complementa, incrementándose en las asociaciones donde decrece el índice de humedad (3294 y 3292). No se evidencia una clara presencia de vegetación higrófila y hay una baja representación de dicotiledóneas y palmeras, estas últimas en una abundancia que se incrementa desde las muestras superficiales hasta la 3293, en la cual presenta la mayor abundancia de todo el perfil.

Por su parte, el perfil TLM EY resulta el más heterogéneo, con condiciones de baja humedad en las muestras superiores (3301 y 3300) que se suman a valores de estrés hídrico que se mantienen constantes hasta las muestras más profundas. Esto resulta contradictorio si se contrasta con la marcada abundancia de ciperáceas, principalmente indicadoras de condiciones de humedad en la muestra 3300. El IH muestra que en la sección media inferior los valores de humedad se incrementan, y es en la muestra 3296 donde se presentan los mayores valores, conjuntamente con una caída del ISH.

El índice de temperatura presenta valores elevados sin grandes cambios en toda la sección, mientras que los indicadores de dicotiledóneas se presentan bajos en el perfil y el de palmeras decrece hacia las muestras inferiores.

Por último debe remarcarse que algunos morfotipos fitolíticos –como el caso de los fitolitos de contorno más o menos ovales y bordes cavados (figura 6 D), los provenientes de cistolitos y pelos (figura 6 E), entre otros– que no han presentado una abundancia demarcada en el análisis global pueden vincularse en muchos casos con la vegetación circundante, pero en otros –como el de los fitolitos de contorno oval y bordes cavados– pueden vincularse a cucurbitáceas (Piperno y Stothert 2003; Lema *et al.* 2008). Este morfotipo se ha reportado en la muestra 3291 (TLM EBM I) y en todas las muestras de los perfiles TLM EAM II y TLM EY.

Análisis comparativo de los resultados

Para comparar estos resultados con los obtenidos previamente (Zucol *et al.* 2012) se utilizó el análisis de componentes principales de las abundancias fitolíticas de las asociaciones (figura

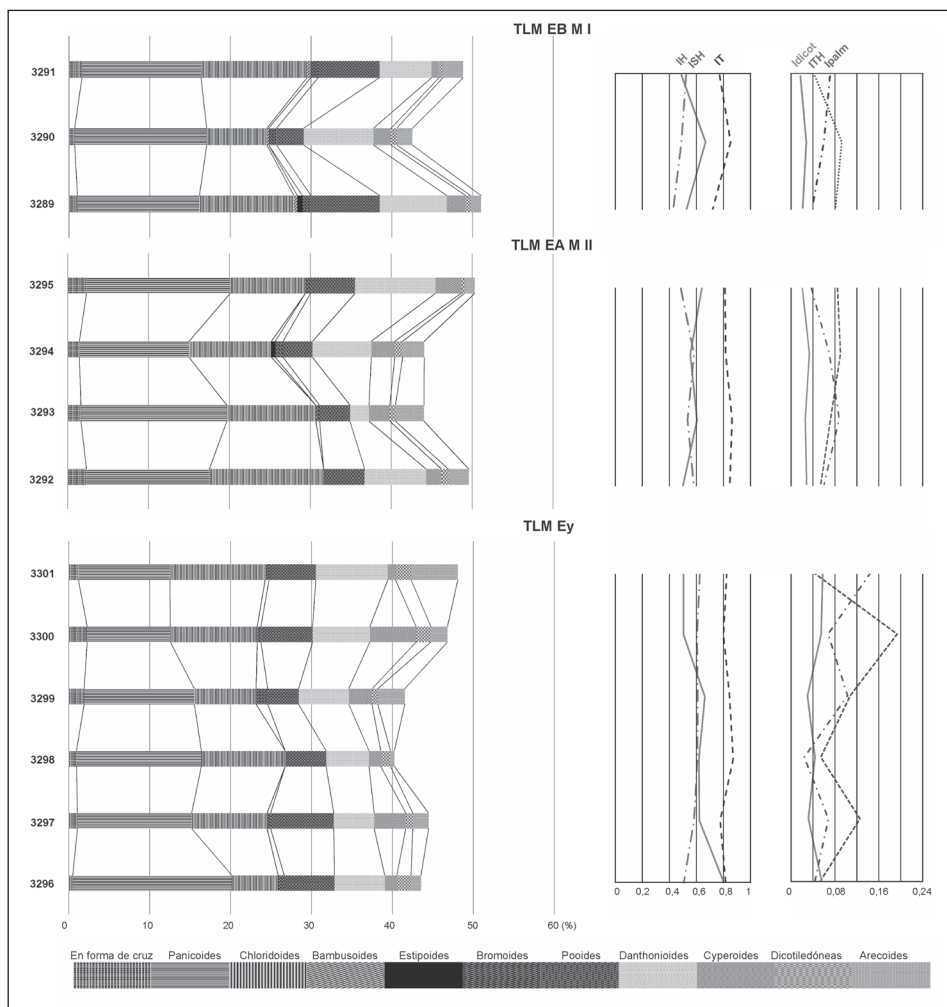


Figura 8. Diagramas de abundancias fitolíticas de acuerdo a sus afinidades botánicas, en donde no se graficaron la abundancia de los elementos no diagnósticos. Índices IT, IH, ISH, ITH, Idicot e Ipalm obtenidos para cada asociación fitolítica (detalle en texto y Apéndice III. material suplementario)

9). Los tres primeros componentes, que acumularon el 76,95% de la variabilidad total, permiten observar una marcada asociación de las muestras analizadas recientemente (perfiles TLM EB MI, TLM EA MII y TLM EY), si bien marcan diferentes relaciones con los resultados previos (perfiles TLVS2, TLVS4 y TLVS5, Zucol *et al.* 2012).

El componente principal 1 (61,98% de la variabilidad total) –cuyos mayores aportes lo realizan las abundancias de los fitolitos elongados prismáticos de contorno aserrado, liso y ondulado (Mp10, Mp09, Mi01 y Mp08), poliédricos equidimensionales (Sx01), agujones (Ac01), en forma de flabelos de abanico escotado (Fl06), halterios (de los tipos Ha01, Ha02 y Ha10) y elementos en forma de cono truncado aplanados (Ct03)– es el que vincula las asociaciones de los perfiles TLM EB MI, TLM EA MII y TLM EY con las de la terraza TLVS5, como así también la de la muestra 1641 de la TLVS2. Conjunto de asociaciones este que ya mostraba afinidad en los análisis previos (Zucol *et al.* 2012), en particular, en las de las muestras superiores del TLVS5 y la de 1641. Este componente, dado el mayor aporte de los morfotipos panicoides en comparación

con los otros megatérmicos y meso/microtéricos, puede considerarse el que vincula niveles con aportes de gramíneas cultivadas.

El componente principal 2 (10,48% de la variabilidad total) –con aportes de variabilidad mayoritariamente dados por elementos buliformes como los poliédricos (Sx01, Sx02, Sx03 y Mx02) y en forma de flabelo (Fl06), fitolitos elongados prismáticos (Mp03, Mp04, Mp08, Mp09, Mp10 y Mi01) y fitolitos pequeños de mayor valor diagnóstico como en forma de silla de montar (Sm06), conos truncados (Ct01), en forma de bote (Sc01), halteriformes (Ha10) y redondeados y ovals (Ro01 y Ro02)– relaciona las asociaciones de los perfiles TLM EB MI, TLM EA MII y TLM EY con las de los perfiles TLVS2 y TLVS4, con excepción de las de las muestras 1641 y 1644 de cada perfil, respectivamente. Por otra parte, diferencia a las asociaciones del perfil TLVS5 de las restantes, con excepción de cierta afinidad que manifiesta con la asociación de la muestra 1644. En contraparte, este componente posee mayor aporte de morfotipos chloroides y meso/microtéricos por encima de los panicoides, por lo cual puede considerarse que es el que vincula niveles con aportes de gramíneas silvestres, las cuales pueden ser más abundantes en cultivos que no aportan fitolitos al sustrato.

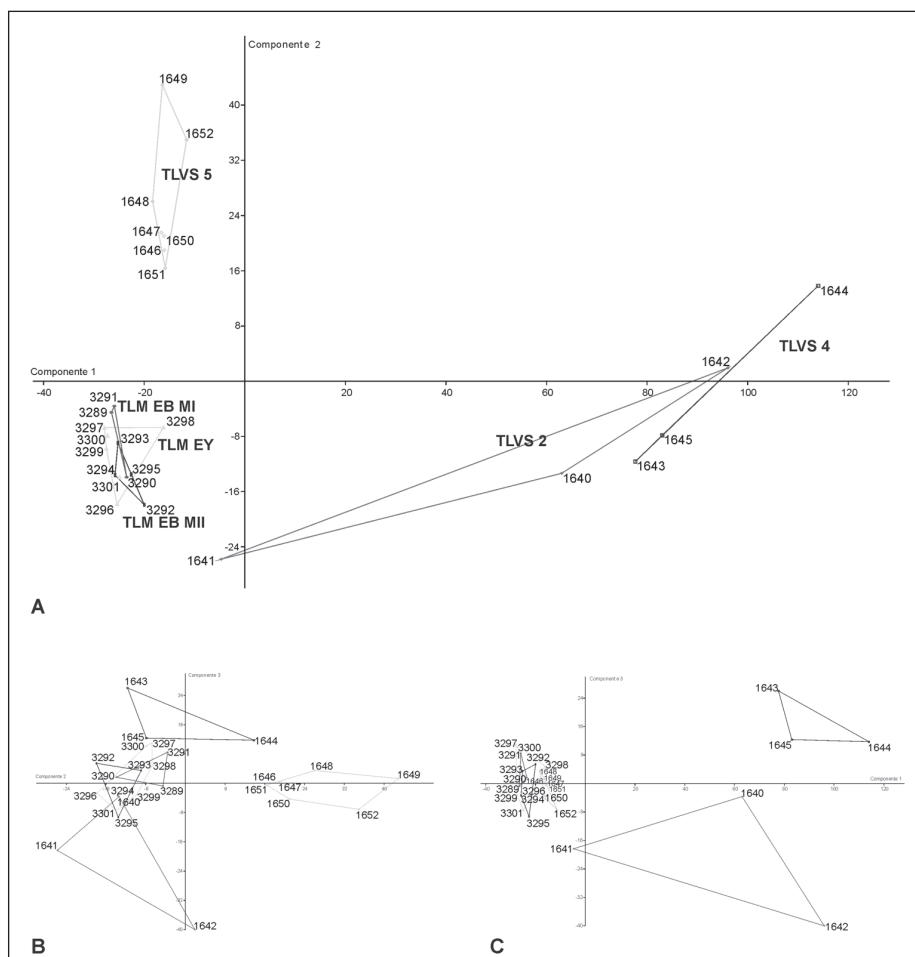


Figura 9. Análisis de componentes principales de las asociaciones fitolíticas de los perfiles TLM EB MI, TLM EA MII, TLM EY (presente análisis), TLVS2, TLVS4 y TLVS5 (Zucol *et al.* 2012)), A-C. Gráficos de los tres primeros componentes principales (76,95 % de la variación total)

Por último, el componente principal 3 (4,48% de la variabilidad total) tiene aportes de variabilidad mayoritariamente dados por elementos elongados prismáticos (Mp08, Mp09 y Mp10), poliédricos (Sx01, Sx02 y Mx01), en forma de silla de montar (Sm01), halterios (Ha02 y Ha10) y en forma de conos truncados (Ct03). Este componente vincula las asociaciones de los perfiles TLM EB MI, TLM EA MII y TLM EY con las del perfil TLVS5, como así también las asociaciones de las muestras 1644 y 1645 (TLVS4) con asociaciones de los perfiles TLM EB MI y TLM EY, por una parte, y con la asociación de la muestra 1640 (TLVS2) con las asociaciones sub/superficiales de los perfiles TLM EA MII y TLM EY, por otra. El aporte de variabilidad en este componente es equitativo entre elementos mega y mesotérmicos, lo que puede estar justificando la vinculación, en segunda instancia, de las muestras de los perfiles TLVS4 y TLVS2 con niveles de las muestras analizadas en este artículo.

DISCUSIONES

La terraza que mayor número de granos de almidón y fitolitos ha presentado es TLM EY, que es además la de mayor potencia, de modo similar a los resultados obtenidos previamente para la TLVS5. A partir del análisis comparativo de las muestras sedimentarias analizadas, se puede concluir que hubo al menos dos zonas claramente demarcadas en el perfil sedimentario de la terraza TLM EY, en donde los granos de almidón aumentaron de manera importante (muestras 3300 y 3296).

En lo que respecta a los granos de almidón redondeados, pudo observarse los netamente esféricos a ovalados, como así también, los algo rectamente demarcados en su contorno que dan aspecto penta o hexagonal (como los de la muestra 3296).

En referencia a este tipo de granos, vinculados en la literatura con las maideas, se puede decir, según el estudio realizado por Holst *et al.* (2007), que se encuentran con una mayor proporción en el rango de tamaños descripto para maíz (11-15 μm), ya que el rango de tamaños promedios para las maideas silvestres es de 5,20-11 μm .

Por su parte, algunos de los granos observados con forma ovoide o más o menos esféricos a ovales, de acuerdo con la literatura, podrían estar vinculados a especies de solanáceas del tipo de la papa (Cortella y Pochettino 1994) como se hizo referencia para el perfil TLM EY.

En lo referente a los microrrestos, en primera instancia cabe mencionar que resulta llamativa la tendencia al incremento de los fitolitos articulados hacia niveles inferiores de las secciones analizadas (tendencia contraria a la que se observa generalmente en una secuencia natural) en forma inversa a los valores de fitolitos rotos y desgastados. Aunque los valores de materia orgánica se presentaron con una curva normal y paulatino decrecimiento hacia los niveles inferiores, esto hace pensar que existe una cierta estratificación en los niveles de estos depósitos (especialmente en el perfil TLM EY). Existió, sin embargo, un factor de homogeneización de estos que, en esta primera instancia, consideramos de origen antrópico, al igual que lo que se había observado en análisis previos (Zucol *et al.* 2012). La abundante presencia de esporomorfos en la secuencia como así también la disparidad de abundancia de granos de almidón de acuerdo a los niveles ratifican esta afirmación. Esta contraposición entre los valores decrecientes de materia orgánica frente a, por ejemplo, los valores de microcarbones en niveles inferiores ha sido observada en otros campos de cultivo de la región (Korstanje y Cuenya 2008) vinculado a su uso para la obtención de maideas. Este fenómeno, que según estas autoras se originaría por quemas de rastrojo, también puede deberse a la incorporación de material parcialmente degradado en niveles más profundos del perfil.

A su vez, estas condiciones se observan también en la composición fitolítica que difiere en algunos casos de perfil en perfil, pero no muy claramente entre niveles de un perfil, lo que dificulta una correlación/diferenciación entre las asociaciones de un mismo perfil.

Deben remarcar las afinidades presentes entre niveles de distintos perfiles ya que, como puede observarse en los estudios comparativos de los seis perfiles utilizados para el análisis de las asociaciones fitolíticas, algunos se vinculan más estrechamente con los de otros perfiles que con las muestras del propio. Esto, que ya fuera observado en los análisis previos (Zucol *et al.* 2012), se ratifica en el presente, como es el caso de las asociaciones de las muestras 1641 (TLVS2) y 1644 (TLVS4) con parte de las asociaciones analizadas en este trabajo. Pudieron establecerse entonces dos tendencias (demarcadas por los dos principales componentes de análisis multivariado) para definir la mayor/menor abundancia de panicoides frente a otras gramíneas, o bien, la presencia de gramíneas cultivadas frente a las silvestres y/o ruderales. No obstante ello, en lo referente a sus variaciones secuenciales, dos perfiles mostraron patrones de variabilidad similares, los perfiles de mayor potencia y heterogeneidad (TLM EY y TLVS5), que se vinculan por composición fitolítica con los resultados de los perfiles TLM EB MI y TLM EA MII, que también se mostraron heterogéneos en su composición fitolítica vertical. Mientras que los perfiles TLVS2 y TLVS4 solo presentaron las asociaciones anteriormente mencionadas (1641 y 1644) como discrepantes de la composición de las restantes asociaciones.

La muestra 3300 (TLM EY) presenta abundantes morfotipos fitolíticos en forma de cruz, lo cual, junto con las formas poligonales de los granos de almidón, podrían estar indicando aporte de material vegetal de maídeas para este nivel. Sin embargo, en esta muestra son muy abundantes los granos afines a papa, cuya abundancia decrece hacia el nivel inferior en donde también decrecen los fitolitos tipo cruz, pero se incrementan notablemente los fitolitos panicoides. En este punto es preciso aclarar que los fitolitos y los granos de almidón permiten un registro diferencial para los cultivos, ya que los fitolitos se encuentran principalmente en la hoja de la planta y los granos de almidón en sus frutos y/o tubérculos. Estos últimos corresponden a la parte comestible, por lo tanto, en muchos casos son consumidos, aunque en la papa el tubérculo puede quedar en el sustrato y así hallarse mayor cantidad de granos almidón a diferencia del maíz cuyos granos solo son ocasionalmente incorporadas en el sustrato de cultivo.

En esta muestra también se observa un aumento en los niveles de materia orgánica y un nivel de humedad considerable a juzgar por la presencia de diatomeas, ciperáceas y espículas de espongiarios. Esto puede interpretarse o bien como incorporación intencional de materia orgánica o barbecho, o bien como laboreo de los niveles –y mezcla de los restos vegetales de reciente aporte– en tareas de labranza o recolección, por ejemplo de tubérculos.

CONCLUSIONES

A modo de conclusión puede considerarse que en el perfil TLM EBMI se diferencian dos zonas: una superior y otra inferior con el nivel de la muestra 3290 que resulta transicional y con la menor abundancia de granos de almidón del perfil; la zona media inferior está caracterizada por una mayor abundancia de elementos panicoides, como así también ciperoides y abundante cantidad de espículas de espongiarios enteras y fitolitos desgastados. Todo esto permite estimar que esta sección puede dividirse en dos zonas en las que no se puede definir cuál es el límite medio entre ambas.

La terraza TLM EA MII tiene escasos granos poligonales pero con la misma tendencia de los fitolitos en forma de cruz, que disminuyen en la muestra 3294. En este caso, la presencia de granos de almidón afines a solanáceas es de una abundancia relativamente similar a la de granos afines a maídeas. Este perfil presentó una mayor abundancia de fitolitos panicoides, como así también ciperoides en todo el perfil; tanto estos fitolitos como los granos de almidón evidencia una caída de ambos elementos en el nivel de la muestra 3294 que, a la luz de estos resultados, permite estimar también la presencia de dos zonas con esta muestra transicional.

Por último, el perfil TLM EY, desde el punto de vista de los contenidos de almidón, presenta dos zonas: una superior y otra inferior, con escaso contenido en las muestras intermedias (3299 y 3298). Estos resultados, frente a los obtenidos en el análisis de fitolitos, solo resultan claramente correlacionables con la marcada abundancia de elementos pooides y ciperoides, ya que los elementos panicoides solo son abundantes en los niveles inferiores, coincidentemente con la presencia de almidones esféricos a ovalados, como así también algo rectamente demarcados en su contorno que dan aspecto penta o hexagonal. Por lo tanto, puede estimarse la presencia de tres zonas en este perfil, la superior (3301 y 3300), la media (3299 y 3298) y la inferior (3297 y 3296).

Cabe resaltar que de acuerdo a los análisis fitolíticos, las muestras que se consideraron mediante el análisis integral como transicionales resultaron generalmente vinculadas a uno de los grupos supra o infrayacentes (muestra 3290 TLM EBMI, 3294 TLM EAMII y 3299 EY); se estima que esta variación en la vinculación de las asociaciones fitolíticas se origina a partir del movimiento vertical del material. Por la naturaleza de estas estructuras, se considera que son de origen antrópico como consecuencia del laboreo o preparación de la tierra de cultivo, como ya había sido observado en estudios previos (Zucol *et al.* 2012).

AGRADECIMIENTOS

Las tareas de campo y de laboratorio en las que se basa este estudio fueron financiadas por subsidios de SECyT-Universidad Nacional de Córdoba, FONCyT (PICT 2011-1945).

NOTAS

- ¹ Las terrazas de ladera se sitúan sobre los flancos interfluviales. Sobre la base de las características de la pendiente y del muro se distinguieron dos subclases: rectas y de contorno. Las rectas poseen muros de piedra rectilíneos que cortan transversalmente la pendiente. En tanto, las de contorno presentan paredes que continúan las oscilaciones del terreno. Las terrazas de cauce, al igual que las cajas o rectángulos de piedra, se emplazan sobre los numerosos arroyos tributarios del río Los Puestos (Figuroa 2008, 2010, 2013).
- ² Sobre este punto vale la pena enfatizar que el propósito del trabajo consistió principalmente en la extracción de muestras de sedimentos para el análisis de microfósiles. Por esta razón, no se contempló, por ejemplo, ahondar acerca de las técnicas constructivas de las terrazas, ya que hasta el presente han sido excavadas ocho de ellas en diferentes puntos del valle. A partir de estos estudios se ha podido observar que, tanto en las terrazas rectas como en las de contorno, el muro de contención se construyó mediante una superposición de rocas de diferentes dimensiones que fueron trabadas de manera tal que no pudieran ser desplazadas por el empuje del suelo y que, al mismo tiempo, pudieran actuar como contención del terreno de cultivo. También, se pudo observar que en todos los casos el apilamiento de rocas se realizó en forma de triángulo, cuya base mayor se encuentra siempre sobre la roca base (Figuroa 2010).
- ³ Llama la atención la escasa potencia de las columnas sedimentarias de las tres estructuras trabajadas, más aún si se las compara con algunas de las terrazas de cultivo intervenidas sobre la ladera del Ambato, que en muchos casos superan el metro de altura. Sin embargo, a partir de la información brindada por los ingenieros agrónomos que trabajaron asesorando a este proyecto y, fundamentalmente, a partir de estudios etnoarqueológicos propios, efectuados con campesinos de la zona, se pudo establecer que esta condición no habría constituido un impedimento para el correcto funcionamiento de las actividades agrícolas en cada una de estas estructuras (Figuroa 2010; Figuroa y Dantas 2012).

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Apéndice I

Matriz básica de datos con los recuentos de los morfotipos fitolíticos de cada asociación

	3289	3290	3291	3292	3293	3294	3295	3296	3297	3298	3299	3300	3301
Ac07	1	11	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	1
Ac01	2	3	3	0	4	4	3	5	5	7	3	6	0
Ac05	7	13	13	7	11	8	10	16	10	8	12	10	13
Ac04	5	11	7	3	10	11	5	6	0	6	4	4	4
Ac06	2	4	0	12	3	6	2	1	4	0	0	2	4
Ac02	5	7	8	6	4	0	10	2	11	2	3	3	7
Ac11	4	4	3	8	0	2	2	4	3	0	2	4	2
Ac12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Ac13	0	1	0	0	0	0	0	2	5	2	0	0	0
Ac14	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ac08	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Ac15	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Ac09	12	6	13	11	7	15	6	12	10	7	13	7	11
Ac10	12	2	2	0	3	0	9	0	4	7	4	2	5
As01	2	1	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0
Br04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Br03	0	1	0	0	0	1	1	4	0	0	0	1	0
Br01	4	9	5	0	2	3	5	9	8	3	2	4	4
Br02	5	8	2	6	8	6	4	4	5	6	5	6	5
Ch01	5	3	7	11	7	6	11	2	5	4	8	10	5
Do01	21	13	26	31	24	19	14	2	22	20	12	17	17
Do06	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Do04	4	2	4	0	2	3	3	0	2	1	1	4	2
Do02	13	4	10	10	6	3	13	7	5	8	2	8	6
Do03	1	0	0	2	2	8	0	1	5	0	0	1	1
Do05	6	5	6	5	6	4	4	0	2	1	8	4	7
Du03	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Du02	0	5	6	0	0	3	4	0	3	0	4	2	2
Du04	6	3	0	0	2	0	0	3	2	0	0	4	2
Ha01i	12	11	6	20	16	11	12	10	8	7	10	11	7
Ha02	4	1	8	0	2	6	3	2	2	1	2	2	2
Ha15	6	11	7	0	0	1	0	9	0	0	2	0	0
Ha13	9	4	6	2	3	2	1	4	7	2	2	2	2
Ha03	5	4	1	5	5	2	8	4	0	0	3	0	0
Ha16	3	3	0	6	5	3	2	3	2	6	1	3	2
Ha04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2

Ha06	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	2	2	0
Ha05	4	0	4	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4
Ha12	3	2	3	3	0	4	5	0	4	0	4	0	2
Ha14	0	0	0	3	0	2	2	3	0	2	2	0	2
Ha08	2	4	0	2	9	3	5	6	5	2	2	0	4
Ha17	0	1	1	4	4	1	3	4	8	6	5	0	1
Ha07	3	3	0	3	3	2	8	8	3	0	6	1	2
Ha11	2	8	0	8	2	3	3	2	2	7	0	4	3
Ha10	3	9	2	10	13	7	16	14	10	12	6	10	6
Ha09	10	7	11	19	7	5	10	13	7	13	9	13	16
Ha18	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0
Sx01	3	7	7	4	5	4	9	4	5	10	3	4	3
Sx05	1	0	0	2	0	3	0	0	2	4	2	0	0
Sx03	8	2	4	4	10	11	14	1	11	12	17	7	1
Sx04	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	4	0
Sx02	15	15	28	11	23	9	13	16	29	16	20	28	11
Fl01	0	0	0	0	2	0	0	3	1	0	6	2	0
Fl02	4	0	0	7	2	2	8	3	2	2	9	4	7
Fl03	3	3	3	4	4	4	6	0	4	0	4	0	2
Fl04I	0	2	3	0	1	1	0	0	0	2	0	0	4
Fl05	3	8	2	5	5	6	3	11	7	6	4	7	4
Fl06	10	10	6	9	6	13	6	9	11	9	4	10	10
Fl07	0	0	2	2	0	4	0	0	6	0	0	2	0
Fl09	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fl10	0	0	0	0	2	6	0	3	2	2	2	2	3
G102	0	2	3	4	3	1	0	2	0	0	4	2	2
G103	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	2
G104	6	6	8	8	12	10	6	3	9	2	10	7	22
G105	1	0	2	2	0	0	2	0	0	3	0	0	0
Lb01	1	0	0	2	0	2	0	2	0	0	1	5	2
Mg01	0	3	0	0	3	2	0	3	2	2	2	2	4
Mp01	4	5	0	5	5	10	13	4	10	6	4	15	0
Mp02	0	1	0	0	0	2	0	2	2	0	0	2	0
Mp03	9	3	8	14	12	16	9	5	2	10	13	8	12
Mp04	10	3	2	7	8	5	3	6	2	15	5	5	10
Mp05	5	1	0	2	0	0	0	2	5	2	2	4	3
Mp06	3	1	2	0	4	0	2	0	4	0	5	3	2
Mp07	6	6	7	2	2	1	3	0	2	4	2	1	0
Mp08	10	12	10	10	9	6	6	12	11	24	10	12	10
Mp11	1	3	2	7	0	0	4	0	4	0	0	0	0
Mp09	27	19	22	24	30	25	30	18	14	32	26	17	31

Mp10	0	3	2	8	0	0	0	2	3	2	2	4	0
Sn04	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Mh01	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Mi03	2	0	0	0	8	4	5	0	0	0	0	2	2
Mi01	19	15	21	14	29	16	20	14	18	15	24	23	17
Mi02	7	6	5	9	2	3	7	12	6	9	6	4	2
Mx01	2	7	12	13	4	5	4	4	10	5	4	6	0
Mx04	3	3	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0
Mx03	3	7	6	9	5	9	7	6	8	8	9	4	2
Mx02	8	13	6	19	14	14	12	21	12	11	15	14	22
Oc01	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
Oc02	2	4	4	0	0	0	2	2	2	0	6	2	2
Oc03	2	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0
Sn01	1	0	0	2	0	2	0	2	0	0	3	5	0
Pi03	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Pi01	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Pi05	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ph01	2	1	0	0	4	0	2	0	0	0	2	0	2
Ph02	10	4	10	4	3	5	7	2	10	8	4	2	2
Ph05	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ph03	1	2	15	2	6	4	5	4	4	7	2	4	4
At02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ro04	2	2	14	6	0	4	5	5	9	9	2	5	9
Ro02	8	2	4	3	5	1	4	8	11	5	5	6	2
Ro01	16	5	8	9	1	6	10	8	6	3	3	6	8
Ro03	8	3	7	6	10	4	7	4	8	4	6	7	3
Sc03	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Sc04	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sc02	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Sc01	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Ct09	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Ct06	5	0	0	0	0	0	2	0	3	2	0	2	2
Ct01	12	8	7	4	2	10	10	6	6	7	4	6	10
Ct02	4	4	0	1	3	0	0	4	1	4	4	9	2
Ct03	5	5	5	7	3	7	19	9	7	2	6	0	11
Ct04	1	1	6	5	0	2	0	1	2	0	4	6	4
Ct05	6	7	5	7	0	5	3	0	0	7	4	4	4
Ct07	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ct08	2	0	0	6	0	6	4	0	4	0	0	0	2
Ct10	4	8	0	3	2	0	9	5	0	0	2	4	2

Apéndice II

Tanto para los valores acumulativos utilizados en los distintos diagramas como para establecer la afinidad botánica de los elementos fitolíticos se aplicaron las siguientes abreviaturas, las cuales se conformaron agrupando los morfotipos que fueron contados en cada muestra (acrónimos de morfotipos *sensu* Patterer *et al.* 2011; Zucol *et al.* 2012):

C: en forma de cruz (Ch01 y Ch02). = *Panicoideae p.p.*

HaB: Halterios bilobados (Ha01, Ha02, Ha03, Ha04, Ha05, Ha06, Ha07, Ha08, Ha10, Ha11, Ha12 y Ha13) = *Panicoideae p.p.*;

HaP: Halterios polilobados (Ph01, Ph02, Ph03 y Ph04) = *Panicoideae p.p.*

HaG: Halterio globoso (Ha09) = *Chloridoideae p.p.*

SM: En forma de silla de montar (Do01, Do02, Do03, Do04 y Do05) = *Chloridoideae p.p.*

HaAq: *Stipoideae* : fitolitos en forma de elemento aquillado (Mh01).

Pobr: *Pooideae*: *Bromeae*: fitolitos de contorno oblongo, festoneado (Oc01, Oc02 y Oc03).

Poo = *Pooideae*: *Pooae*: fitolitos de contorno redondeados (Ro01 y Ro02), rectangulares (Ro03) en forma de media luna (Ro04) y *Poob*: en forma de bote (Sc01 y Sc02).

Cr: en forma de conos truncados (St01, St02, St03, St04, St05, St06, St07, St08, St09 y St10) = *Arundinoideae*.

Ory: *Oryzoideae*: fitolitos en forma de cruz lobulada (Ch03) y prismáticos de vértices agudos (Br04).

Cyp = *Cyperaceae* : *Cypr*: fitolitos radiados (As01), *Cypel*: elongados (Mp01 y Mp06), *Cypco*: en forma de conos (Pi01, Pi02, Pi03, Pi04, Pi05 y Pi06) y *Cypp*: placas penta y hexagonales (Pg01).

Glb: *Globulares*: fitolitos globulares lisos (Gl03 y Gl05), espinosos = *Arecaceae* (Gl02 y Gl04) o con otra ornamentación incluyendo rugosos (Gl01). *GlbG*: elementos globulares grandes de superficie lisa (Mg01).

Lob.: *Dicotiledónea*: fitolitos planos de contorno lobulado (Lb01)

Ag: *Aguzados*: fitolitos aguzados (Ac01, Ac02, Ac03, Ac04, Ac05, Ac06, Ac07, Ac08, Ac09 y Ac10).

Elongados: fitolitos elongados prismáticos: pequeños *Elp* (Br01, Br02 y Br03), medianos *Elm* (Mi01 y Mi02) o grandes *Elg* (Mp02, Mp03, Mp04, Mp05, Mp06, Mp07, Mp08, Mp09, Mp10, Mp11, Np01, Np02 y Np03),

Fitolitos originados en *células buliformes*: Fitolitos en forma de abanico *Ab* (Fl01, Fl02, Fl03, Fl04, Fl05, Fl06, Fl07, Fl08 y Fl09); o Poliédricos: Poliédricos pequeños *Pp* (Mx01, Mx02, Mx03 y Mx04) o Poliédricos grandes *Pg* (Sx01, Sx02, Sx03, Sx04 y Sx05).

EC: *Elem. de conducción*: fitolitos originados a partir de elementos del tejido de conducción (Du01, Du02, Du03 y Du04).

Podostemaceae : fitolitos elongados irregulares (Ln01, Ln02, Ln03 y Ln04).

Apéndice III

Índices obtenidos a partir de las abundancias relativas de los siguientes elementos fitolíticos (según los grupos detallados en Apéndice II):

Índice de temperatura (IT) = *Chloridoideae* + *Panicoideae* / *Panicoideae* + *Chloridoideae* + *Pooideae*)

Índice de humedad (IH) = *Panicoideae* / *Chloridoideae* + *Panicoideae*)

Índice de estrés hídrico: (ISH) = fitolitos de células buliformes (fitolitos en forma de abanico + poliédricos) + *Chloridoideae* / *Panicoideae* + *Chloridoideae* + *Pooideae* + *Cyperaceae* + *Podostemaceae* + fitolitos de células buliformes)

Índice indicador de vegetación de ambientes terrestres y acuáticos (ITH) = *Cyperaceae* + *Podostemaceae* + *Oryzoideae* / *Cyperaceae* + *Podostemaceae* + *Oryzoideae* + *Chloridoideae* + *Panicoideae* + *Pooideae* + *Stipoideae*)

Índices de abundancia de dicotiledóneas (Idicot) = *Dicot* (Lob + Gl lisos) / *Panicoideae* + *Chloridoideae* + *Pooideae* + *Cyperaceae*+ *Dicot* + *Arecaceae*

Índices de abundancia de *Arecáceas* (Ipalm) = *Arecaceae* (Gl espinosos) / *Panicoideae* + *Chloridoideae* + *Pooideae* + *Cyperaceae*+ *Dicot* + *Arecaceae*

BIBLIOGRAFÍA

- Albeck, M. E., L. Lupo, M. Maloberti, M. Pigoni, J. Zapatiel, A. Korstanje y P. Cuenya
2008. An Interdisciplinary approach for Coctaca: stimulating results for the comprehension of an ancient agricultural complex. En M. Osterrieth, M. Fernández Honaine y N. Borrelli (eds.); *7th International meeting on phytolith research. 4th Southamerican meeting on phytolith research. Abstracts*: 59. Mar del Plata.
- Assandri, S. B.
2006. Técnicas de análisis espacial de la Cultura La Aguada en el valle de Ambato, Catamarca, Argentina. En M. A. Costa y A. Llagostera (eds.), *Actas de la IV Mesa Redonda: La Cultura de La Aguada y su Dispersión*,: 107-126. San Pedro de Atacama. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Universidad Católica del Norte.
2007. Procesos de complejización social y organización espacial en el Valle de Ambato, Catamarca, Argentina. Tesis de Maestría en Arqueología. Universidad Internacional de Andalucía. España. Ms.
- Assandri, S. B. y A. Laguens
2003. Asentamientos aldeanos Aguada en el valle de Ambato. *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, vol. 3: 31-40. Córdoba.
- Babot, M. P.
2001. La molienda de vegetales almidonosos en el noroeste argentino prehispánico. En *XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología. Buenos Aires, Asociación Paleontológica Argentina. Publicación especial 8*: 59-64.
2011. Cazadores-recolectores de los andes centro-sur y procesamiento vegetal. Una discusión desde la puna meridional argentina (ca. 7.000–3.200 años AP). *Chungara, Revista de Arqueología Chilena* 43, Número especial: 413-423.
- Babot, M. P. y M. C. Apella
2003. Maize and bone: Residues of grinding in Northwestern Argentina. *Archaeometry* 45 (1): 121-132.
- Babot, M. P., P. S. Escola y S. Hocsman
2008a. Microfósiles y atributos tecno-tipológicos: Correlacionando raederas de módulo grandísimo con sus desechos de talla de mantenimiento en el Noroeste Argentino. En M. A. Korstanje y M. P. Babot (eds.), *Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos y de otros microfósiles*: 187–200. Oxford. BAR International Series S1870.
- Babot, M. P., S. Hocsman y G. R. Cattáneo
2008b. Microfossils for assessing the use as projectile points or knives of archaeological artefacts from Quebrada Seca 3 site, Southern Argentinean Puna (ca. 5000–4500 years BP). En M. Osterrieth, M. Fernández Honaine y M. Borrelli (eds.), *7th International meeting on phytolith research. 4th Southamerican meeting on phytolith research. Abstracts*: 60. Mar del Plata.
- Babot, M. P., N. Oliszewski y A. Grau
2007. Análisis de caracteres macroscópicos y microscópicos de *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae, Faboideae) silvestres y cultivados del Noroeste Argentino: Una aplicación en arqueobotánica. *Darwiniana* 45(2): 149-162.
- Bonomo, M., M. M. Colobig, E. Passeggi, A. F. Zucol y M. Brea
2011. Multidisciplinary studies at Cerro Tapera Vázquez Site, Pre-Delta National Park, Argentina: The archaeological, sedimentological and paleobotanical evidence. *Quaternary International* 245: 48-61.

- Bonomo, M., A. F. Zucol, B. Gutiérrez Téllez, A. Coradeghini y M. S. Vigna
2009. Late Holocene palaeoenvironments of the Nutria Mansa 1 Archaeological Site, Argentina. *Journal of Paleolimnology*, 41 (2): 273-296.
- Bremond, L., A. Alexandre, O. Peyron y J. Guiot
2005. Grass water stress estimated from phytoliths in West Africa. *Journal of Biogeography* 32(2): 311-327.
- Cabrera, A.
1976. *Regiones fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, vol. 1. Buenos Aires, ACME.
- Cabrera, A., J. Yepes y M. Doello Jurado
1947-1950. *Zoogeografía de la Argentina. Geografía de la República Argentina*, GAEA, t. VIII: 347-483. Buenos Aires, CONI.
- Coil, J., M. A. Korstanje, S. Archer y C. A. Hastorf
2003. Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 30: 991-1008.
- Cortella, A. R. y M. L. Pochettino
1990. South American grain chenopods and Amaranths: A comparative morphology of starch. *Starch* 42(7-8): 251-255.
1994. Starch grain analysis as a microscopic diagnostic feature in the identification of plant material. *Economic Botany* 48(2): 171-181.
- Dantas, M.
2010. Arqueología de los animales y procesos de diferenciación social en el valle de Ambato, Catamarca, Argentina. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Figueroa, G. G.
2008. Los sistemas agrícolas del valle de Ambato, Catamarca, siglos VI a XI d.C. *Intersecciones en Antropología* 9: 313-317.
2010. Organización de la producción agrícola en contextos sociales no igualitarios: El caso del valle de Ambato, Catamarca, entre los siglos VII y XI d.C. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
2013. Estrategias productivas en Aguada de Ambato (Catamarca, Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 38(1): 111-135.
- Figueroa, G. G. y M. Dantas
2012. Estudios etnográficos, prácticas agrícolas y dieta óptima, en el valle de Ambato, Catamarca, Argentina, siglos VI al XI d.C. *Arqueología Iberoamericana* 14: 17-31. [en línea], [consultado el: 10-8-2012]
Disponible en: <http://www.laiesken.net/arqueologia/archivo/2012/14/2.html>
- Figueroa, G. G., M. Dantas y A. G. Laguens
2010. Prácticas agropastoriles e innovaciones en la producción de plantas y animales en los Andes del Sur. El valle de Ambato, Argentina, Primer milenio d.C. *International Journal of South American Archaeology*, 7: 6-13.
2015. Producción de alimentos y diferenciación social en el valle de Ambato, Catamarca, Argentina (siglos VI al XI d.C.). Una contribución a la problemática a través del estudio de silicofitolitos d.C. *Arqueología Iberoamericana* S1: 3-15. [en línea], [consultado el: 29-4-2015]
Disponible en: <http://www.laiesken.net/arqueologia/archivo/2015/S1/1>

González, A. R.

1998. *Cultura La Aguada. Arqueología y diseños*. Buenos Aires, Filmediciones Valero.

Grimm, E. C.

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.

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, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan

2007. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.

Holst, I., J. E. Moreno y D. R. Piperno

2007. Identification of teosinte, maize, and *Tripsacum* in Mesoamerica by using pollen, starch grains and phytoliths. *PNAS* 104: 4517608-17613.

Horrocks, M.

2005. A combined procedure for recovering phytoliths and starch residues from soils, sedimentary deposits and similar materials. *Journal of Archaeological Science* 32: 1169-1175.

ICSN. The International Code for Starch Nomenclature

2011. *The International Code for Starch Nomenclature*. [en línea] [consultado el: 15-06-2014]

Disponible en: <http://www.fossilfarm.org/ICSN/Code.html>.

Korstanje, M. A.

2014. Multiple Microfossil Extraction in Environmental Archaeology. Encyclopedia of Global Archaeology. Springer [en línea], [consultado el: 10-08-2014].

Disponible en: <http://www.springerreference.com/docs/html/chapterdbid/401485.html>

Korstanje, M. A. y M. P. Babot

2007. Microfossils characterization from south Andean economic plants. En M. Madella y D. Zurro (eds.), *Plants, people and places. Recent studies in phytolith analysis*: 41-72. Oxford, Oxbow books.

Korstanje, M. A. y P. Cuenya

2008. Arqueología de la agricultura: suelos y microfósiles en campos de cultivo del valle del Bolsón, Catamarca, Argentina. En M. A. Korstanje y P. Babot (eds.), *Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos y de otros microfósiles*, 9: 133-148. Oxford. BAR (British Archaeological Reports) International Series S1870.

2010. Ancient agriculture and domestic activities in north-western Argentina: a contextual approach studying silica phytoliths and other microfossils in soils. *Journal of Environmental Archaeology* 15(1): 43-63.

Laguens, A. G.

2004. Arqueología de la diferenciación social en el valle de Ambato, Catamarca, Argentina (s. II-VI d.C.): El actualismo como metodología de análisis. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXIX: 137-161.

2006. Continuidad y ruptura en procesos de diferenciación social en comunidades aldeanas del valle de Ambato, Catamarca, Argentina (s. IV-X d.C.). *Chungara, Revista de Arqueología Chilena* 38 (2): 211-222.

Lema, V., A. Capparelli y M. L. Pochettino

2008. Taxonomic identification of dry and carbonized archaeobotanical remains of Cucurbita species through seed coat micromorphology. *Vegetation History and Archaeobotany* 17 (1): 277-286.

Lindskoug, H. B.

2013. Cenizas de desintegración - análisis de residuos de combustión de contextos finales de Aguada de Ambato, Catamarca, Noroeste, Argentina. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.

Marconetto, M. B.

2006. Casas de Fuego. Análisis antracológico de los restos de techos carbonizados del sitio Piedras Blancas (depto. Ambato, provincia de Catamarca, Argentina). En M. A. Costa y A. Llagostera (eds.), *IV Mesa Redonda: La Cultura de La Aguada y su Dispersión*: 19-28. San Pedro de Atacama. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Universidad Católica del Norte.

2008. *Recursos forestales y el proceso de diferenciación social en tiempos prehispánicos en el valle de Ambato, Catamarca, Argentina*. Oxford. British Archaeological Reports S1785, South American Archaeology Series n° 3.

Martínez, G. A., D. L. Mazzanti, C. Quintana, A. F. Zucol, M. M. Colobig, G. S. Hassan, M. Brea y E. Passeggi

2013. Geoarchaeological and paleoenvironmental context of the human settlement in the Eastern Tandilia Range, Argentina. *Quaternary International* 299 (2013): 23-37.

Morláns, M. C.

2009. *Regiones Naturales de Catamarca, Provincias geológicas y provincias fitogeográficas*. Área de Ecología. Universidad Nacional de Catamarca. Editorial Científica Universitaria.

Nalepka, D. y A. Walanus

2003. Data processing in pollen analysis. *Acta Paleobotanica* 43 (1): 125-134.

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.

Pearsall, D. M.

2000. *Paleoethnobotany: A Handbook of Procedures*. New York. Academic Press.

Pearsall, D. M., K. Chandler-Ezell y J. A. Zeidler

2004. Maize in ancient Ecuador: results of residue analysis of stone tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science*: 31: 423-442.

Pérez Gollán, J. A.

1991. La Cultura de la Aguada vista desde el valle de Ambato. *Publicaciones del CIFYH, Arqueología* 46:157-174.

Piperno, D. R.

2006. Phytoliths. *A comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Oxford. Altamira Press.

Piperno, D. R. y K. E. Stothert

2003. Phytolith Evidence for Early Holocene Cucurbita Domestication in Southwest Ecuador. *Science* 299 (5609): 1054-1057.

Pochettino, M. L.

2000. Informe técnico de determinación de vegetales. Copia disponible en Museo de Antropología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Ms.

Ponce L. A.

2004. Técnicas de muestreo y análisis sedimentológico de sitios arqueológicos en la costa norte de la Isla Navarino, XII Región de Magallanes. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* Volumen Especial: 1049-1054.

Twiss, P. C.

1992. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths, En G. Rapp Jr. y S. C. Mulholland (eds.), *Phytoliths Systematics: Emerging Issues* (Advances in Archaeological and Museum Science), vol. 1: 113-128. New York. Plenum Press.

Wurschmidt, A. y M. A. Korstanje

1999. Maíz en la cocina: primeras evidencias de fitolitos en sitios arqueológicos del NO Argentino. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*. 18: 457-468.

Zucol, A. F., M. Brea y E. Passeggi

2008. Los Estudios Fitolíticos en América del Sur, una Visión Retrospectiva. En A. Korstanje y P. Babot (eds.), *Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos y de otros microfósiles*, 9: 3-21. Oxford, BAR International Series S1870.

Zucol, A. F., M. Brea y E. Bellosi

2010 a. Phytolith studies in Gran Barranca (Central Patagonia, Argentina) focused in the Middle Eocene. En R. H. Madden, A. A. Carlini, M. G. Vucetich y R. F. Kay (eds.), *The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia*, 22: 313-336. Cambridge, Cambridge University Press.

Zucol, A. F., G. G. Figueroa y M. M. Colobig

2012. Estudio de microrrestos silíceos en sistemas de aterrazamiento del primer milenio d.C. en el valle de Ambato (Andes del Sur), Catamarca, Argentina. *Intersecciones en Antropología* 13: 163-179.

Zucol, A. F., E. Passeggi, M. Brea, N. I. Patterer, M. G. Fernández Pepi y M. M. Colobig

2010b. Phytolith analysis for the Potrok Aike Lake Drilling Project: Sample treatment protocols for the PASADO Microfossil Manual. En H. Corbella y N. I. Maidana (eds.), *1ª Reunión Internodos del Proyecto Interdisciplinario Patagonia Austral y 1er Workshop Argentino del Proyecto Potrok Aike Maar Lake Sediment Archive Drilling Project*: 81-84. Buenos Aires. Proyecto Editorial PIPA.