

9. Historia, Regiones, y Fronteras

Primera aproximación a la identificación de microrrestos biosílices de interés arqueológico en Yasyamayo (Santa María-Tucumán-Argentina)

Lefebvre, M. Gisela.¹

Orientador: Colobig, M. de los Milagros.²

Laboratorio de Geoarqueología. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. UNT¹. Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP)²

[1gisela_lefebvre_2005@hotmail.com](mailto:gisela_lefebvre_2005@hotmail.com), [2mmcolobig@yahoo.com.ar](mailto:mmcolobig@yahoo.com.ar)

Resumen

El análisis de fitolitos brinda información para interpretar la diversidad de vegetales en un ambiente y para reconstruir pautas prehispánicas de cómo se han manejado los cultivos y el crecimiento de determinados grupos vegetales vinculados al desarrollo humano. Los sectores agrícolas prehispánicos de los valles Calchaquíes ofrecen excelentes condiciones para el análisis y la reconstrucción de la evolución temporal de la vegetación en ambientes semiáridos altamente disturbados (zonas ocupadas con fines agrarios) desde el Formativo (*ca. 100-1000 DC*) hasta el período Hispano-Indígena (1535-1700 dC). El objetivo de la presente investigación es realizar la primera comparación entre los microrrestos vegetales recuperados de un perfil localizado en una terraza de cultivo del período de Desarrollos Regionales (*ca. 1000-600 AP*) y los de un sector marginal al área de ocupación de la localidad de Yasyamayo (valle de Santa María, Tucumán, Argentina). Se extrajeron muestras de dos perfiles: uno antropizado Y-P4 (Yasyamayo, perfil 4) y un perfil testigo en un sector no antropizado de la misma unidad geomorfológica, Y-P1 (Yasyamayo, perfil testigo) ubicados ambos en la misma unidad geomorfológica. Como resultado de la presente investigación se constató que el perfil testigo presenta una escasa variabilidad de fitolitos y mayor homogeneidad a lo largo del mismo. Se pueden diferenciar formas bilobadas, afines a *Panicoideae* que indican condiciones templado- cálidas y se disponen en toda la secuencia. En el perfil antrópico hay mayor variabilidad fitolítica, con dos picos de aumento observables en los fitolitos bilobados, lo cual coincide con las ocupaciones humanas. La capa superficial del perfil presenta fitolitos diagnósticos *Chloridoideae*, típicos de ambientes áridos.

Palabras claves: microrrestos, valle Calchaquí, perfiles edáficos.

Introducción

El análisis de fitolitos brinda información para interpretar la diversidad de vegetales en un ambiente y para reconstruir pautas prehispánicas de cómo se han manejado ciertos cultivos o propiciado el crecimiento y distribución de determinados grupos vegetales muy vinculados al desarrollo humano, como es el caso de los cereales, pseudocereales, leguminosas, palmeras y distintas especies leñosas.

Los fitolitos son altamente resistentes y tienen baja tasa de deterioro en los sedimentos arqueológicos, lo que permite la identificación de vegetales. Se conservan en estructuras de combustión, en cuencos utilizados para la cocción de alimentos, entre otros (Zurro, 2006). Su gran resistencia también les permite perdurar en secuencias estratigráficas del Cuaternario (Piperno, et al., 2007; Capdepont, et al., 2005, Piperno y Jones, 2003). Esta propiedad resulta de gran importancia para el estudio de las prácticas agrícolas llevadas a cabo por sociedades pasadas y cómo estas afectaron el paisaje a lo largo del tiempo, considerando que la recuperación de otros restos arqueobotánicos posee una limitación principal: su gran predisposición a los procesos de deterioro (Buxó, 1997).

Los sectores agrícolas prehispánicos de los valles Calchaquíes ofrecen condiciones inmejorables para el análisis y la reconstrucción de la evolución

temporal de la vegetación en ambientes semiáridos altamente disturbados, especialmente considerando que fueron zonas intensamente ocupadas con fines agrarios desde el Formativo (ca. 100-1000 DC) hasta el período Hispano-Indígena (1535-1700 dC) (Sosa, 1996/1997, 2001; Ledesma et al. 2010; Sampietro Vattuone y Neder 2011; Roldán, 2012; Sampietro Vattuone et al. 2012; Álvarez Larrain y Lanzelotti, 2013; Roldán et al., 2014; Lanzelotti y Buzai, 2015; Maldonado, 2016; entre otros), para luego ser abandonadas y ser sometidas a un uso esencialmente ganadero extensivo.

El objetivo de la presente investigación es realizar la primera comparación entre los microrrestos vegetales recuperados de un perfil localizado en una terraza de cultivo del período de Desarrollos Regionales (ca. 1000-600 AP) y los de un sector marginal al área de ocupación de la localidad de Yasyamayo (valle de Santa María, Tucumán, Argentina).

Área de estudio

Yasyamayo se encuentra ubicado en el piedemonte occidental de Cumbres Calchaquíes (Sampietro y Neder, 2011), en la porción tucumana del valle de Santa María. En un nivel intermedio de glaciares pleistocenos producto de la acumulación de flujos de detritos de alta competencia con matriz limosa y bloques de tamaño diverso posteriormente glaciplanados (Fig.

1) (Sampietro Vattuone et al, 2016). Los asentamientos arqueológicos pertenecen al Período de Desarrollos Regionales (Sampietro Vattuone et al., 2012).

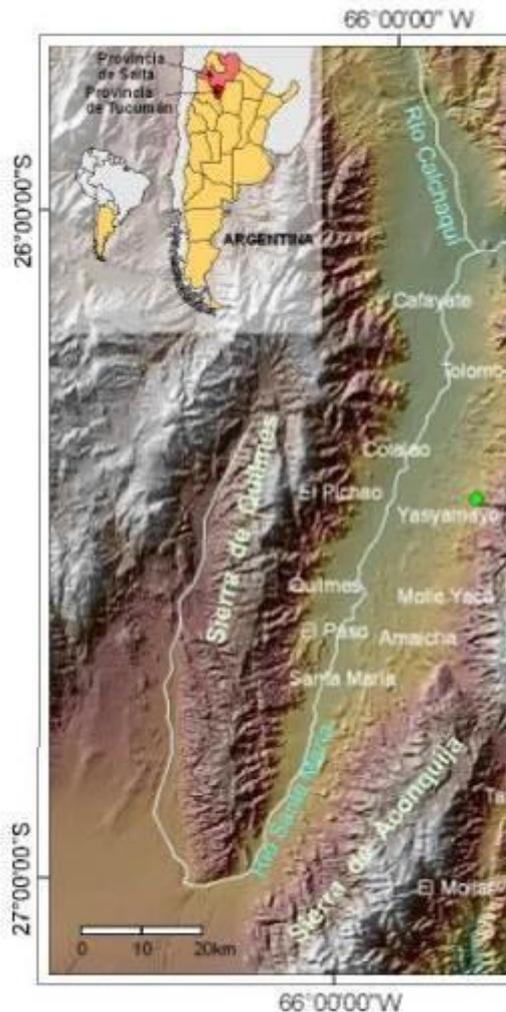


Fig. 1. Ubicación del área de estudio. (Tomado de Sampietro Vattuone et al., 2016 con modificaciones).

Estudios previos muestran la existencia de construcciones agrícolas de tres tipos: *terrazas*, *despedres* y *unidades circulares aisladas*. Las *terrazas* están construidas con técnica de piedra seca, son muros simples de hasta 60 cm de alto

desde su base. Las paredes sobresalen unos 30 cm por encima del nivel del suelo aguas arriba de la pared. Se encuentran asentadas 10 cm bajo la que fue la superficie de cultivo en el pasado, sin cimentaciones de ningún tipo (Sampietro Vattuone et al., 2016). Los análisis de suelo realizados en las zonas agrícolas indican que los perfiles naturales son más arenosos y tienen menor concentración de nutrientes que los agrícolas. Además poseen mayor %MO (Materia Orgánica) pero menos concentración de micro nutrientes disponibles. La variabilidad entre los perfiles agrarios es mayor que entre los naturales (Roldán, 2014; Sampietro Vattuone et al., 2016). Las texturas más finas del suelo de Yasyamayo favorecen la retención de micronutrientes y su biodisponibilidad aún en el caso de que el uso agrario haya disminuido la cantidad porcentual de materia orgánica (Roldán 2014).

Vegetación

A nivel regional, la vertiente occidental de cumbres calchaquíes tiene un clima de tipo desértico, con una temperatura promedio anual de 18°C y una precipitación promedio anual de 250 mm (la mayoría cae en el verano) (Perea, 1995). El paisaje es de tipo semiárido, caracterizado por cardones, árboles y arbustos bajos, espinosos y adaptados al desierto (Cabrera, 1976). Fitogeográficamente, la zona comprende

cuatro regiones: Monte, Prepuna, Puna y Altoandina (Cabrera, 1971). Esta diversidad de ambientes se expresa en un conjunto de comunidades vegetales divididas en estratos, a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar. Entre los 1800 y 2400 msnm se encuentra el bosque intermontano de galería y la estepa arbustiva del monte que ocupan el 60% de la superficie total del valle. Entre los 2400 y los 3000 msnm están las comunidades gramíneas y estepa arbustiva con cactáceas y bromeliáceas en cojín. A los 3700 msnm se desarrollan pajonales, y por último a los 4600 msnm se extienden comunidades gramíneas altoandinas (Escudero Martínez, 1991; Perea, 1991). Perea (1995) realizó la descripción de la vegetación del área, donde las especies más destacadas son: *Zuccagnia punctata*, *Bulnesia schickendantzii*, *Prosopis torquata*, *Atriplex lampa*, *Suaeda divaricata*, *Acacia visco*, *Schinus molle*, *Salix humboldtiana*, *Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*, *Prosopis* sp., *P. flexuosa*, *P. chilensis*, *P. alba* y *P. nigra*.

Antecedentes

Desde el punto de vista ambiental se lograron importantes avances para la reconstrucción de los cambios ambientales a lo largo del tiempo en diversos puntos del planeta y de la República Argentina (p.e. Buxó 2006; Erra, 2009; Umazano et al., 2010; Patterer

et al., 2011; Gutierrez-Ayala et al., 2012, entre otros). Sin embargo, no se realizaron estudios de este tipo en los valles Calchaquíes, donde las reconstrucciones paleoambientales y agrícolas son escasas (Williams et al., 2010; Peña Monné et al., 2015; Sampietro Vattuone et al., 2016;).

En el Noroeste Argentino, los antecedentes relacionados a microfósiles se aplicaron en algunos sitios arqueológicos con el objeto principal de determinar las especies cultivadas localmente. Korstanje y Cuenya (2008) identificaron en sedimentos extraídos de terrazas agrícolas microfósiles vegetales pertenecientes a las familias Chenopodiaceae, Solanaceae, Cucurbitaceae y Basellaceae. En las terrazas agrícolas con dos paredes laterales encontraron una gran cantidad de almidones circulares medianos del tipo *Zea mays* sp. (Maíz). Williams et al. (2010) sobre muestras de sedimentos de terrazas agrícolas destacan, en el Valle Calchaquí Medio, la ausencia de silicofitolitos y almidones de maíz y en general la presencia de fitolitos de Poáceas es muy escasa. En algunas muestras los gránulos de almidón de tubérculos (afines a *Solanum tuberosum*) son muy frecuentes. Zucol et al. (2012) realizaron el estudio de distintos tipos de microfósiles vegetales en la zona de Ambato (Los Varela, provincia de Catamarca, Argentina) como así

también del ambiente de desarrollo de las culturas en estudio. Las asociaciones de microrrestos estuvieron mayoritariamente compuestas por fitolitos, con un marcado predominio de los fitolitos no articulados (disociados en distintos tipos de sustratos). Los fitolitos observados son principalmente de gramíneas con escasa presencia de ciperoides, arecoides y de afinidad dicotiledónea. Continuación del trabajo anterior en la misma zona de estudio, Zucol et al. (2015) establecen una clara abundancia de fitolitos megatérmicos (tanto panicoides como chloridoide y cruces) y menor abundancia de los microtérmicos (poooides y estipoides) y mesotérmicos (danthonioides). Además constatan la presencia de granos de almidón que 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 antecedentes en la temática, si bien escasos dada la juventud del tema, son promisorios para la resolución de múltiples problemáticas agrarias prehispánicas. Además de lo directamente relacionado como la identificación en las terrazas agrarias de las plantas cultivadas, se suma la posibilidad de inferir a través de esta línea de evidencia las modificaciones introducidas por los grupos humanos para la adecuación de los

campos de cultivo con el desmalezado y presión selectiva sobre las plantas silvestres *in situ*.

Metodología

En primera instancia se realizó una revisión bibliográfica del tema con especial énfasis en evidencia de microrrestos. Luego se realizó la prospección del valle de Santa María (Tucumán) para seleccionar puntos representativos de explotación agraria del periodo considerado. Se extrajeron muestras mediante excavaciones arqueológicas de dos perfiles: uno antropizado con una potencia de 64 cm, al que se nombró con la sigla Y-P4 (Yasyamayo, perfil 4) ubicado en el centro de una estructura agrícola en la zona media del glacis Nivel 2 Yasyamayo, y del cual se tomaron 5 muestras cada 10 cm aproximadamente. Paralelamente se excavó un perfil testigo en un sector no antropizado de la misma unidad geomorfológica. Este último para obtener una referencia que permita establecer un patrón comparativo. El mismo contaba con una potencia también de 60 cm y se denominó con la sigla Y-P1 (Yasyamayo, perfil testigo) ubicado en la zona apical de la misma unidad geomorfológica. De este se extrajeron 6 muestras tomadas cada 10 cm (Fig. 2). A continuación se procesaron las muestras de sedimentos y se realizó el tratamiento preliminar de acuerdo a Zucol, et al. (2010); los análisis se centraron en

la fracción de 4 a 250 μm de diámetro (de arcillas gruesas a arenas finas) separándola densimétricamente por centrifugado con politungstato de sodio (dens. 2,3) como líquido pesado (Bertoldi de Pomar, 1976). El material resultante se montó para su observación microscópica.

Los fitolitos fueron determinados según clasificaciones morfológicas modificadas de acuerdo a Twiss et al. (1969), Bertoldi de Pomar (1971), Twiss (1992), Kondo, et al. (1994), Zucol (1996) y los descriptores propuestos por ICPNWG (2005). La cuantificación se hizo sobre el recuento de 400 fitolitos aproximadamente por muestra y realizaron diagramas fitolíticos utilizando POLPAL (Walanus y Nalepka 2002; Nalepka y Walanus 2003).

Resultados

El perfil testigo Y-P1 (26° 27' 55" S, 65° 50' 04" O; 2233 msnm) presenta elevada abundancia de microrrestos silíceos en todas sus muestras, principalmente asociados a diatomeas. En cuanto a la distribución, los elementos fitolíticos están dispuestos de manera uniforme en todas las muestras, compartiendo una elevada presencia de los siguientes morfotipos: elementos aguzados (Ac01, Ac02), bilobados (Ha01, Ha14), flabeliformes (FI05, FI06), elongados (Mp03, Mp09 y Mp10) y conos truncados (Ct10). En las muestras superficiales se pueden diferenciar otras

formas como elementos de conducción (Du02), halterios bilobados (Ha10, Ha13), conos truncados (Ct07 y Ct09) y elementos poliédricos (Sx03). Ambas muestras, Y-P1 C6, Y-P C5, contienen conos truncados del tipo Ct01 y Ct02 y poliédricos Sx03. Las muestras Y-P1 C4, Y-P1 C3 presentan elementos aguzados Ac04 y conos truncados Ct01. Las capas C2 y C1 del mismo perfil, presentan una asociación fitolítica constituida por conos truncados del tipo Ct07, poliédricos Sx03 y elementos bilobados Ha13. En general y a lo largo de todo el perfil hay un gran número de elementos no identificados (Fig. 3).

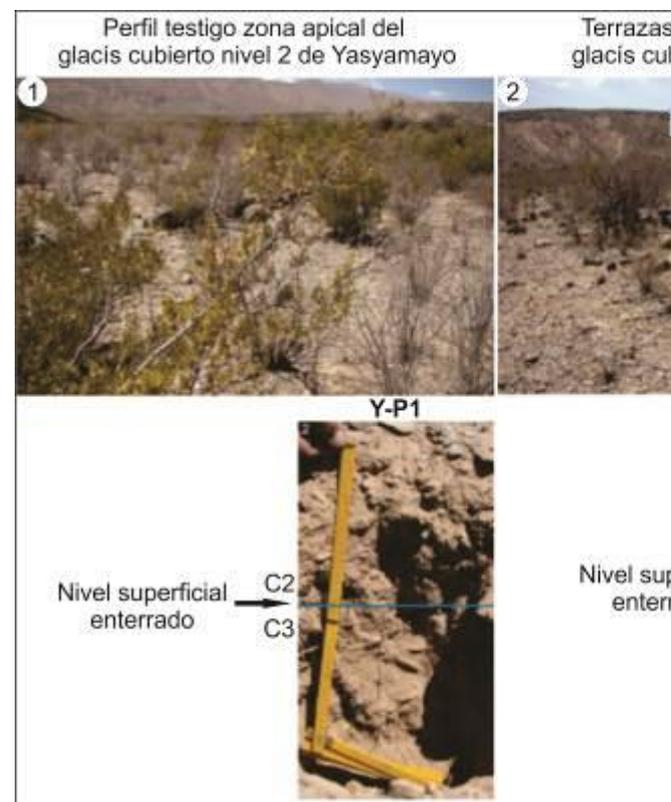


Fig. 2. Detalle de la locación de 1- Y-P4; 2- Y-PT. Terrazas de cultivo donde se excavó cada calicata. Detalle del perfil de suelo excavado con el nivel superficial enterrado. Yasyamayo, Valle de Santa María. Tucumán.

El perfil antropizado identificado como Y-P4, presenta asociaciones fitolíticas dispuestas en todo el perfil y representadas por elementos aguzados Ac02 y Ac04, en forma de silla de montar Sm03, halterios bilobados Ha01, Ha14, con forma de abanico FI04, FI05 y FI06, prismáticos elongados Mp10, Mp09 y Mp03, conos truncados largos y cortos Ct10. La muestra Y-P4 C5 fue la única en la cual no se observaron diatomeas. Otros fitolitos no identificados aparecen en todo el perfil de manera interrumpida, al igual que las formas globulares. Las capas C5 y C4 del mismo perfil comparten la presencia de los siguientes morfotipos: bilobados Ha03, flabelados en abanico FI03, halterios plurilobados Ph04, conos truncados cortos Ct09 y poliédricos Mx03.

La muestra superficial presenta microrrestos silíceos identificados como elementos en forma de bote Sc02, Sn06, elementos en forma de silla de montar Sm02. Las muestras Y-P4 C3, YP-4 C2, presentan abundancia en las siguientes formas: bilobados Ha13, flabelados FI07 (Fig. 4). Las ocupaciones humanas en este perfil se concentran en la capa C3 (Roldan, 2014).

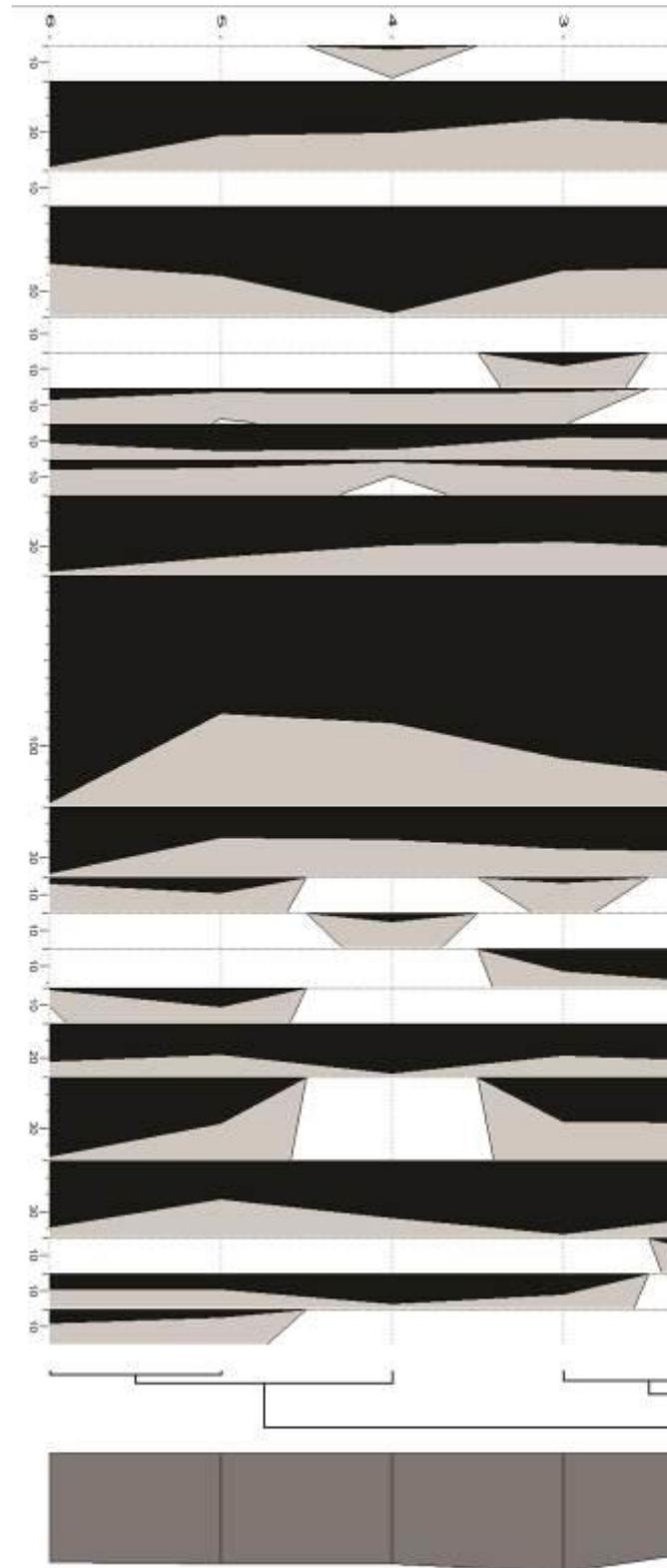


Fig. 3. Diagrama fitolítico del Perfil Testigo Yasyamayo (Y-P1).

Discusión

En el perfil testigo (Fig. 4) se puede observar, en la rarefacción de taxa, una escasa variabilidad de fitolitos y mayor homogeneidad a lo largo del mismo. Se pueden diferenciar dos grupos: superficial y subsuperficial. Los conos truncados (Ct01, Ct02, Ct09, Ct05, Ct07, Ct10) se encuentran dispuestos a lo largo de todo el perfil al igual que las formas no diagnosticas aguzadas, flabeladas, elongadas y prismáticas afines a gramíneas. Las formas bilobadas, afines a Panicoideae, indican condiciones templado- cálidas y se disponen en toda la secuencia, con un incremento en la sección inferior del perfil. Este perfil es arenoso con poca concentración de nutrientes y mayor concentración de materia orgánica (Roldan, 2014).

En el perfil antrópico (Fig. 5), hay mayor variabilidad fitolítica, con dos picos de aumento observables en los fitolitos bilobados, lo cual coincide con las ocupaciones humanas. La capa superficial del perfil presenta fitolitos diagnósticos Chloridoideae, típicos de ambientes áridos, mientras que en el perfil testigo esta forma está ausente. Sin embargo en el perfil antrópico las diatomeas abundan en el centro del perfil cuando disminuyen las chloridoides, lo cual podría considerarse un indicio de aporte hídrico en esta zona. Las formas Sc01 y Sc02,

aparecen en la muestra subsuperficial del perfil antrópico, mientras que en el perfil testigo no aparecen. Otra diferencia es que en el perfil con evidencias antrópicas de uso se observa una mayor concentración de nutrientes, lo cual sumado al aparente aporte intencional de agua podría indicar un manejo del suelo. Ambos perfiles están caracterizados por un período de aridización regional producido en los inicios del segundo milenio de la Era Cristiana (Peña Monné et al. 2015).

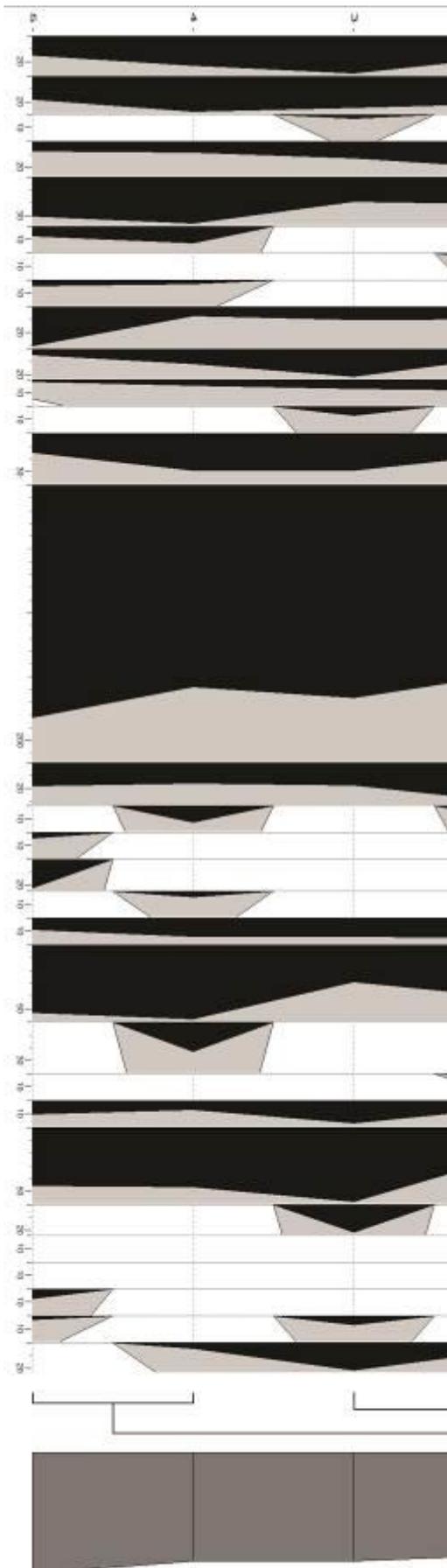


Fig. 4. Diagrama fitolítico del Perfil 4 Yasyamayo (Y-P4).

Conclusión

En esta primera aproximación al análisis de fitolitos de interés arqueológico en el sitio Yasyamayo (Santa María – Tucumán - Argentina), se puede constatar que los suelos son fértiles en este tipo de microrrestos y por tanto constituyen una herramienta metodológica válida para la interpretación de procesos tanto antrópicos como paleoambientales que se suman a los resultados obtenidos a partir de los análisis geoarqueológicos.

La comparación de un perfil con evidencias antrópicas con un perfil natural permite identificar elementos que se separan de los procesos naturales y, en este caso, el aporte de elementos panicoides en los niveles de ocupación, sumado a la evidencia de mayores niveles de humedad serían factores que darían cuenta de las estrategias empleadas por los grupos humanos de esta zona en el pasado. En esta línea de investigación y ampliando las muestras en estudio a futuro se podría llegar a conocer aún más sobre las herramientas utilizadas para el manejo del suelo en este y otros sitios del Valle.

Bibliografía

Álvarez Larraín, A. y S. Lanzelotti. 2013. Habitar y cultivar en el este del valle de Yocavil. En *La Espacialidad en Arqueología*.

- Enfoques, Métodos y Aplicaciones*, editado por I. Gordillo y J. M. Vaquer, pp. 151-190. Abya-Yala, Quito.
- Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 8: 317-328.
- Buxó, R. 1997. *Arqueología de las plantas*. Crítica, Barcelona.
- Cabrera, A. L. 1971. *Fitogeografía de la República Argentina*. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Volumen XIV. N° 1-2. Buenos Aires.
- Capdepont, I., Del Puerto, L. y H. Inda. 2005. Instrumentos de molienda: evidencias del procesamiento de recursos vegetales en la laguna de Castillos (Rocha, Uruguay). Facultad de Ciencias Sociales - UNCPBA – Argentina. *Intersecciones en Antropología* 6: 153-166.
- Erra, G., 2009. Estudio fitolítico de la Formación Tezanos Pinto (Pleistoceno Tardío - Holoceno temprano) en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.
- Escudero Martinez, M. T. I. 1991. *Análisis de prioridades para la conservación en el valle del río Santa María- Sector occidental. Tucumán-Argentina*. Seminario de la Carrera de Biología orientación Botánica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Ms.
- Gutierrez-Ayala, L.V., Torrescano-Valle, N., Islebe, G.A., 2012. Reconstrucción paleoambiental del Holoceno tardío de la reserva Los Petenes, península de Yucatán, México. *Revista mexicana de ciencias geológicas* 29(3), 749-763.
- IPCNWG, 2005. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. *Annals of Botany* 96(2): 253-260; doi:10.1093/aob/mci172.
- Kondo, R., Childs, C. Atkinson, I., 1994. Opal phytoliths of New Zealand. *Maanaki Whenua Press*. 85 p.
- Korstanje, M. A., Cuenya, P. 2008. Microfósiles y agricultura prehispánica: Primeros resultados de un análisis múltiple en el Noroeste Argentino. En: Zucol, A. F.; Osterrieth, M. y M. Brea (Eds.) *Fitolitos. Estado actual de su conocimiento en América del Sur*. Eudem. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Lanzelotti, S. L. y G. Buzai. 2015. Modelos de aptitud espacial para la agricultura prehispánica y actual en el valle de Santa María,

- Catamarca, Argentina. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía* 18: 139-150.
- Ledesma, R., M. Lo Celso, C. Subelza, M. L. Bravo, M. Osola, J. Villarroel y E. Rodríguez. 2010. El registro de los sitios arqueológicos de Cafayate y la quebrada de Las Conchas (Salta). *En Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo. XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Tomo IV, editado por J. R. Bárcena y H. Chiavazza, pp. 1533-1538. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, INCIHUSA-CONICET, Mendoza.
- Maldonado, M.G., Sampietro Vattuone, M.M., Blasi, A.M., Castiñeira Latorre, C., Peña Monné, J.L., Pignoni, M.A., 2016. Estratigrafía, paleoambiente y procesos de formación de sitio en El Paso durante el Holoceno tardío (valle de Santa María – Noroeste Argentino), en: Sampietro Vattuone, M.M., Peña Monné, J.L. (Eds.), *Geoarqueología de los Valles Calchaquíes*. Laboratorio de Geoarqueología, Universidad Nacional de Tucumán, pp. 121-144.
- Nalepka, D. y A. Walanus. 2003. Data processing in pollen analysis. *Acta Paleobotanica* 43 (1): 125-134.
- Patterer, N.I., Passeggi, E., Zucol, A.F., 2011. Análisis 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* 18(1), 32-146.
- Peña-Monné, J. L., C. Sancho-Marcén, M. M. Sampietro Vattuone, F. Rivelli, E. J. Rhodes, M.C. Osácar-Soriano, V. Fernández-Rubio & R. García-Giménez. 2015. Environmental change over the last millennium recorded in the Cafayate dune field (NW Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 438: 352–363.
- Perea, M. C. 1991. “Análisis de Prioridades para la Conservación en el Valle del Río Santa María, Tucumán, Sector Oriental”. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas – Orientación Botánica (ms). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- Perea, M. C. 1995. “Mapa de Vegetación del Valle de Santa María, Sector Oriental (Tucumán, Argentina)”. En: *Lilloa*, 38, 2.

- Piperno, D.R. y J.G. Jones. 2003. Paleoeological 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., Moreno, J.E., Iriarte, J., Holst, I., Lachniet, M., Jones, J.G., Ranere, A.J. y R. Castanzo. 2007. Late Pleistocene and Holocene environmental history of the Iguala Valley, Central Balsas Watershed of Mexico. *PNAS* 104 (29): 11874-11881.
- Roldan, J. 2012. Biogeoquímica de suelos agrícolas prehispánicos en los valles Calchaquíes (Tucumán-Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Repositorio Institucional y Centro de Documentación Digital de la Universidad Nacional de Tucumán (RIUNT). <http://www.repositorio.unt.edu/handle/11327/131>.
- Roldan, J., M. Vattuone y M. M. Sampietro. 2014. Agricultura prehispánica en Yasyamayo (valle de Santa María, Tucumán, Argentina). *Estudios Atacameños* 47: 83- 100.
- Sampietro Vattuone, M. M. y L. Neder. 2011. "Quaternary Landscape Evolution and Human Occupation in Northwestern Argentina". En: *Geological Society, London, Special Publications*, Vol. 352, pp: 37-47.
- Sampietro Vattuone, M. M., C. Perea, M. G. Maldonado, J. Roldan y L. Neder. 2012. Asentamientos formativos de la vertiente occidental de Cumbres Calchaquíes y su vinculación con las reconstrucciones paleoambientales existentes (Tucumán-Argentina). *V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*: 93-102. Córdoba.
- SampietroVattuone, M.M., Roldán, J., Peña Monné, J.L., Lefebvre, M.G., Vattuone, M.A., 2016. Las prácticas agrícolas durante el Formativo y los Desarrollos Regionales en los sitios de Molle Yaco y Yasyamayo (valle de Santa María), en: Sampietro Vattuone, M. M., Peña Monné, J. L. (Eds.), *Geoarqueología de los Valles Calchaquíes*. Laboratorio de Geoarqueología, Universidad Nacional de Tucumán, pp. 185-211.
- Sosa, J. 1996/1997. Teleprospección arqueológica en Amaicha del Valle (Tucumán): la ocupación formativa. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 17: 275-291.

- Twiss, P. C. 1992. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. En: Rapp, G. Jr & S.C. Mulholland (Eds.) Phytoliths Systematics. Emerging Issues Advances in Archaeological and Museum Science 1: 113-128.
- Umazano, A.M., Giai, S.B., Melchor, R.N., González, M.G., Grill, S.C., Visconti, G., 2010. Paleosuelos y depósitos lacustres en el manto de arena del Pleistoceno superior-Holoceno en el centro de la Pampa, Argentina: significado paleoambiental y paleoclimático. Revista de la Sociedad Geológica de España 23(3-4), 89-99.
- Walanus, A., Nalepka, D., 2002 POLPAL. Counting pollen, tables storage and diagrams plotting. System manual. W. Szafer Institute of Botany. Polish Academy of Sciences. Polonia.
- Williams, V, Korstanje, M.A., Cuenya, P., Villegas, P., 2010. La Dimensión Social de la Producción Agrícola en un Sector del Valle Calchaquí Medio. En: Arqueología de la Agricultura: Casos de Estudio en la Región Andina Argentina (M. A. Korstanje, y M. Quesada eds.), pp: 178-207.
- Zucol, A.F., 1996. Microfitolitos de las Poaceae argentinas: I. Microfitolitos foliares de algunas especies del género Stipa (Stipeae: Arundinoideae), de la Provincia de Entre Ríos. Darwiniana 34: 151-172.
- Zucol, A.F., Figueroa, G.G., Colobig, M.M., 2012. Estudio de microrrestos silíceos en sistemas de aterramiento del primer milenio DC en el Valle de Ambato (Andes del sur), Catamarca, Argentina. Intersecciones en antropología 13(1), 163-179.
- Zucol, A.F., Passeggi, E., Brea, M., Patterer, N.I., Fernández Pepi, G., Colobig, M.M., 2010. Phytolith analysis for the Patokaike lake drilling project: sample treatment protocols for the pasado microfossil manual". En: Corbella, H. & Maidana, N. I. (Eds.). 1ª Reunión Internodal del Proyecto Interdisciplinario Patagonia Austral y 1er Workshop Argentino del Proyecto Potrok Aike Maar Lake Sediment Archive Drilling Project. Proyecto Editorial PIPA. Buenos Aires, Argentina. Pp 81-84.
- 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.

Agradecimientos

Se agradece a las siguientes instituciones y proyectos: Laboratorio de Geoarqueología. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (UNT). Al Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP). Al Laboratorio de Biología de Agentes Bioactivos y Fitopatógenos (UNT). A la Comunidad India de Amaicha del Valle, Cacique Eduardo Nieva. Al proyecto PIUNT G629.