

**IDENTIFICACIÓN DE ALMIDONES DE MAÍCES CATAMARQUEÑOS:
APLICACIÓN A DOS CASOS ARQUEOLÓGICOS.**

**IDENTIFICATION OF CORN STARCH FROM CATAMARCA:
APPLICATION TO TWO ARCHAEOLOGICAL CASES.**

Marco Giovannetti¹, Irene Lantos² y Norma Ratto³

¹ División Arqueología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata, Argentina, marcogiovannetti@gmail.com

² UMYMFOR – Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160, (1428) Buenos Aires, Argentina, irenelantos@qo.fcen.uba.ar

³ Museo Etnográfico, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Moreno 350, (1091) Buenos Aires, Argentina, nratto@filo.uba.ar

Presentado: 01/09/2015 - Aceptado: 14/12/2015

Resumen

En este trabajo presentamos un modelo estadístico para discriminar tipos de maíz a partir de los gránulos de almidón arqueológicos que fueron recuperados en vasijas cerámicas e implementos de molienda de piedra. El modelo fue generado a partir del estudio de una amplia base de datos de gránulos de almidón de maíces nativos del Noroeste argentino. Se llevó a cabo un Análisis Discriminante utilizando el método de inclusión por pasos. Este análisis nos permitió asignar los ejemplares arqueológicos a los diferentes tipos de maíz, definidos por su textura de endosperma: córneo, harinoso, dextrinoso, dentado y córneo harinoso. La identificación de tipos de maíz en las muestras arqueológicas permitió discutir las potenciales prácticas de preparación y consumo de alimentos y bebidas catamarqueñas en tiempos prehispánicos.

Palabras clave: *Arqueobotánica, Zea mays L., maíces nativos del NOA, modelo estadístico discriminante.*

Abstract

In this paper we introduce a statistical model to discriminate different maize types in archaeological starch grains recovered from pottery and ground stone tools. The model was developed using a wide database of starch grains from maize landraces native to the Argentine Northwest. We carried out a Discriminant Analysis using the stepwise methodology. This analysis allowed us to assign the archaeological starch grains to different maize types, defined by their endosperm texture: flint, floury, sweet, dent and flint-floury. The identification of different maize types in archaeological samples allowed us to discuss food and beverage preparation and consumption practices in Catamarca during the pre-Hispanic period.

Keywords: *Archaeobotany, Zea mays L., Northwestern Argentina maize landraces, discriminant statistical model.*

Introducción

Los almidones recuperados en contextos arqueológicos son un valioso recurso para discutir las prácticas de procesamiento y consumo de vegetales en el pasado. Estos restos botánicos microscópicos han tomado un progresivo protagonismo en las últimas décadas (Barton y Torrence 2015; Torrence y Barton 2006). Los almidones hallados en diversos contextos socioculturales y sobre diferentes soportes materiales a lo largo de todo el continente han sido usados como evidencia de la domesticación, la dispersión y el uso de las plantas en la América precolombina, particularmente del maíz (*Zea mays* L.) (Babot 2009; Babot y Apella 2003; Babot *et al.* 2012; Boyd *et al.* 2013; Dickau *et al.* 2012; Holst *et al.* 2007; Lantos *et al.* 2015; Musaubach *et al.* 2013; Pagán Jiménez 2007; Pearsall *et al.* 2004; Piperno y Holst 1998; Zarrillo *et al.* 2008).

Sin embargo, la identificación de almidones de *Z. mays* se ha limitado generalmente a una descripción a nivel específico, siendo pocos los casos en que se ha aventurado una potencial caracterización sub-específica (Holst *et al.* 2007; Pagán Jiménez 2007). Esta situación se ha debido, en parte, a la ausencia de trabajos sistemáticos sobre gránulos de almidón de maíces nativos actuales que permitan conocer la gran diversidad intra-específica.

Inspirados en trabajos de descripción intra-específica de almidones de otras plantas comestibles tales como tubérculos andinos (Cortella y Pochettino 1995), porotos (Babot *et al.* 2007) y Algarrobas (Giovannetti *et al.* 2008), en el año 2010 comenzamos un trabajo sistemático de análisis microscópico de gránulos de almidón de ocho razas nativas del NOA (dentado amarillo-colorado, capia, pisingallo, cristalino colorado, chullpi, calchaquí, perlita, complejo tropical). Esta base buscó precisamente cubrir el vacío de conocimiento existente

de la variabilidad inter e intra-raza de *Z. mays*. Los datos fueron inicialmente procesados con pruebas estadísticas no paramétricas y análisis multivariados, que nos permitieron dar cuenta de los alcances y las limitaciones de la identificación intra-específica del maíz (Giovannetti *et al.* 2012; Lantos *et al.* 2014).

Estos primeros resultados indicaron una gran dificultad para la discriminación a nivel raza, pero fueron más prometedores para diferenciar por tipos de maíz según su textura de endosperma: harinosos, dentados, dextrinosos, córneos y córneo-harinosos (Abiusso y Cámara Hernández 1974; Molestina 1987; Oliszewski 2008).

En este trabajo nos proponemos poner a prueba el modelo generado a partir de las muestras actuales de maíces nativos del NOA, e identificar tipos de maíz según la textura de su endosperma en almidones recuperados de contextos arqueológicos de dos regiones catamarqueñas: el oeste del Dpto. de Tinogasta y el Dpto. de Belén.

El contexto arqueológico de las muestra

Las muestras de almidones arqueológicos provienen de soportes distintos y de contextos diferentes de la provincia de Catamarca, Argentina (Figura 1).

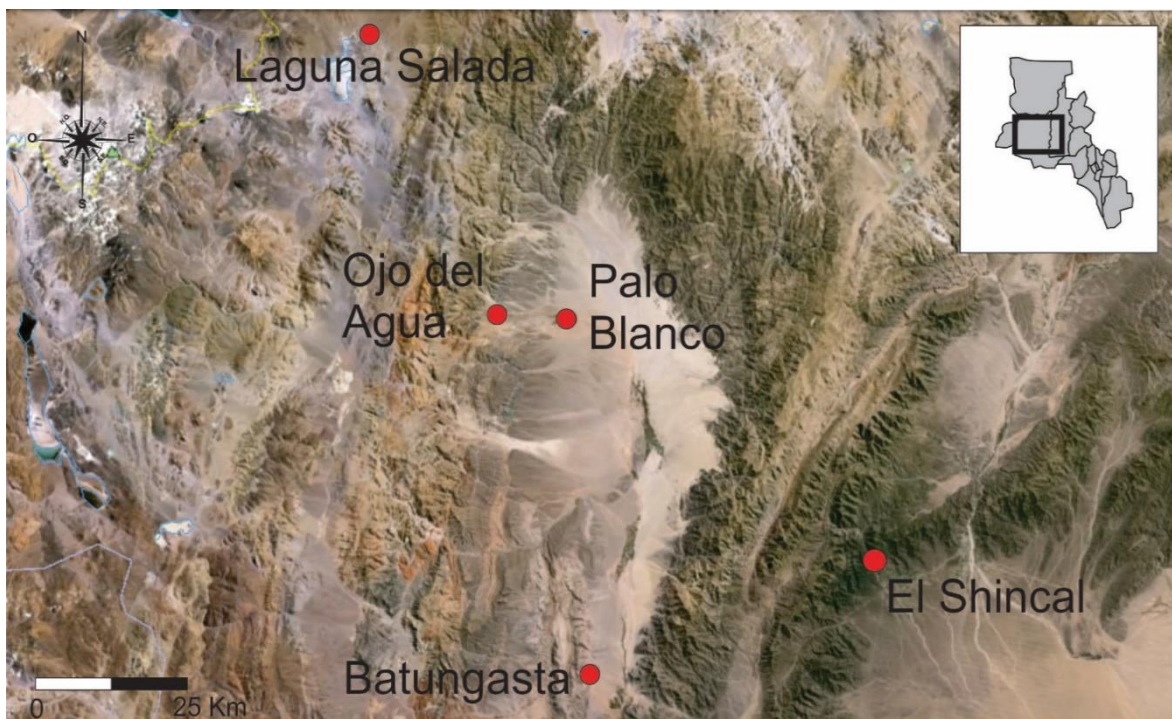


Figura 1. Mapa de la provincia de Catamarca (Argentina) con el emplazamiento de los sitios arqueológicos en los departamentos de Belén y Tinogasta.

Por un lado, tenemos muestras de almidones recuperados del interior de ollas cerámicas provenientes de varios sitios de la región del oeste del departamento de Tinogasta (Figura 2B). Todas las ollas fueron usadas para actividades culinarias: tienen rastros de uso como hollín en su superficie externa, un aspecto aceitoso en la superficie interna, y evidencias de restos de alimentos determinados por la presencia de lípidos absorbidos en la matriz cerámica (Lantos *et al.* 2015). Una olla es de la localidad arqueológica Palo Blanco NH4 (1900 msnm; 427-599 cal. D.C.). Otra proviene del sitio Ojo del Agua (2400 msnm; 994-1047 cal. D.C.). Una tercera olla es de Laguna Salada (4030 msnm; 555-815 cal. D.C.). Por último, otros dos ejemplares fueron recuperados en el sitio Batungasta (1445-1558 msnm; 1480 cal D.C.)¹. En todas las vasijas se hallaron almidones de maíz al interior de las mismas. Un caso particular es el de una olla de Batungasta donde se encontraron almidones de maíz, poroto y algarroba. El registro de estas especies coincide con la información obtenida de los análisis de macrorrestos arqueobotánicos en sitios de la región, donde se documentan los usos de plantas comestibles como el maíz, la algarroba, las cucurbitáceas, el chañar y la quinoa (Ratto *et al.* 2010; Ratto *et al.* 2014).

Por otro lado, tenemos sedimentos provenientes del interior de oquedades de molienda de un mortero múltiple (EGP) cercano al sitio El Shincal de Quimivil, departamento de Belén en la misma provincia. El mortero EGP constituye uno de los 23 conjuntos de molienda múltiples, todos ubicados en las inmediaciones del sitio Inka mencionado. Las oquedades de molienda se disponen en un número de 61 unidades sobre una superficie plana de un gran bloque granítico de 6 x 4 m (Figura 2A), pulido artificialmente para eliminar rugosidades incómodas. Se fabricaron tres tipos de oquedades diferenciables por su morfología y dimensiones: ovales, cupuliformes y combinadas dobles. Las investigaciones sobre estos conjuntos, que incluyeron prospecciones y excavaciones (una de las mismas sobre el conjunto EGP), demostraron que componían contextos de producción masiva de bebidas y comidas. Evidencias de fogones, fragmentos cerámicos como ollas de cocción y sobre todo una cantidad muy importante de carporrestos carbonizados permitieron relacionar la molienda a gran escala y la producción de chicha para las festividades que se llevaban a cabo en el centro ceremonial que representaba El Shincal. El registro macrobotánico en articulación con el microbotánico, mayormente granos de almidón, permitió reconocer el procesamiento de recursos como maíz, poroto y tubérculos, contabilizando las plantas cultivadas; así como algarroba y chañar entre las silvestres. El maíz y la algarroba resultaron ser los recursos más abundantes, concentrando cerca del 80% del total de la muestra.

A



B

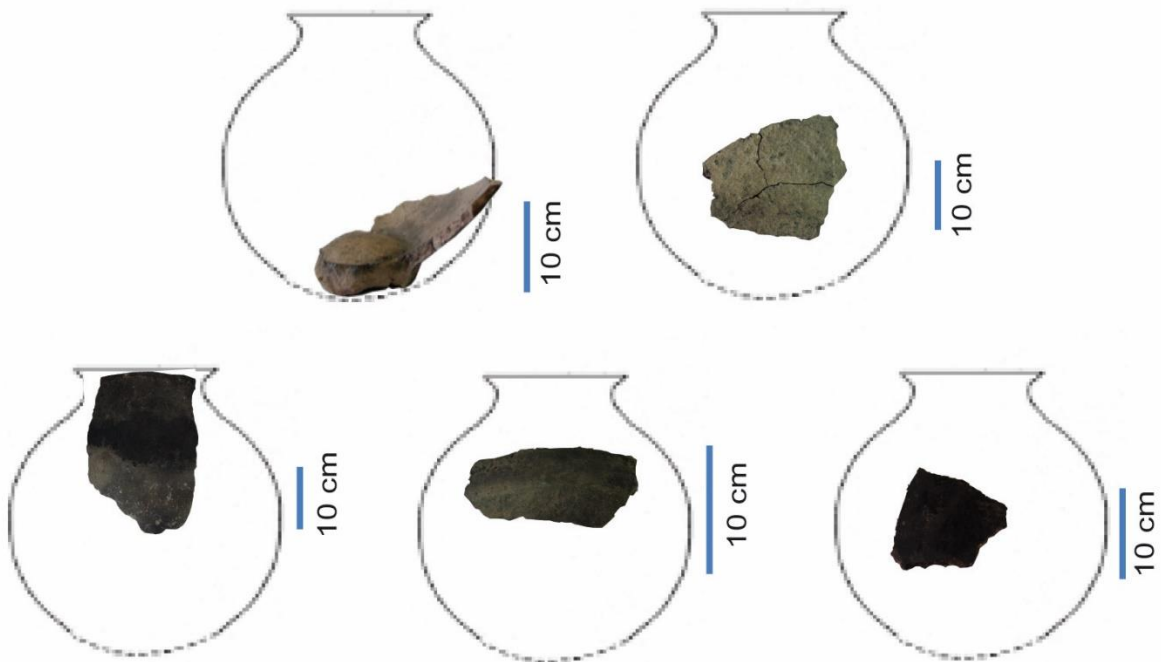


Figura 2. Soportes arqueológicos donde se recuperaron las muestras de almidones de *Z. mays*.

A) Mortero múltiple EGP, Departamento de Belén, Catamarca.

B) Fragmentos de cerámicas del Oeste del Departamento de Tinogasta, Catamarca.

Por último, como material de referencia comparativo tenemos las muestras de cariopsis de las razas nativas actuales que se encontraban depositadas en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA-Pergamino y fueron producto de las recolecciones sistemáticas realizadas en diferentes zonas del Noroeste argentino en las décadas de 1960 y 1970. El Banco clasificó las muestras por raza de acuerdo con los descriptores fenotípicos de grano y marlo como textura, color, forma, ancho, largo y número de filas en el marlo (Ferrer *et al.* 1998; Solari y Gómez 1997). Las muestras fueron secadas a temperatura ambiente y presión atmosférica con control de humedad, preservadas en bolsas de papel selladas y guardadas a 5-10 °C y 40-50% de humedad relativa. En este estudio se seleccionaron ocho razas de maíces nativos del Noroeste argentino, cuatro recolectados en la provincia de Jujuy entre 1963 y 1968, y los otros cuatro en la provincia de Catamarca en 1977. Luego fueron clasificados por el Banco de Germoplasma (INTA) como pisingallo (ARZM9043), cristalino colorado (ARZM12082), perlita (ARZM12264), calchaquí (ARZM12055), complejo tropical (ARZM12111), dentado amarillo colorado (ARZM12001), chullpi (ARZM09421) y capia (ARZM09370). A su vez, fueron clasificados por la textura dominante de su endosperma en los siguientes grupos: córneo, córneo-harinoso, dentado, dextrinoso y harinoso (Abiusso y Cámara Hernández 1974; Molestina 1987; Oliszewski 2008). Se seleccionaron cuatro cariopsis por raza y se analizaron en total 800 gránulos procedentes de 32 cariopsis de maíces nativos actuales.

Materiales y métodos

Extracción de las muestras

La extracción de gránulos de almidón de los artefactos cerámicos se llevó a cabo en laboratorio. Las muestras cerámicas no habían sido lavadas y se encontraban almacenadas envueltas en papel aluminio dentro de bolsas plásticas cerradas herméticamente para evitar contaminación. Se utilizaron guantes sin polvo (Wadley *et al.* 2004) y el espacio de trabajo fue limpiado cuidadosamente entre muestras. Los instrumentos metálicos fueron esterilizados previamente a cada uso y el material de vidrio utilizado fue nuevo y enjuagado con alcohol antes de su utilización. Una superficie de 4 cm² fue raspada suavemente con un bisturí para desprender el residuo depositado de la superficie interior.

La extracción de gránulos de almidón de los implementos líticos de molienda se realizó en el terreno siguiendo el método de extracción en seco en morteros múltiples (Giovannetti 2013). Se recolectó sedimento de 21 unidades de molienda tanto de las paredes como del sedimento de relleno para aplicar como casos de control (ver figura 3 para ubicación precisa). Se seleccionaron sólo aquellas unidades que se encontraban suficientemente cubiertas de sedimento con el fin de asegurar que no fueron utilizados en mucho tiempo, es

decir, con prácticamente nulas probabilidades de reutilización reciente. Se tomaron recaudos para evitar contaminación con almidones modernos en el campo, utilizando guantes sin polvo, esterilizando con fuego los instrumentos entre cada uso y utilizando recipientes nuevos y herméticos para cada muestra.

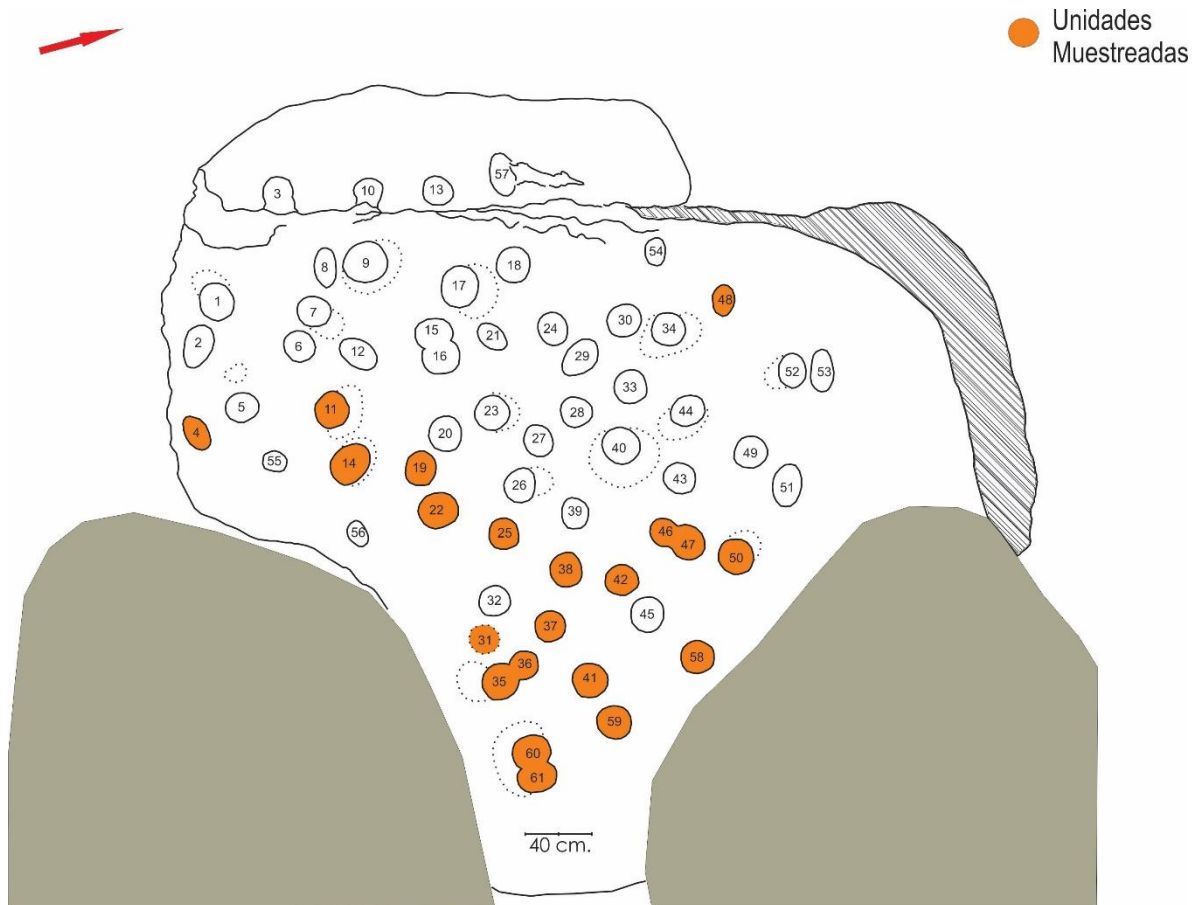


Figura 3. Plano del conjunto de molienda EGP marcando las unidades muestreadas para análisis de microrrestos botánicos.

La extracción de los almidones de cariopsis de maíz nativo actual fue realizada mediante el seccionamiento con bisturí. Se extrajeron las muestras con un raspado suave y continuo con instrumento de metal. Este método minimiza las alteraciones producidas por la manipulación durante el montaje de la muestra y es de uso corriente en los estudios microscópicos de almidón (Lavalle y Mengascini 2007). El procedimiento se realizó en un ambiente controlado, limpio y hermético para evitar contaminación y se utilizaron guantes sin polvo. Además, el instrumento de extracción metálico fue esterilizado antes de cada uso. Todo el material de vidrio utilizado fue nuevo y enjuagado con alcohol previo a su uso. Cabe destacar que la extracción de almidones de maíces actuales se realizó en jornadas diferentes de trabajo de aquellas en las que se manipularon muestras arqueológicas y se

procuró hacer una profunda limpieza del laboratorio y el instrumental para evitar la contaminación cruzada.

Preparado y montaje

Una vez en el laboratorio se tamizó el material sedimentario sobre un bastidor con malla de 90 μm . Esta es una medida razonable para dejar pasar los microvestigios arqueológicos que, por lo general, tienen tamaños menores y eliminar partículas de sedimento que obstruirían el campo visual al momento de la búsqueda e identificación de almidones. Se recuperó y conservó la fracción más fina en tubos Eppendorf de 2 ml.

Una cantidad de 50 mg de la fracción fina fue montada en un portaobjetos de vidrio con una solución de glicerol:agua (1:1) y cubierta con cubreobjetos (Coil *et al.* 2003; Cortella y Pochettino 1994). Se utilizó agua destilada y glicerol de grado análisis.

Procedimos a analizar tres portaobjetos para cada muestra. La cantidad colocada en cada portaobjetos fue analizada en su totalidad siguiendo un movimiento sistemático para cubrir la muestra completa.

En el caso del mortero EGP se analizaron también los sedimentos de relleno posdeposicional, siguiendo el mismo procedimiento. El objetivo fue obtener un control sobre la contaminación con almidones ajenos al contexto de uso. Este control no fue posible en el caso de las ollas arqueológicas dado que no se contó con muestras del sedimento que rellenaba las ollas.

Análisis microscópico

Las muestras obtenidas de los soportes cerámicos fueron analizadas en un microscopio de luz reflejada y transmitida Lancet XSZ-148, provisto de luz polarizada y equipado con una cámara Samsung HZ10W con resolución de 10.2 megapíxeles adaptada al objetivo del microscopio. Las muestras recuperadas de los soportes líticos fueron analizadas con un microscopio de luz reflejada y transmitida (Leica DM/LM) provisto de equipo de cámara clara, luz polarizada y cámara fotográfica digital incorporada. Las observaciones se realizaron a 400 aumentos alternando luz normal y polarizada. La intensidad de la luz fue fijada en siete (7) y el diafragma fue fijado en cinco (5). Los portaobjetos fueron barridos por completo.

El procesamiento digital de las imágenes se llevó a cabo con un programa informático de acceso libre, ImageJ 1.44 (National Institute of Health 2013).

Se registraron 11 variables: (a) diámetro máximo del gránulo (Jane *et al.* 2010; Lindeboom *et al.* 2004; Singh *et al.* 2003), (b) morfología del gránulo (Babot 2007; Horrocks *et al.* 2007; Kraemer 1907; Loy 1992; Pagán Jiménez 2007; Reichert 1913; Winton 1906), (c) forma y visibilidad de hilio (Babot 2007; Babot *et al.* 2007; Loy 1992), (d) posición del hilio (Reichert 1913, Torrence *et al.* 2004), (e) presencia de anillos (Babot 2007; Babot *et al.* 2007; Loy 1992; Pagán Jiménez 2007), (f) presencia de estrías radiales, (g) bordes dobles o simples (Babot *et al.* 2007; Pagán Jiménez 2007), (h) morfología de los brazos en la cruz de polarización (Giovannetti *et al.* 2012), (i) ángulo de la cruz de polarización (Giovannetti 2013), (j) espesor de los brazos de la cruz de polarización (Giovannetti *et al.* 2012) y (k) brillo de la cruz de polarización (Ugent y Cummings 2004). Para una descripción detallada de las variables y sus estados consultar Lantos *et al.* (2014).

La identificación de los almidones arqueológicos se realizó a nivel de especie cuando fue posible (Figura 4), comparando cuali y cuantitativamente sus caracteres con aquellos de las muestras de referencia propias y publicadas (Babot *et al.* 2007; Cortella y Pochettino 1994; Giovannetti *et al.* 2008; Holst *et al.* 2007; Korstanje y Babot 2007; Pagán Jiménez 2007). Para este trabajo sólo se tomaron los almidones identificados positivamente como *Z. mays*.

Tratamiento numérico

Para el tratamiento numérico de los datos se aplicó una estadística multivariada con el objetivo de discriminar los tipos de maíz. En un trabajo anterior habíamos constatado una gran dificultad para separar grupos trabajando con la base de datos a nivel de gránulo de almidón (i.e. n=800), debido a la enorme variabilidad intra-raza y gran superposición de las mismas (Lantos *et al.* 2014). Por lo tanto, decidimos en esta oportunidad trabajar con la base de datos a nivel de las cariopsis de maíces actuales (n=32) agrupando todos los almidones que pertenecen a un mismo grano. Esto permitió contemplar la variabilidad interna de los almidones de cada cariopsis y determinar las incidencias de cada estado de variable.

Por otra parte, las muestras arqueológicas se trabajaron agrupadas a nivel de unidad de muestreo arqueológico, es decir a nivel de artefacto: vasija u oquedad de molienda (n=22). Aunque somos conscientes de que los gránulos de almidón hallados en cada artefacto no pertenecen a un mismo cariopse y que la asociación de gránulos puede ser un palimpsesto de los distintos usos que tuvo un artefacto a lo largo de su vida útil, asumimos para este análisis de manera arbitraria que los gránulos de almidón de cada artefacto provienen de la misma raza. Esta organización de los datos, aunque es una simplificación de la realidad, nos

permite comparar las muestras arqueológicas con la base de maíces actuales, y por ende realizar el análisis discriminante que es el objetivo de este trabajo.

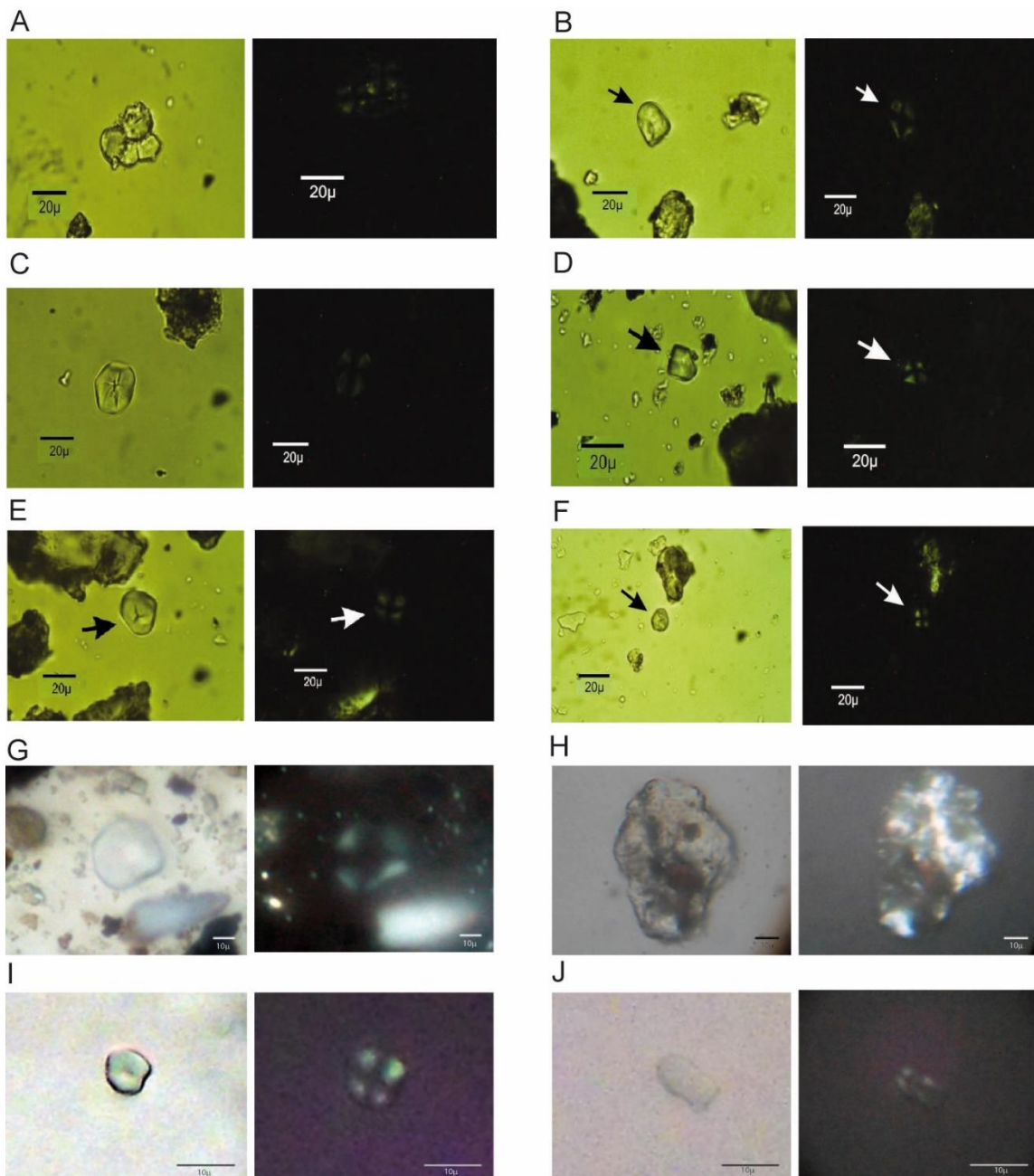


Figura 4. Almidón de *Z. mays* recuperado del mortero arqueológico EGP (Dpto. Belén, Catamarca) (fotomicrografías A-F) y de las ollas cerámicas arqueológicas (Oeste Dpto. Tinogasta, Catamarca) (fotomicrografías G-J).

Las variables nominales originales fueron convertidas a variables cuantitativas continuas en la forma de números índices. Esto se realizó para los 54 casos (32 actuales y 22 arqueológicos). A continuación se procedió a realizar un Análisis Discriminante (AD) utilizando el método de inclusión por pasos. Esta es una técnica multivariada capaz de decirnos qué variables permiten diferenciar grupos y cuántas de estas variables son necesarias para alcanzar la mejor clasificación posible. El análisis selecciona de todas las variables, aquellas que mejor explican la diferencia significativa entre los grupos y descarta las restantes. Los casos fueron asignados de antemano a un grupo. En nuestro caso se asignaron los casos actuales a cinco grupos, según la textura del endosperma (córneo, dentado, harinoso, dextrinoso y córneo-harinoso). Los casos arqueológicos no fueron asignados previamente, sino que se permitió que el algoritmo realice dicha clasificación. El análisis asignó cada caso a un grupo pronosticado y se compararon las asignaciones originales con aquellas pronosticadas por el análisis. Esta comparación fue la probabilidad de correcta clasificación para cada grupo pronosticado, expresada en porcentajes.

El AD con el método de inclusión por pasos se realizó en el programa SPSS 19.0 (IBM 2010) usando como criterio la probabilidad de F (entrada 0.05 y salida 0.10) y estableciendo la clasificación en cinco grupos. El gráfico del AD se realizó en el programa PAST 2.17 (Hammer *et al.* 2001).

Resultados

El Análisis Discriminante (AD) de inclusión por pasos clasificó correctamente al 84.4% de los casos agrupados originales. La clasificación se realizó en cinco grupos pronosticados que fueron comparados con la clasificación original de cinco grupos de maíz, según la textura del endosperma.

Las variables seleccionadas por el AD fueron: presencia de estrías, hillum visible puntiforme, morfología circular y morfología irregular. En la Tabla 1 se observa el estadístico Lambda de Wilks que describe la significancia de cada paso de inclusión de una nueva variable como discriminante. Las variables restantes fueron descartadas por el AD.

Paso	Variables introducidas al AD	Lambda de Wilks
1	Estrías presencia	0.202
2	Hillum visible puntiforme	0.105
3	Morfología circular	0.060
4	Morfología irregular	0.041

Tabla 1. Lambda de Wilks para el AD de inclusión por pasos.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del AD, donde se observan las probabilidades de correcta clasificación para cada grupo pronosticado. El Grupo Pronosticado 1 representa el 100% de los casos de maíces córneos y además incluye el 27% de los casos arqueológicos (6:22). El Grupo Pronosticado 2 representa el 75% de los casos de maíces dentados, mientras que el 25% restante fue clasificado en el Grupo 1. Ningún caso arqueológico fue incluido en este grupo. El Grupo Pronosticado 3 representa el 100% de los casos de maíces harinosos y además incluye el 9% de los casos arqueológicos (2:22). El Grupo Pronosticado 4 representa el 100% de los casos de maíces dextrinosos y además incluye el 5% de los casos arqueológicos (1:22). Por último, el Grupo Pronosticado 5 representa el 67% de los casos de maíces harinosos, mientras que un 17% fue clasificado en el Grupo 1 y otro 17% en el Grupo 2. Además, el Grupo 5 incluye el 59% de los casos arqueológicos (13:22).

En la Figura 5 se aprecia la separación de los grupos pronosticados y cómo se posicionan las muestras arqueológicas en los mismos. Se observa una buena separación en el espacio dimensional de los Grupos Pronosticados 3 y 4, mientras que los grupos 1, 2 y 5 presentan superposición de los polígonos. En el caso del Grupo Pronosticado 2, esta superposición es casi total con el Grupo Pronosticado 5.

		Grupo Pronosticado					
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	
Clasificación por textura del endosperma	Córneo	N	8				
		%	100				
	Dentado	N	1	3			
		%	25	75			
	Harinoso	N			4		
		%			100		
	Dextrinoso	N				4	
		%				100	
	Córneo-harinoso	N	2	2			8
		%	17	17			67
	Casos desagrupados (arqueológicos)	N	6		2	1	13
		%	27		9	5	59

Tabla 2. Resultados de la clasificación del AD.

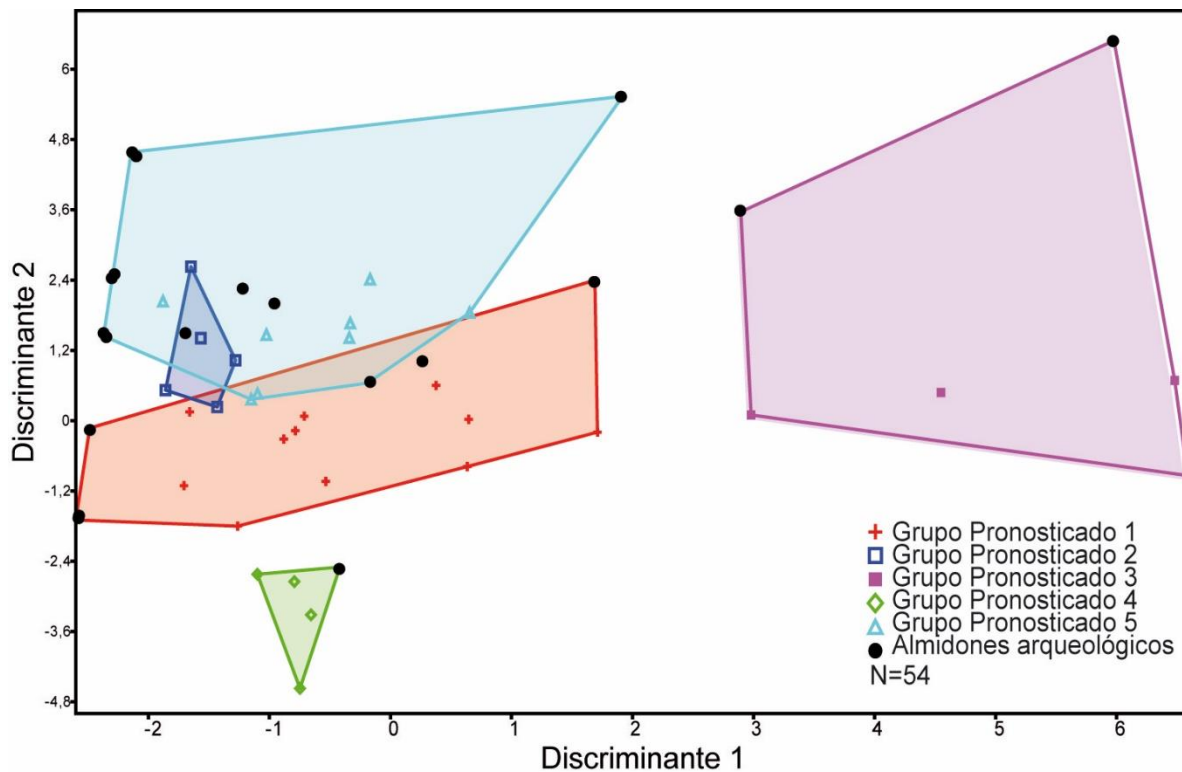


Figura 5. Grupos pronosticados por el análisis discriminante de inclusión por pasos.

La identificación de tipos de maíz para cada caso arqueológico se presenta en la Tabla 3. En las oquedades del mortero EGP, la mayor parte de las muestras fueron identificadas como maíces córneo-harinosos, seguidos de los córneos y por último los dextrinosos y harinosos. En las vasijas cerámicas se observa una preponderancia de los maíces córneo-harinosos y córneos, y en menor medida los harinosos.

Discusión

Los maíces con distintos tipos de endosperma son utilizados para diferentes comidas tanto en tiempos históricos como actuales en el Noroeste argentino (Cámara Hernández y Arancibia de Cabezas 2007). Por ejemplo: (a) los maíces reventadores (córneos) comúnmente son utilizados para la preparación de palomitas de maíz o pochoclo, (b) los dextrinosos se utilizan en la elaboración de recetas dulces como la mazamorra, (c) los maíces córneo-harinosos y dentados son utilizados generalmente para preparar guisados aunque también son empleados para elaborar bebidas alcohólicas fermentadas y (d) los harinosos son usados para la obtención de harina y también para la fabricación de bebidas. Considerando que las clasificaciones más fiables se consiguieron en los casos de los maíces harinosos (Grupo Pronosticado 3) y dextrinosos (Grupo Pronosticado 4), la identificación arqueológica de

prácticas de preparación de panificados (capias), bebidas y mazamorras es bastante fiable. Por otra parte, la superposición de los maíces córneos, córneo-harinosos y dentados hace compleja a la diferenciación entre prácticas culinarias específicas a cada una de estas variedades. Por lo tanto, los manejamos como un paquete de prácticas en conjunto, sin llegar a una mayor especificación.

Sitio arqueológico	Código artefacto	Grupo Pronosticado	Tipo de maíz pronosticado
El Shincal, Mortero EGP	EGP-04	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-11	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-14	1	Córneo
El Shincal, Mortero EGP	EGP-19	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-22	4	Dextrinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-24	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-25	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-31	1	Córneo
El Shincal, Mortero EGP	EGP-35	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-36	3	Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-37	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-42	1	Córneo
El Shincal, Mortero EGP	EGP-46	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-47	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-50	1	Córneo
El Shincal, Mortero EGP	EGP-58	5	Córneo-Harinoso
El Shincal, Mortero EGP	EGP-61	5	Córneo-Harinoso
Laguna Salada	LS-52	5	Córneo-Harinoso
Ojo del Agua	OA4902	1	Córneo
Palo Blanco NH4	PBNH4-14	1	Córneo
Batungasta	VBAT020	3	Harinoso
Batungasta	VBAT035	5	Córneo-Harinoso

Tabla 3. Tipos de maíz identificados en cada artefacto arqueológico.

La identificación de tipos de maíz según la textura del endosperma nos da indicios sobre el potencial uso del artefacto que se utilizó para procesar o cocinar distintos alimentos y bebidas a base de esta especie y sus respectivas variedades.

La presencia de maíces córneos y córneo-harinosos en vasijas cerámicas en contextos domésticos formativos de baja jerarquización social (Palo Blanco, Laguna Salada, Ojo del Agua) es probablemente el resultado de la elaboración de comidas tradicionales a escala

familiar, como las palomitas de maíz y/o los guisos. En estas preparaciones los gránulos de almidón habrían sido sometidos al calor, lo que habría resultado en la alteración de su estructura cristalina (por ejemplo Figura 4G) (Babot 2001).

En el caso del sitio incaico Batungasta se identificó maíz harinoso en una vasija, en donde se habrían preparado alimentos panificados a base de harina y/o bebidas alcohólicas fermentadas. En otra vasija se halló maíz córneo-harinoso que se podría haber usado tanto para cocer guisos como elaborar bebidas alcohólicas.

Por otro lado, la preponderancia de maíces córneo-harinosos en las oquedades de molienda de EGP es un fuerte indicio de la elaboración de harina a gran escala que luego sería utilizada para fabricar chicha de maíz, práctica que también está evidenciada por otros indicadores del contexto (acervo cerámico específico para uso festivo, ubicación próxima a un sitio ceremonial central, evidencia de manejo y movilización de la fuerza de trabajo a gran escala, alta jerarquización social en el uso de los espacios, entre otros) (Giovannetti *et al.* 2013). Similarmente, las oquedades utilizadas para moler maíz harinoso posiblemente hayan estado asociadas a la elaboración de harina para fabricar bebidas. Por otra parte, las oquedades utilizadas para moler otros tipos de maíz (córneo y dextrinoso) seguramente estuvieron asociadas a la elaboración de alimentos como sustento ofrecido a las personas que realizaban el trabajo intensivo de molienda gestionado desde una autoridad central (Giovannetti 2009).

Los resultados alcanzados en este análisis nos permitieron discutir los potenciales usos de los artefactos en base a la identificación de distintos tipos de maíz. Sin embargo, cabe aclarar que como todo registro arqueológico, los conjuntos de almidones recuperados son un registro fragmentado y a la vez superpuesto de los distintos eventos de uso que tuvieron a lo largo de su vida útil, transformados además por los procesos diferenciales de conservación que son inherentes a los vestigios orgánicos antiguos. Por ende, en este trabajo se identificaron las fortalezas pero también las limitaciones de la metodología aplicada, poniendo sobre valor la importancia de los análisis estadísticos multivariados como sostén para la clasificación taxonómica.

Conclusiones

El Análisis Discriminante nos permitió identificar tipos de maíces en muestras arqueológicas, que son buenos indicadores de las actividades de procesamiento y consumo de los alimentos y bebidas catamarqueños en tiempos prehispánicos. En este trabajo hacemos un aporte a la identificación intra-específica de maíz con un método estadístico confiable que es complementario a la observación microscópica tradicional. Esta metodolo-

gía podrá ser aplicada en un futuro a distintas especies de relevancia etnobotánica del Noroeste argentino.

Agradecimientos: este trabajo fue realizado con el apoyo de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT- 2010-1332, director Marco Giovannetti, y PICT-2012-0196, directora Norma Ratto), así como de la Universidad de Buenos Aires (UBACYT F-0357, directora Norma Ratto). Irene Lantos cuenta con una Beca Posdoctoral del CONICET. Marco Giovannetti es Investigador del CONICET. Raquel Defacio (Banco de Germoplasma, INTA-Pergamino) nos proveyó amablemente los especímenes de maíces nativos utilizados en este estudio. Agradecemos a los evaluadores de este trabajo por enriquecerlo con sus valiosos comentarios.

Notas

1- Todas las fechas fueron calibradas a años calendáricos. Se pueden consultar los datos completos de los fechados radiocarbónicos en Ratto (2013).

Bibliografía citada

Abiusso N. y J. Cámara Hernández

1974 Los maíces autóctonos de la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina), sus niveles nitrogenados y su composición en aminoácidos. *Revista de la Facultad de Agronomía* 3 época L: 1-25.

Babot M.

2001 Starch grain damage as an indicator of food processing. *Terra Australis* 19: 69-81.

2007 Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades y perspectivas a partir de casos del Noroeste argentino. En *Paleoetnobotánica del Cono Sur: Estudios de Casos y Propuestas Metodológicas*, M. Marconetto, M. Babot y N. Oliszewski (eds.), pp. 95-125. Museo de Antropología, FFyH, UNC y Ferreyra Editor, Córdoba.

2009 La cocina, el taller y el ritual: explorando trayectorias del procesamiento vegetal en el noroeste argentino. *Darwiniana* 47: 7-30.

Babot M. y M. Apella

2003 Maize and bone: residues of grinding in Northwestern Argentina. *Archaeometry* 45: 121-132.

Babot M.; Hocsman, S.; Piccón Figueroa, R. y M. Haros

2012 Recetarios prehispánicos y tradiciones culinarias: casos de la Puna argentina. En *Las Manos en la Masa. Arqueologías, Antropologías e Historias de la Alimentación en Suramérica*, M. Babot, F. Pazzarelli y M. Marschoff (eds.), pp. 235-269. ISES-CONICET-UNT, Museo de Antropología e IDACOR-CONICET-UNC, Córdoba.

Babot M.; Oliszewski, N. y A. Grau

2007 Análisis de caracteres macroscópicos y microscópicos de *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae, Faboideae) silvestres y cultivados del Noroeste Argentino: una aplicación arqueobotánica. *Darwiniana* 45: 149-162.

Barton, H. y R. Torrence

2015 Cooking up recipes for ancient starch: assessing current methodologies and looking to the future. *Journal of Archaeological Science* 56: 194-201.

Boyd M.; Surette, C. y N. Nicholson

2013 Archaeobotanical evidence of prehistoric maize (*Zea mays*) consumption at the northern edge of the Great Plains. *Journal of Archaeological Science* 33: 1129-1140.

Cámara Hernández J. y D. Arancibia de Cabezas

2007 *Maíces Andinos y sus Usos en la Quebrada de Humahuaca y Regiones Vecinas (Argentina)*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Coil J.; Korstanje, M.; Archery, S. y C. Hastorf

2003 Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 30: 991-1008.

Cortella A. y M. Pochettino

1994 Starch grain analysis as a microscopic diagnostic feature in the identification of plant material. *Economic Botany* 48: 171-181.

1995 Comparative morphology of starch of three andean tubers. *Starc - Stärke* 47: 455-461.

Dickau R.; Bruno, M.; Iriarte, J.; Prümers, H.; Jaimes Betancourt, C.; Holst, I. y F. Mayle

2012 Diversity of cultivars and other plant resources used at habitation sites in the Llanos de Mojos, Beni, Bolivia: evidence from macrobotanical remains, starch grains, and phytoliths. *Journal of Archaeological Science* 39: 357-370.

Ferrer M.; Solari, L. y M. Hourquescos

1998 *Maíz: Los Recursos Fitogenéticos en Argentina*. EAA Pergamino, Pergamino.

Giovannetti M.

2009 Articulación entre el Sistema Agrícola, Redes de Interacción y Áreas de Molienda como Medida del Grado de Ocupación Inka en El Shincal y Los Colorados (Prov. de Catamarca). Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

2013 Propuesta para la recolección de microvestigios arqueobotánicos en morteros fijos. *Comechingonia* 17: 189-199.

Giovannetti M.; Lantos, I.; Defacio, R. y N. Ratto

2012 Construcción de un banco de almidones de variedades nativas de *Zea mays* L. del Noroeste Argentino: propuesta metodológica y primeros resultados. En *Las Manos en la Masa: Arqueologías, Antropologías e Historias de la Alimentación en Suramérica*, M. Babot, M. Marschoff y F. Pazzarelli). ISES-CONICET-UNT, Museo de Antropología e IDACOR-CONICET-UNC, Córdoba.

Giovannetti M.; Lema, V.; Bartoli, C. y A. Capparelli

2008 Starch grain characterization of *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz and *P. flexuosa* DC, and the analysis of their archaeological remains in Andean South America. *Journal of Archaeological Science* 35: 2973-2985.

Giovannetti M.; Spina, J.; Páez, M.; Cochero, G.; Rossi, A. y P. Espósito

2013 En busca de las festividades del Tawantinsuyu: análisis de los tiestos de un sector de descarte de El Shincal de Quimivil. *Intersecciones en Antropología* 14: 67-82.

Hammer, O.; Harper, D. y P. Ryan

2001 PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica* 4: 1-19. Disponible en:
http://www.palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Holst, I.; Morenoy, J. y D. Piperno

2007 Identification of teosinte, maize, and *Tripsacum* in Mesoamerica by using pollen, starch grains, and phytoliths. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 17608-17613.

Horrocks M.; Campbell, M. y W. Gumbley

2007 A short note on starch and xylem of *Ipomoea batatas* (sweet potato) in archaeological deposits from northern New Zealand. *Journal of Archaeological Science* 34: 1441-1448.

IBM

2010 *SPSS Statistics*.

Jane, J.; Maningat, C. y R. Wongsanosup

2010 Starch characterization, variety and application. En *Industrial Crops and Uses*, B. Singh (ed.), pp. 207-235. CABI, Oxforfshire & Cambridge.

Korstanje M. y M. Babot

2007 Microfossils characterization from south Andean economic plants. En *Plants, People and Places: Recent Studies in Phytolith Analysis*, M. Madella y D. Zurro (eds.), pp. 41-72. Oxbow Books, Oxford.

Kraemer H.

1907 *A Text-book of Botany and Pharmacognosy*. Lippincott, Philadelphia & London.

Lantos, I.; Giovannetti, M. y N. Ratto

2014 Alcances y limitaciones para la identificación arqueológica de gránulos de almidón de razas nativas de *Zea mays* (Poaceae) del noroeste argentino. *Darwiniana*, nueva serie 2: 75-95.

Lantos, I.; Spangenberg, J.; Giovannetti, M.; Ratto, N. y M. Maier

2015 Maize consumption in pre-hispanic south-central Andes: chemical and microscopic evidence from organic residues in archaeological pottery from western Tinogasta (Catamarca, Argentina). *Journal of Archaeological Science* 55: 83-99.

Lavalle, M. y A. Mengascini

2007 Almidón de reserva en especies neotropicales de *Marattia* (Marattiaceae-Pteridofitas). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 64: 79-85.

Lindeboom, N.; Chang, P. y R. Tyler

2004 Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a Review. *Starch/Stärke* 56: 89-99.

Loy, T.

1992 *Methods in the Analysis of Starch Residues on Prehistoric Stone Tools*. Routledge, New York.

Molestina, C.

1987 *Germoplasma de Maíz en el Cono Sur de América*. IICA-BID-PROCISUR, Montevideo.

Musaubach, M.; Plos, A. y M. Babot

2013 Differentiation of archaeological maize (*Zea mays* L.) from native wild grasses based on starch grain morphology. Cases from the Central Pampas of Argentina. *Journal of Archaeological Science* 40: 1186-1193.

National Institute of Health

2013 *ImageJ 1.47, Image Processing and Analysis in Java*. Disponible en: <http://www.rsweb.nih.gov/ij/index/html>

Oliszewski, N.

2008 Metodología para la identificación subespecífica de maíces arqueológicos: un caso de aplicación en el Noroeste de Argentina. En *Arqueobotánica y Teoría Arqueológica: Discusiones desde Suramérica*, S. Archila, M. Giovannetti y V. Lema (eds.), pp. 181-202. Uniandes-Ceso, Bogotá.

Pagán Jiménez, J.

2007 *De antiguos pueblos y culturas botánicas en el Puerto Rico indígena. El archipiélago Boricazo y la llegada de los primeros pobladores agroceramistas*. BAR International Series 1687, Oxford.

Pearsall, D.; Chandler-Ezell, K. y J. 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.

Piperno, D.

2009 Identifying crop plants with phytoliths (and starch grains) in Central and South America: a review and an update of the evidence. *Quaternary International* 193: 146-159.

Piperno, D. e I. Holst

1998 The presence of starch grains on prehistoric stone tools from the humid neotropics: indications of early tuber use and agriculture in Panama. *Journal of Archaeological Science* 25: 765-776.

Ratto, N.

2013 A modo de introducción: la articulación de estudios arqueológicos, paleoambientales e históricos en el oeste tinogasteño (Catamarca). En *Delineando Prácticas de la Gente del Pasado: los Procesos Socio-históricos del Oeste Tinogasteño*, N. Ratto (ed.), pp. 17-45. Publicaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Ratto, N.; Lema, V. y M. López

2014 Entierros y ofrendas: prácticas mortuorias, agrícolas y culinarias en los siglos XIII y XIV en Tinogasta (Catamarca, Argentina). *Darwiniana*, nueva serie 2: 125-143.

Ratto, N.; Rodríguez, M. y D. Hershey

2010 Explotación y uso de recursos vegetales en sitios arqueológicos del área cordillerana y del valle mesotérmico (Dpto. Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, vol. 2, pp. 1267-1278. Ediciones El Kultrún, Valdivia.

Reichert, E.

1913 *The Differentiation and Specificity of Starches in Relation to Genera, Species, etc.* Carnegie Institution, Washington.

Singh N.; Singh, J.; Kaur, L.; Singh Sodhi, N. y B. Singh Gill

2003 Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry* 81: 219-231.

Solari L. y S. Gómez

1997 *Catálogo de Germoplasma de Maíz, Argentina*. Instituto Agronomico per L'Oltremare, Firenze.

Torrence R. y H. Barton

2006 *Ancient Starch Research*. Left Coast Press, Walnut Creek, CA.

Torrence, R.; Wright, R. y R. Conway

2004 Identification of starch granules using image analysis and multivariate techniques. *Journal of Archaeological Science* 31: 519-532.

Ugent D. y L. Cummings

2004 *Ethnobotanical Leaflets Starch Research Page*. Disponible en: <http://www.ethnoleaflets.com/amylose.htm>

Wadley, L.; Lombard, M. y B. Williamson

2004 The first residue analysis blind tests: results and lessons learnt. *Journal of Archaeological Science* 31: 1491-1501.

Winton, A.

1906 *The Microscopy of Vegetable Foods*. Wiley, New York.

Zarrillo, S.; Pearsall, D.; Raymond, J.; Tisdale, M. y D. Quon

2008 Directly dated starch residues document early formative maize (*Zea mays* L.) in tropical Ecuador. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 5006-5011.

