

MORFOMETRÍA COMPARADA DE SEMILLAS DE *NICOTIANA* (SOLANACEAE) E IDENTIFICACIÓN DE SEMILLAS CARBONIZADAS PROVENIENTES DE UN SITIO ARQUEOLÓGICO EN CHILE CENTRAL

M. Teresa Planella¹, Kathy Collao-Alvarado², Hermann M. Niemeyer² & Carolina Belmar³

¹ Sociedad Chilena de Arqueología, El Amancai 505, 7591424 Santiago, Chile; mtplanella@gmail.com (autor correspondiente).

² Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Las Palmeras 3425, 7800024 Santiago, Chile.

³ Universidad Internacional SEK, José Arrieta 10000, 7911875 Santiago, Chile.

Abstract. Planella, M. T.; K. Collao-Alvarado, H. M. Niemeyer & C. Belmar. 2012. Comparative morphometrics of seeds of *Nicotiana* (Solanaceae), and identification of charred seeds from an archeological site in central Chile. *Darwiniana* 50(2): 207-217.

The frequent presence of smoking pipes in Early Ceramic Period archaeological sites in central Chile and the large body of evidence on the smoking of *Nicotiana* spp. in prehispanic sites elsewhere in the Americas call for a methodology to identify *Nicotiana* species used in Chile. We have performed a morphometric study on seeds of *Nicotiana* species which serves as a reference against which archaeological seeds may be compared. Seed shape and size, ornamentation pattern of epidermal cells, and location of the hilum were relevant parameters for reliable taxonomic determinations. Using these characters, we identified *Nicotiana* seeds found in Las Morrenas 1 archaeological site in central Chile as *N. corymbosa*.

Keywords. Archaeobotany; central Chile; morphometric study; *Nicotiana* seeds; reference collection.

Resumen. Planella, M. T.; K. Collao-Alvarado, H. M. Niemeyer & C. Belmar. 2012. Morfometría comparada de semillas de *Nicotiana* (Solanaceae) e identificación de semillas carbonizadas provenientes de un sitio arqueológico en Chile central. *Darwiniana* 50(2): 207-217.

La presencia frecuente de pipas para fumar en sitios arqueológicos del Período Alfarero Temprano de Chile central y las evidencias en relación con la costumbre de fumar especies de *Nicotiana* halladas en sitios prehispánicos de otros lugares de las Américas, muestran la necesidad de contar con una metodología para identificar las especies de este género usadas en Chile. En este trabajo se ha realizado un estudio morfométrico en semillas de especies de *Nicotiana* que sirve de referencia para comparaciones con semillas de origen arqueológico. La forma y tamaño de la semilla, el patrón de ornamentación dado por las células epidérmicas y la ubicación del hilum resultaron ser caracteres relevantes para identificaciones confiables. Utilizando estos caracteres, se determinaron como *N. corymbosa* a las semillas recuperadas en el sitio arqueológico Las Morrenas 1, ubicado en Chile central.

Palabras clave. Arqueobotánica; Chile central; colección de referencia; estudio morfométrico; semillas de *Nicotiana*.

INTRODUCCIÓN

Los hallazgos de semillas de especies de *Nicotiana* L. en asentamientos arqueológicos son escasos. Estas semillas, en general, son pequeñas (menos

de 1 mm), lo que dificulta su recuperación en los sedimentos que se tamizan “in situ” y también en aquellas muestras procesadas por flotación, en las que la fracción liviana se deposita en mallas cuyos diámetros de abertura frecuentemente superan dicha medida. El tamaño, entonces, puede ser una causa

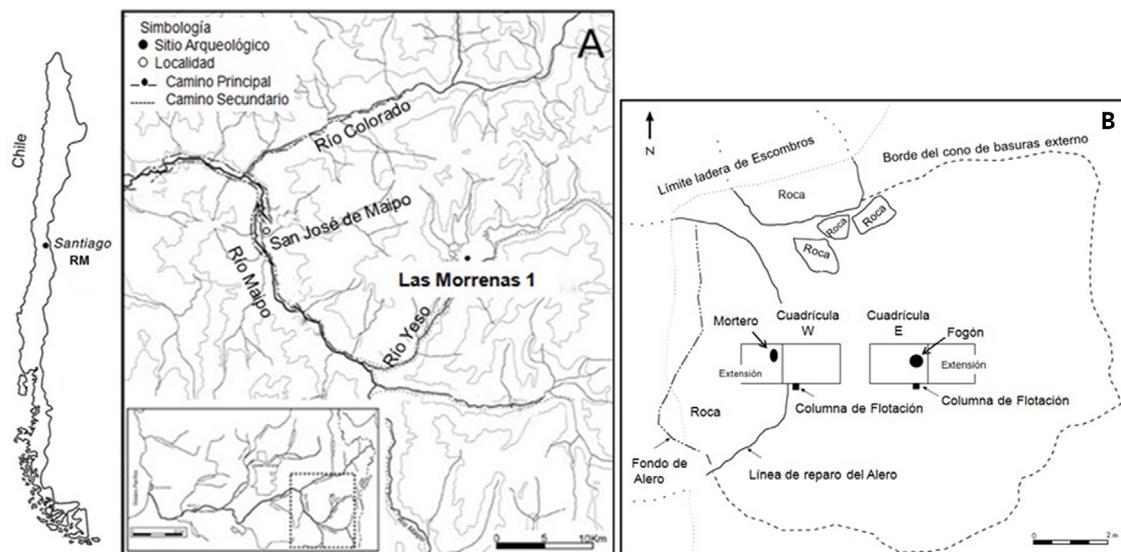


Fig. 1. Ubicación del sitio arqueológico Las Morrenas 1, Región Metropolitana (RM), Chile. **A**, ubicación general en la cordillera de Los Andes al oriente de Santiago de Chile. **B**, plano de excavaciones (Planella et al., 2005).

importante de la notoria ausencia de este tipo de carporrestos en los resultados de los estudios arqueobotánicos (Adams & Toll, 2000).

En sitios habitacionales, ceremoniales y funerarios de Chile central adscritos a los grupos horticultores de la Cultura Llolleo u otros contemporáneos del Período Alfarero temprano (200-1000 años d.C.) se han encontrado numerosas pipas para fumar (Westfall, 1993-1994; Planella et al., 2000; Falabella et al., 2001; Planella et al., 2012). El uso común del género *Nicotiana* por poblaciones de diversos lugares de América prehispánica fuera de Chile (Serrano, 1934; Habermann 1984; Pérez Gollán & Gordillo, 1994; Winter, 2000; Rafferty, 2002, 2006; Capparelli et al., 2006; Rafferty et al., 2012; Andreoni et al., 2012), y los trabajos etnohistóricos y etnográficos que mencionan el consumo de tabaco en pipas en Chile central (Guevara & Oyarzún, 1912; Latcham, 1936), sugieren la posibilidad de encontrar macrorrestos de especies de *Nicotiana* en esta última región.

El sitio Las Morrenas 1, ubicado en la Región Metropolitana de Chile, en la vertiente occidental de la cordillera de Los Andes, en el curso medio del río Yeso (33° 40,4" S, 70° 6,9" E; 2450 m s.m.), ha servido de base para este estudio. Este alero rocoso y su escarpe exterior muestran evidencias de una secuencia de ocupaciones por grupos cazado-

res recolectores cordilleranos (Fig. 1). Sobre los estratos del período Arcaico (3250-2980 años cal. AP), en los sedimentos de un fogón y en columnas de muestreo con restos cerámicos característicos de los contextos culturales de los grupos del periodo Alfarero temprano del valle y de la costa de Chile central (Sanhueza, 2004; Jara, 2012), se recuperaron, mediante flotación con malla de 0,16 mm, 90 semillas carbonizadas y 28 desecadas de *Nicotiana*, pero en esa oportunidad no fue posible asignarlas a una especie en particular (Planella et al., 2005).

El objetivo del presente estudio es determinar las características diagnósticas de las semillas de algunas especies del género *Nicotiana* y luego identificar, por comparación, las semillas arqueológicas del sitio Las Morrenas 1.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se confeccionó una colección de referencia de semillas actuales de nueve de las 13 especies presentes en Chile (Marticorena & Quezada, 1985). El material examinado correspondió a las especies nativas *Nicotiana acuminata*, *N. corymbosa*, *N. longibracteata*, *N. miersii*, *N. petunioides*, *N. solanifolia* y *N. undulata*, e incluyó, además, semillas de la especie introducida *N. glauca*, de la especie cultivada

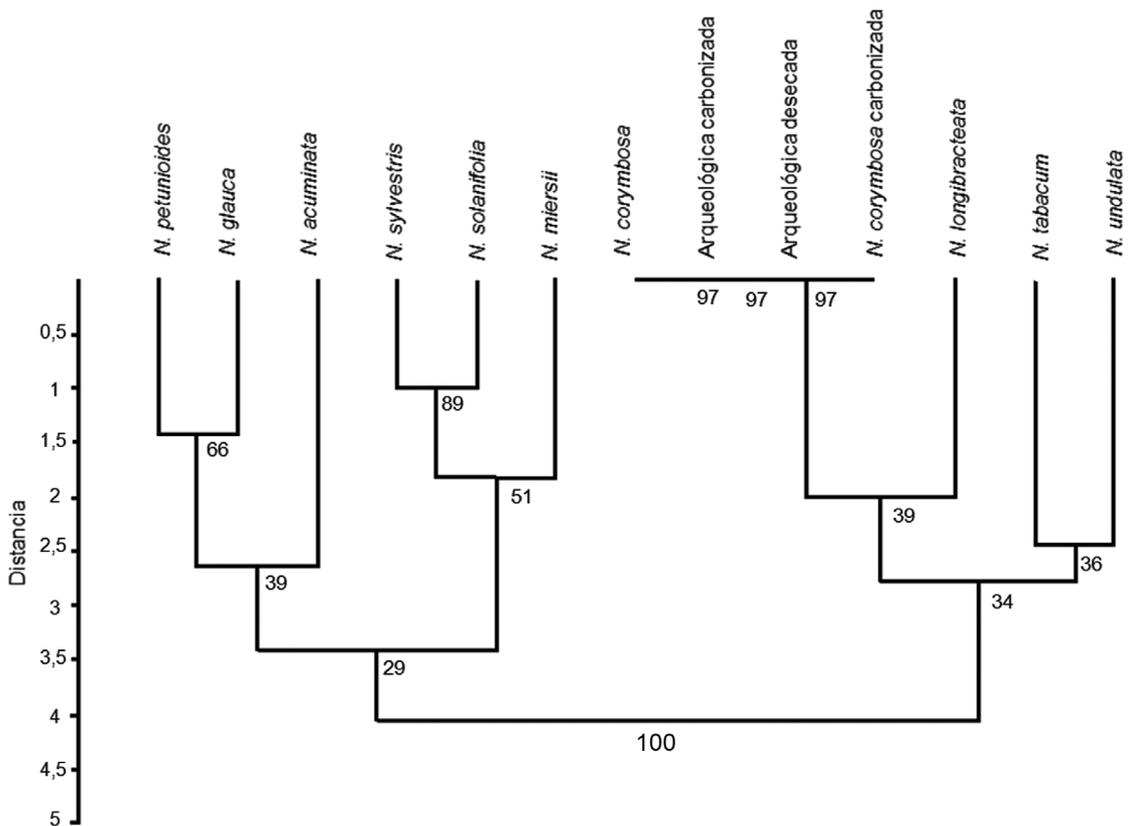


Fig. 2. Análisis de conglomerados de las semillas de especies del género *Nicotiana*. Los números en las ramas corresponden a valores de soporte de Bootstrap.

N. tabacum y de la especie nativa de la Argentina, *N. sylvestris*. De cada especie se analizaron 10 semillas tomadas al azar, con excepción de *N. petunioides*, de la que solo se tomaron tres semillas.

Se carbonizaron tres semillas tomadas al azar de cada especie (con excepción de *N. petunioides*, de la cual se tomó solo una semilla) con el fin de comparar los efectos de esta intervención controlada sobre sus atributos morfológicos. Para ello se envolvieron las muestras en papel de aluminio, se rotularon y se introdujeron en una mufla Labtech LEF-1059 a 250 °C por 50 minutos.

Se recuperaron 118 semillas arqueológicas por flotación de sedimentos del sitio Las Morrenas 1 (Planella et al., 2005). Noventa de ellas se encontraron en estado carbonizado en un rasgo de fogón y también en columnas de muestreo entre 10 y 80 cm de profundidad; para los análisis se tomaron 10

semillas del rasgo 1 (fogón, cuadrícula E, nivel I d) entre 44 y 55 cm de profundidad. Las 28 semillas restantes se encontraron en estado desecado en columnas de muestreo entre 10 y 60 cm de profundidad; para los análisis se tomaron 10 semillas de la columna de muestreo en la cuadrícula E del nivel entre 20 y 30 cm de profundidad (Fig. 1B).

Morfometría

Se analizaron los patrones morfológicos de las semillas utilizando una lupa trinocular Olympus SZ61 con una cámara integrada MSHOT 30 y las imágenes digitales con los programas Axiovision y Mshot Digital Imaging System. Los parámetros cualitativos y cuantitativos determinados fueron: a) forma de la semilla (volumen y forma en vista sagital), b) tamaño: perímetro en proyección sa-

gital, c) patrón de ornamentación formado por las células epidérmicas (específicamente por la pared anticlinal) en vista superficial sagital, cerca y lejos del hilum, d) grosor de las paredes de las células epidérmicas y e) tipo de hilum y ubicación en vista sagital.

Los valores para cada semilla de los parámetros determinados fueron sometidos a un análisis de conglomerados (“cluster analysis”) con el programa PAST 2.5 (Hammer et al., 2001). La matriz de datos incluyó los seis caracteres cualitativos característicos de las semillas de cada una de las 10 especies de *Nicotiana*, de las semillas arqueológicas (carbonizadas y desecadas) y de las semillas de *N. corymbosa* carbonizadas (Tabla 1). Se utilizó el algoritmo de grupos pareados con medidas de similitud euclideanas y se realizaron 10000 iteraciones para obtener los valores de Bootstrap.

Material examinado

Nicotiana acuminata (Graham) Hook.

CHILE. **Región de Valparaíso.** Prov. Valparaíso, Marbella, altitud 25 m s.m. 10-II-2011, *Tagle s.n.* (CONC). Distribución en Chile: Regiones II, III, IV, V, VI, VII, VIII y RM.

Nicotiana corymbosa Remy

CHILE. **Región Metropolitana.** Prov. Cordillera, Reserva Nacional Río Clarillo, altitud 1200 m s.m. 15-II-2004, *Romero & Aldunate 59* (CONC). Distribución en Chile: Regiones II, III, IV, V, VII y RM.

Nicotiana glauca Graham

CHILE. **Región de Coquimbo.** Prov. Limarí, Parque Nacional Fray Jorge, altitud 180 m s.m. XI-1980, *Rodríguez & Marticorena 1643* (CONC). Distribución en Chile: Regiones I, II, III, IV, V, XV y RM.

Nicotiana longibracteata Phil.

CHILE. **Región de Atacama.** Prov. Copiapó, cuenca del río Nevado-río Salado, campamento mina Casale, 3400 m s.m., 15-II-2009, *Teillier & Barahona 6267* (CONC). Distribución en Chile: Regiones II y III.

Nicotiana miersii Remy

CHILE. **Región de Atacama.** Prov. Copiapó, camino Caldera a Puerto Viejo, 30 m s.m. *Teillier s.n.* (CONC). Distribución (especie endémica de Chile): Regiones III, IV, V y RM.

Nicotiana petunioides (Griseb.) Millán

CHILE. **Región de Antofagasta.** Prov. Antofagasta, salar de Aguas Calientes, camino a Cori, 3850 m s.m., 18-I-1994, *Arroyo et al. 94094* (CONC). Distribución en Chile: Regiones II y III.

Nicotiana solanifolia Walp.

CHILE. **Región de Antofagasta.** Prov. Antofagasta, quebrada La Colorada, 620 m s.m., 9-X-2005, *Marticorena et al. 733* (CONC). Distribución (especie endémica de Chile): I, II, III, IV y XV.

Nicotiana sylvestris Speg. & Comes

CHILE. **Región de Concepción.** Prov. Bío Bío, Chacabuco, Ongolmo-Orompel, 10 m s.m., IV-1996, *Marticorena & Quezada 10044* (CONC). Distribución: Argentina y Bolivia.

Nicotiana tabacum L. cv. BY 64

ProfiGen do Brasil Ltda., Sta. Cruz do Sul, RS, Brasil. Distribución: Argentina, Brasil, Chile y Paraguay.

Nicotiana undulata Ruiz & Pav.

CHILE. **Región de Arica y Parinacota.** Prov. Parinacota, portezuelo de Chapiquiña, 3500 m s.m., 21-IV-2010, *Niemeyer 10-28* (CONC). Distribución en Chile: Regiones I, II y XV.

Muestra arqueológica carbonizada

CHILE. **Región Metropolitana.** Prov. Cordillera, Alto Maipo, curso medio del río Yeso, sitio Las Morrenas 1, 2450 m s.m., 17-I-2000, *Planella s.n.*

Muestra arqueológica desecada

CHILE. **Región Metropolitana.** Prov. Cordillera, Alto Maipo, curso medio del río Yeso, sitio Las Morrenas 1, 2450 m s.m., 17-I-2000, *Planella s.n.*

RESULTADOS

La Tabla 1 resume los rasgos diagnósticos observados en las semillas estudiadas. En relación con el volumen, las semillas son en general globosas, exceptuando *Nicotiana glauca* que es lenticular. En vista sagital (Figs. 3-4), son de forma aproximadamente rectangular; no obstante, se advierten diferencias ya que en *N. longibracteata* son cordiformes, en *N. corymbosa*, al igual que las semillas arqueológicas, son reniformes, en *N. miersii* son circulares y en *N. tabacum* y *N. undulata*,

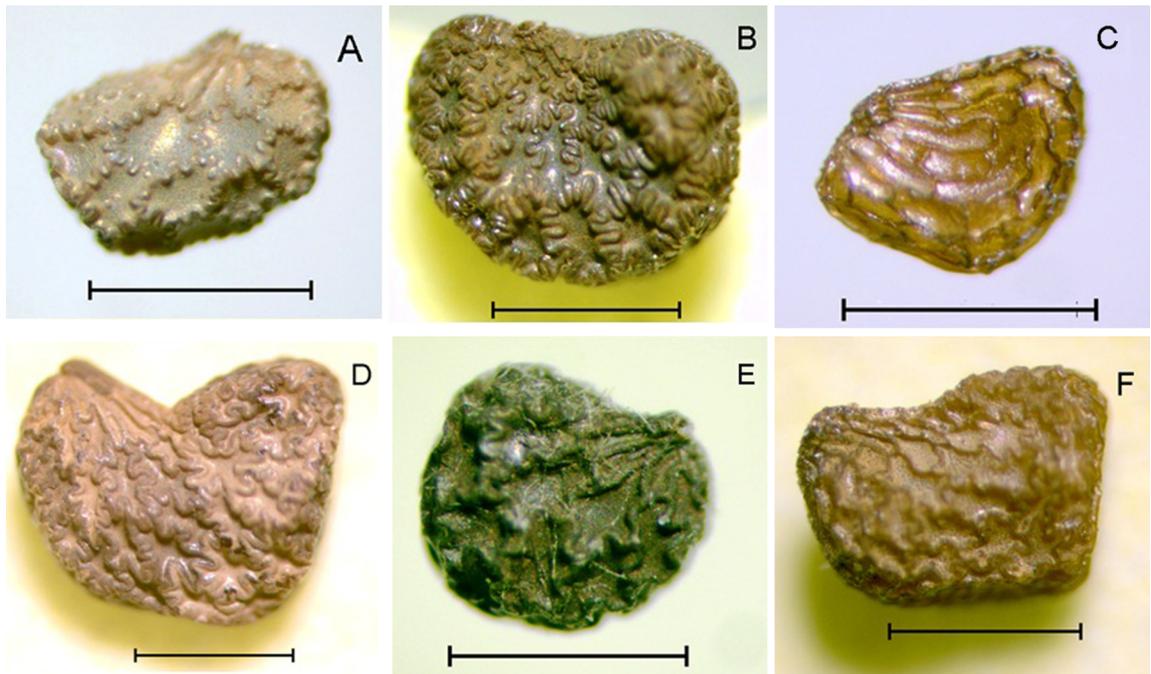


Fig. 3. Semillas de *Nicotiana* en vista sagital. **A,** *N. acuminata*. **B,** *N. corymbosa*. **C,** *N. glauca*. **D,** *N. longibracteata*. **E,** *N. miersii*. **F,** *N. petunioides*. Escalas = 0,5 mm.

elipsoidales. Con respecto al tamaño, las semillas más pequeñas corresponden a *N. sylvestris* y las más grandes a *N. longibracteata*. El hilum, rasgo morfológico distintivo en las semillas del género *Nicotiana*, suele ser bastante destacado (*N. acuminata*, *N. longibracteata*, *N. miersii*, *N. solanifolia*, *N. sylvestris* y *N. tabacum*); se ubica en una de las aristas (*N. acuminata*, *N. corymbosa*, *N. undulata* y en las semillas arqueológicas) o en uno de los vértices de la semilla, que en vista sagital es de forma aproximadamente rectangular. A su vez, las células epidérmicas en vista superficial generan ornamentaciones con diseños a modo de “puzzles” debido al contorno de su pared anticlinal; estas células varían en su forma, ya que pueden ser desde aproximadamente circulares u ovaladas hasta francamente elongadas. También se registran variaciones en la complejidad de sus paredes anticlinales, que pueden ser simples o profundamente invaginadas. Más aún, las células epidérmicas pueden mostrar formas distintas según se encuentren cerca o lejos del hilum. La situación más frecuente es la de células epidérmicas elongadas de paredes simples cerca del hilum y células circulares a ovaladas con paredes con invaginaciones profundas, lejos de éste.

Las características de la semilla varían cuando están carbonizadas. Los cambios más notables se producen en su perímetro y en el grosor de la pared anticlinal de las células epidérmicas (Tabla 1).

La Tabla 1 muestra claras diferencias entre las semillas de las especies de *Nicotiana* estudiadas en el conjunto de los rasgos cualitativos analizados, por ejemplo, forma y volumen de la semilla, patrón de ornamentación dado por las células epidérmicas en zonas cercanas y lejanas del hilum, y tipo y ubicación del hilum. Estos constituyen los rasgos diagnósticos, de utilidad para distinguir las especies de *Nicotiana*.

La comparación de estos rasgos entre semillas arqueológicas y actuales del género *Nicotiana* determinaron la adscripción taxonómica de los ejemplares arqueológicos a *N. corymbosa* (Fig. 5); ésta fue refrendada por los resultados del análisis de conglomerados basado en los rasgos cualitativos estudiados (Fig. 2).

DISCUSIÓN

En estudios sobre los tabacos aborígenes del este de Estados Unidos de Norteamérica se ha propues-

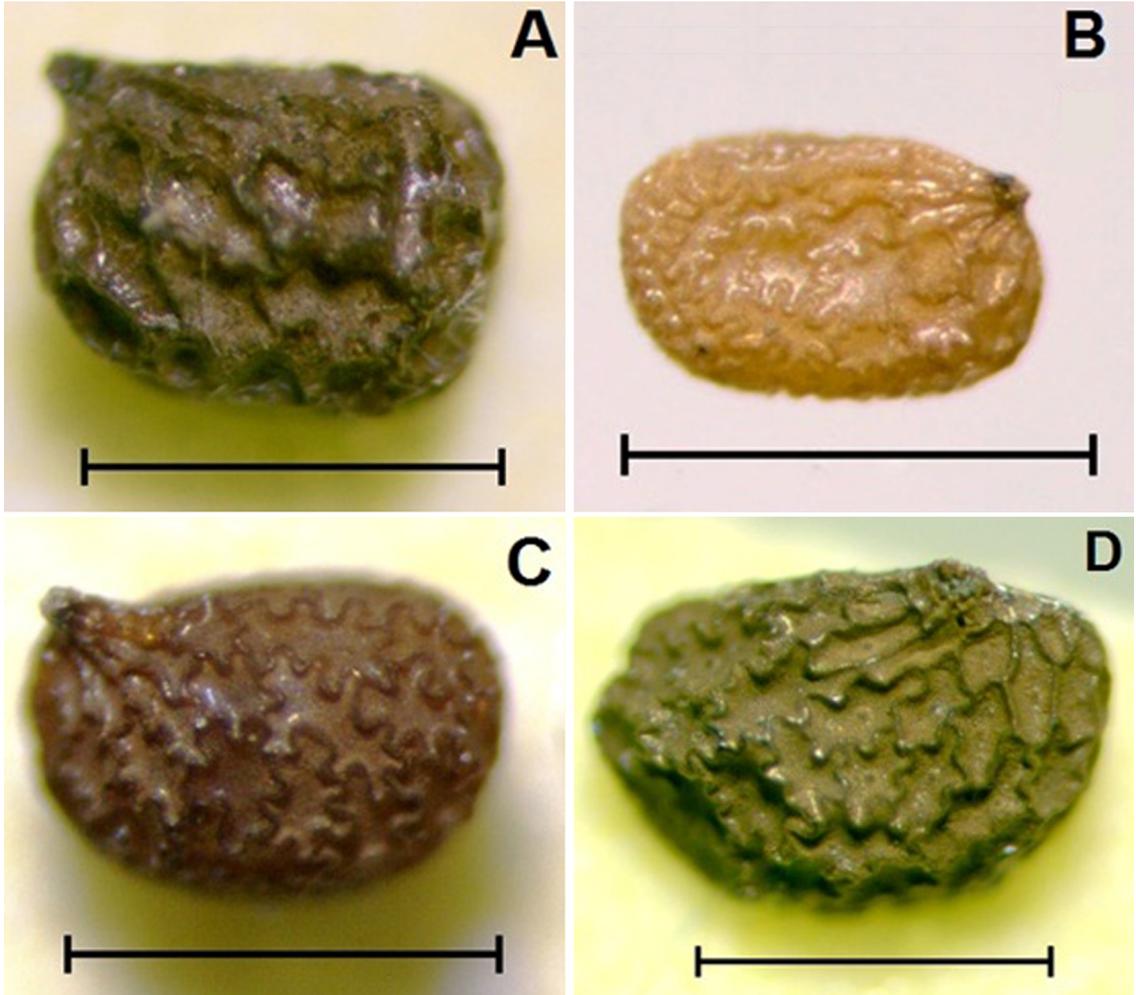


Fig. 4. Semillas de *Nicotiana* en vista sagital **A**, *N. solanifolia*. **B**, *N. sylvestris*. **C**, *N. tabacum*. **D**, *N. undulata*. Escalas = 0,5 mm.

to que es posible llegar a una identificación al nivel de especie utilizando los rasgos morfológicos que presentan las semillas (Habermann, 1984; Bahadur & Farooqui, 1986). Este enfoque ha sido posteriormente verificado en *Nicotiana* por otros autores (Wagner, 2000) y también en otros géneros botánicos (Moglia, 2000; Khalik & Van der Maesen, 2002, entre otros). Habermann (1984) destaca, sin embargo, que dichos rasgos morfológicos dependen de variables tales como el estado de madurez y conservación de las semillas, y que no siempre la identificación es factible o suficientemente convincente. Nuestro análisis demuestra que para el conjunto de especies analizadas, la forma y volumen

de la semilla, el patrón de ornamentación dado por las células epidérmicas en zonas cercanas y lejanas del hilum, y el tipo y ubicación del hilum, son caracteres relevantes que conducen a una identificación confiable. Adicionalmente, el aproximarse a los efectos tafonómicos que han experimentado las semillas arqueológicas a través de la carbonización de las muestras de referencia en el laboratorio, hace aún más confiable la identificación.

Es importante destacar que, a pesar de la antigüedad y la larga permanencia bajo tierra de las semillas arqueológicas, las mismas presentaron un buen estado de conservación, pudiendo distinguir con facilidad sus atributos morfológicos y logrando

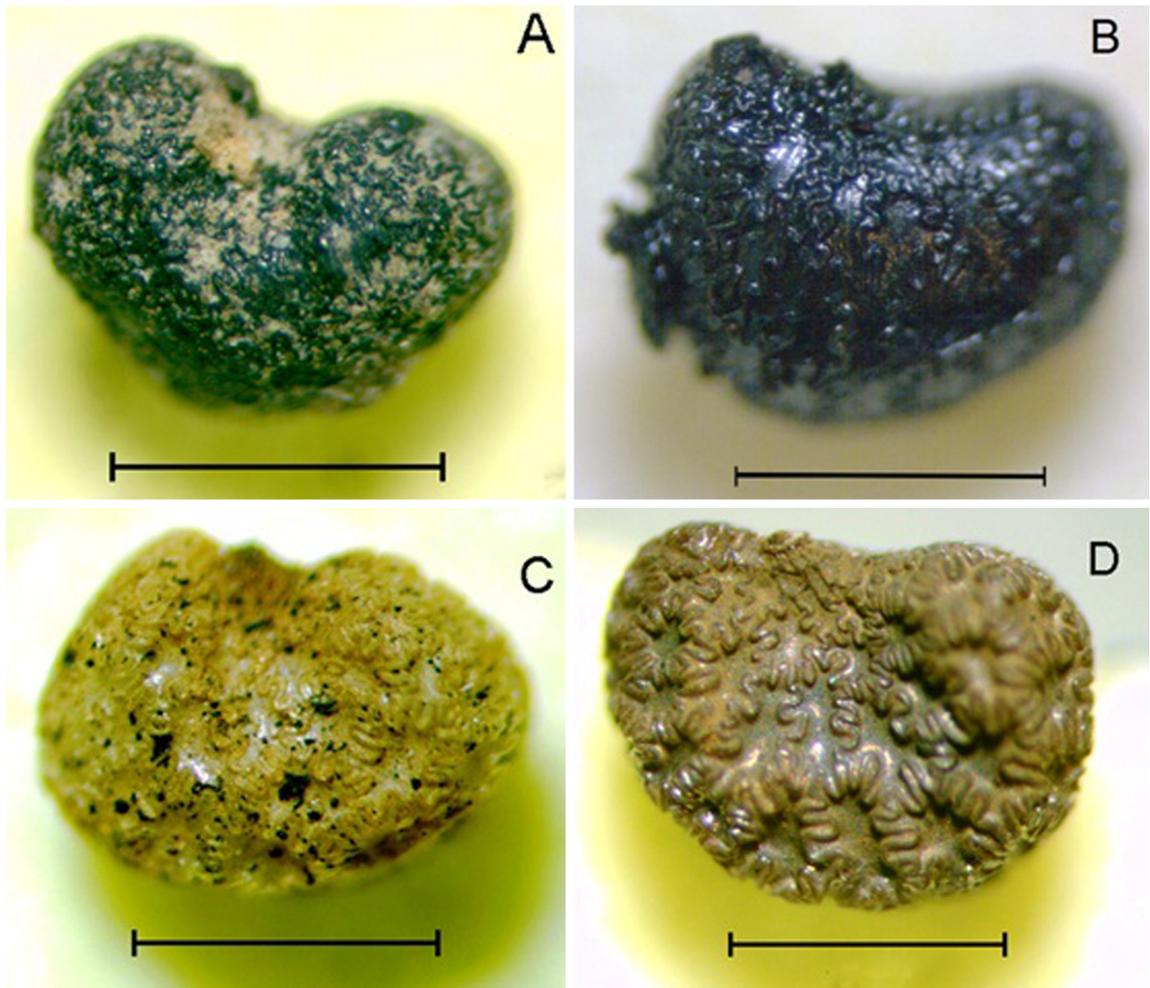


Fig. 5. Comparación de semillas de *N. corymbosa*. **A**, muestra arqueológica carbonizada. **B**, muestra actual carbonizada. **C**, muestra arqueológica desecada. **D**, muestra actual. Escalas = 0,5 mm.

determinaciones cuantitativas reproducibles. Estas observaciones señalan la robustez del método propuesto para la identificación de semillas de *Nicotiana*. Por otra parte, la colección de referencia de semillas carbonizadas en el laboratorio constituye un instrumento eficaz y confiable para refrendar semillas arqueológicas en este estado.

La especie cuya apariencia mostró una mayor cercanía con las semillas arqueológicas carbonizadas y desecadas fue *N. corymbosa*. Esta conclusión visual fue confirmada estadísticamente por el análisis de conglomerados que asignó, con un alto índice de confiabilidad, las semillas arqueológicas al mismo grupo que las semillas actuales de *N. corym-*

bosa, tanto en estado natural como carbonizadas.

Las especies de *Nicotiana* más frecuentes y abundantes en Chile central son *N. acuminata* y *N. corymbosa*. La primera habita principalmente en el valle central de Chile, en sitios alterados, bordes de caminos, taludes y a veces en ambientes rurales ruderales o incluso urbanos; la segunda predomina en sitios andinos alterados, bordes de caminos, sitios ultra-pastoreados y ruderales. El sitio arqueológico Las Morrenas 1 se encuentra en la zona actual de distribución predominante de *N. corymbosa* (Hoffmann et al., 1998; Teillier et al., 2011), lo que sugiere una posible recolección local por parte de los habitantes de dicho sitio. Sin embargo, la presencia

Tabla 1. Rasgos diagnósticos y parámetros cuantitativos (media \pm desvío estándar y rango) de las semillas estudiadas.

| | Patrón de ornamentación (pared anticlinal de las células epidérmicas en vista superficial sagital) | | | | | | Antes de carbonizar | | Después de carbonizar | |
|--------------------------|---|------------------------------|------------------|------------------------|---|---|------------------------------|---|--------------------------------|---|
| | Forma en volumen | Forma en vista sagital | Tipo de hilum | Ubicación del hilum | Cerca del hilum | Lejos del hilum | Perímetro (mm) | Células epidérmicas: grosor pared (μ m) | Perímetro (mm) | Células epidérmicas: grosor pared (μ m) |
| | | | | | elongadas con invaginaciones leves | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | | | | |
| <i>N. acuminata</i> | globosa | rectangular | destacado | arista | elongadas con invaginaciones leves | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | 2,25 \pm 0,16 (2,1-2,6) | 13,9 \pm 3,5 (9,5-18,9) | 2,22 \pm 0,05 (2,17-2,24) | 14,9 \pm 1,19 (13,6-16) |
| <i>N. corymbosa</i> | globosa | reniforme | intermedio | arista | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | 3,29 \pm 0,26 (2,8-3,8) | 16,2 \pm 3,2 (10,9-20,9) | 3,25 \pm 0,05 (3,21-3,32) | 13,6 \pm 1,24 (12,3-14,8) |
| <i>N. glauca</i> | lenticular | rectangular | inconspicuo | vértice | elongadas con bordes simples | alargadas con invaginaciones leves | 2,16 \pm 0,11 (2-2,3) | 13,5 \pm 1,32 (11,6-16,1) | 1,97 \pm 0,07 (1,92-2,06) | 12,2 \pm 1,05 (11,2-13,3) |
| <i>N. longibracteata</i> | globosa | cordiforme | destacado | vértice | elongadas con bordes simples | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | 4,10 \pm 0,31 (3,6-4,5) | 23,7 \pm 4,07 (17,2-29,3) | 3,51 \pm 0,17 (3,3-3,7) | 15 \pm 1,77 (13,0-16,5) |
| <i>N. miersii</i> | globosa | circular | destacado | vértice | elongadas con bordes simples | circulares a ovaladas con invaginaciones leves | 2,51 \pm 0,09 (2,4-2,7) | 24,6 \pm 2,69 (20,6-28,7) | 2,30 \pm 0,09 (2,2-2,37) | 20,1 \pm 3,26 (17,9-23,9) |

Tabla 1. Continuación.

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|-------------|-------------|---------|--|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <i>N. petunioides</i> | globosa | rectangular | inconspicuo | vértice | elongadas con bordes simples | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | 3,36 ± 0,20 (3,2-3,6) | 15,3 ± 1,02 (14,2-16,0) | 3 | 12,7 |
| <i>N. solanifolia</i> | globosa | rectangular | destacado | vértice | elongadas con bordes simples | elongadas con bordes simples | 2,30 ± 0,13 (2,1-2,6) | 15,1 ± 2,19 (12,4-18,6) | 2,25 ± 0,14 (2,12-2,40) | 14,5 ± 0,98 (13,5-15,4) |
| <i>N. syhvestris</i> | globosa | rectangular | destacado | vértice | elongadas con bordes simples | alargadas con invaginaciones profundas | 1,73 ± 0,10 (1,6-1,9) | 11,5 ± 1,25 (10,0-13,5) | 1,54 ± 0,04 (1,50-1,59) | 10,9 ± 0,86 (9,9-11,4) |
| <i>N. tabacum</i> | globosa | elipsoidal | destacado | vértice | circulares a ovaladas con invaginaciones leves | circulares a ovaladas con invaginaciones leves | 1,93 ± 0,06 (1,8-2,0) | 12,5 ± 1,16 (10,7-13,5) | 1,76 ± 0,05 (1,72-1,82) | 14,3 ± 1,13 (13,2-15,4) |
| <i>N. undulata</i> | globosa | elipsoidal | intermedio | arista | elongadas con bordes simples | circulares a ovaladas con invaginaciones leves | 2,87 ± 0,33 (2,1 - 3,2) | 14,9 ± 1,35 (12,2-17,2) | 2,40 ± 0,09 (2,32-2,51) | 13,7 ± 1,96 (11,6-15,5) |
| Muestra arqueológica carbonizada | globosa | reniforme | intermedio | arista | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | | | 2,58 ± 0,15 (2,4-2,9) | 13,1 ± 1,30 (11,1-15,7) |
| Muestra arqueológica desecada | globosa | reniforme | intermedio | arista | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | circulares a ovaladas con invaginaciones profundas | 2,95 ± 0,20 (2,6-3,2) | 15,8 ± 1,11 (13,7- 17) | | |

actual de *N. corymbosa* en amplias zonas vecinas de la Argentina permite considerar también la posibilidad de que las semillas encontradas en dicho sitio arqueológico provengan de la vertiente argentina de los Andes.

El método de identificación descrito abre las puertas a interesantes estudios de procedencia de los componentes biológicos del complejo fumatorio. Por ejemplo, los datos etnohistóricos señalan que el sitio La Granja, en la cuenca del Río Cacha-pual (34°10'S; 70°45'W; 500 m s. m.), fue un lugar de "junta de indios", es decir, un lugar de congregación social con fines rituales y ceremoniales de poblaciones provenientes de distintas localidades (Planella et al., 2000). El registro arqueológico apunta en la misma dirección, ya que se han encontrado en ese sitio un alto número de fragmentos de pipas de variados estilos y distribuidas en contextos de distinta funcionalidad dentro del sitio (Planella et al., 2000; Castro & Adán, 2001; Falabella et al., 2001). La ampliación del método descrito a especies del género *Nicotiana* del cono sur de Sudamérica permitirá determinar la diversidad de áreas de procedencia de dichas especies, así como también de los grupos humanos que pudieron haber participado en estos encuentros.

En síntesis, los resultados de este estudio constituyen un aporte para ampliar la comprensión de los elementos de la naturaleza que integran los contextos culturales del Período Alfarero temprano de Chile central, en particular del Complejo fumatorio. La existencia de un método confiable para la identificación de semillas de especies de *Nicotiana* apunta a la necesidad de optimizar los procedimientos de recuperación de semillas pequeñas durante y con posterioridad al trabajo en terreno. A su vez, el método descrito permite conocer la disponibilidad y utilización de ciertas especies en distintos ámbitos ecológicos de la región en épocas prehistóricas e históricas. Extendido a otras especies de *Nicotiana* del cono Sur de Sudamérica, el método permitirá discutir procesos de intercambio con otras áreas culturales o regiones y también reconocer posibles rasgos de manipulación humana.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Luis Cornejo y al proyecto FONDECYT 1970071 por el acceso al sitio arqueológico para tomar muestras, a Alicia Marticorena, curadora del Herbario de la Universidad de Concepción, a Gloria Rojas,

curadora de la sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural, a Sebastián Teillier y a Blanca Tagle por facilitar especímenes de *Nicotiana* de sus colectas en distintas regiones del país. Este trabajo es producto del Proyecto FONDECYT 1121097 "Complejos fumatorios del periodo Alfarero temprano en Chile semiárido y centro sur: un estudio multidisciplinario".

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, K. & M. S. Toll. 2000. Tobacco Use, Ecology and Manipulation in the Prehistoric and Historic Southwestern United States, en J. C. Winter (ed.), *Tobacco Use by Native North Americans*, pp. 143-170. Oklahoma: Norman, University of Oklahoma Press.
- Andreoni, D. F.; R. C. Spano & V. Lema. 2012. Nota sobre evidencias de uso de plantas en el sitio Soria 2 a partir del análisis microscópico del contenido de pipas. *Arqueología*, de próxima aparición.
- Bahadur, B. & S. M. Farooqui. 1986. Seed and seed coat characters in Australian *Nicotiana*, en W. G. D'Arcy (ed.), *Solanaceae: Biology and Systematics*, pp. 114-137. New York: Columbia University Press.
- Capparelli, A.; M. L. Pochettino, D. Andreoni & R. D. Iturriaza. 2006. Differences between written and archaeological record: The case of plant micro remains recovered at a Northwestern Argentinean Pipe. *Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005)*, 21 - 26 de agosto de 2005, Estambul (Turquía). Tomo 6: 397-406.
- Castro, V. & L. Adán 2001. Abriendo diálogos. Una mirada entre la etnohistoria y la arqueología del Área Centro Sur de Chile: Asentamientos en la Zona Mapuche. *Revista Werkén* 2: 5-35.
- Falabella, F.; M. T. Planella & B. Tagle. 2001. Pipes and smoking traditions of the prehispanic society in the Early Ceramic period in the central region of Chile. *Eleusis* 5: 137-151.
- Guevara, T. & A. Oyarzún. 1912. El tabaco y las pipas prehistóricas de Chile. *Actas del XVII Congreso Internacional de Americanistas*, 17-23 de mayo de 1910, Buenos Aires (Argentina) pp 414-437. Buenos Aires: Imprenta y Casa Editora Juan A. Alsina.
- Habermann, T. W. 1984. Evidence for aboriginal tobaccos in Eastern North America. *American Antiquity* 49: 269-287.
- Hammer, Ø.; D. A. T. Harper & P. D. Ryan 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1), art. 4: 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. [Consulta: julio 2012].
- Hoffmann, A.; M. Kalin Arroyo, F. Liberona, M. Muñoz & J. Watson 1998. *Plantas Altoandinas en la Flora Silvestre de Chile*. Santiago de Chile: Ediciones Fundación Claudio Gay.

- Jara, J. 2012. *Alfarería en grupos cazadores recolectores tardíos de Chile central*. Tesis de maestría. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales.
- Khalik, K. A. & L. J. G. Van der Maesen. 2002. Seed morphology of some tribes of Brassicaceae (implications for taxonomy and species identification for the flora of Egypt). *Blumea* 47: 363-383.
- Latcham, R. 1936. *La Agricultura precolombiana en Chile y los países vecinos*. Santiago de Chile: Ediciones de la Universidad de Chile.
- Marticorena, C. & M. Quezada 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana* 42: 1-157.
- Moglia, M. 2000. Differential morphological characteristics of *Acacia* seeds (Fabaceae) from native species in San Luis (Argentina). *Phyton* 68: 55-63.
- Pérez Gollán, J. A. & I. Gordillo 1994. Vilca/Uturuncu. Hacia una arqueología del uso de alucinógenos en las sociedades prehispánicas de los Andes del Sur. *Cuicuilco (México)* 1: 99-140.
- Planella, M. T.; F. Falabella & B. Tagle 2000. Complejo Fumatorio del Período Alfarero Temprano en Chile Central. *Contribución Arqueológica* 5: 895-909.
- Planella, M. T.; L. Cornejo & B. Tagle 2005. Alero Las Morrenas 1: evidencias de cultígenos entre cazadores recolectores de finales del Período Arcaico en Chile Central. *Chungara, Revista de Antropología* 37: 59-74.
- Planella, M. T.; C. Belmar, L. Quiroz & D. Estévez 2012. Propuesta integradora para un estudio de plantas con propiedades psicoactivas en pipas del Período Alfarero Temprano y sus implicancias sociales. *Revista Chilena de Antropología* 25: 91- 117.
- Rafferty, S. M. 2002. Identification of nicotine by gas chromatography/mass spectrometry analysis of smoking pipe residue. *Journal of Archaeological Science* 29: 897-907.
- Rafferty, S. M. 2006. Evidence of early tobacco in Northeastern North America?. *Journal of Archaeological Science* 33: 453-458.
- Rafferty, S. M.; I. Lednev, K. Virkler & Z. Chovanec 2012. Current research on smoking pipe residues. *Journal of Archaeological Science* 39: 1951-1959.
- Sanhueza, L. 2004. *Estilos tecnológicos e identidades sociales durante el período Alfarero Temprano en Chile central: una mirada desde la alfarería*. Tesis de maestría. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales.
- Serrano, A. 1934. El uso del tabaco y vegetales narcotizantes entre los indígenas de América. *Revista Geográfica Americana* 2: 415-428.
- Teillier, S.; A. Marticorena & H. M. Niemeyer. 2011. *Flora Andina del Santiago. Guía para la identificación de especies de las cuencas del Maipo y del Mapocho*. Santiago de Chile: Imprenta Puntografix.
- Wagner, G. E. 2000. Tobacco in Prehistoric Eastern North America, en J. C. Winter (ed.), *Tobacco Use by Native North Americans*, pp. 185-201. Oklahoma: Norman, University of Oklahoma Press.
- Westfall, C. 1993-1994. Pipas prehispánicas de Chile. Discusión en torno a su distribución y contexto. *Revista Chilena de Antropología* 12: 123-161.
- Winter, J. C. 2000. Tradicional Uses of Tobacco by Native Americans, en J. C. Winter (ed.), *Tobacco Use by Native North Americans*, pp. 9- 58. Oklahoma: Norman, University of Oklahoma Press.