

## ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LAS MODIFICACIONES CULTURALES DEL CRÁNEO EN EL CENTRO-OESTE DE ARGENTINA.

### MORPHOMETRIC STUDY OF CULTURAL MODIFICATIONS OF SKULL IN MIDWEST ARGENTINA.

Lumila Menéndez<sup>1</sup> y Federico Lotto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET. División Arqueología. Edificio Anexo del Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Calles 122 y 60, (1900) La Plata, Argentina, [lumilam@gmail.com](mailto:lumilam@gmail.com);

<sup>2</sup> CONICET. División Antropología. Edificio Anexo del Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Calles 122 y 60, (1900) La Plata, Argentina, [federicolotto@gmail.com](mailto:federicolotto@gmail.com)

*Presentado: 24/04/2016 - Aceptado: 10/06/2016*

#### **Resumen**

*El objetivo del presente trabajo es analizar cuantitativamente la variación morfológica como producto de las modificaciones culturales del cráneo en individuos que habitaron el Centro-Oeste de Argentina (COA) durante el Holoceno tardío. Se analizaron 204 cráneos de individuos procedentes de sitios arqueológicos de Mendoza y San Juan, en los cuales se registraron 44 puntos que describen el contorno sagital y lateral de la bóveda craneana, utilizando un brazo mecánico Microscribe 2X. Se realizó una superposición Procrustes y un Análisis de Componentes Principales para evaluar cambios en forma de la bóveda craneana en los individuos de toda la región, y particularmente en cuatro regiones geográficas (norte de San Juan, sur de San Juan, norte de Mendoza y sur de Mendoza). Los resultados muestran que los individuos del COA exhiben una amplia variación que incluye individuos sin modificaciones craneanas, individuos con aplanamiento fronto-occipital, de la zona lámbdica, y del hueso occipital, además de formas intermedias. Se presentan los patrones de variación a partir de mapa de colores sobre un modelo tridimensional del cráneo y se discute su interpretación en el contexto de la dinámica poblacional de la región.*

**Palabras clave:** morfometría geométrica, Holoceno tardío, bóveda craneana, mapa de colores

#### **Abstract**

*The aim of this study is to quantitatively analyze the morphological variation due to cultural changes of the skull in individuals who inhabited the Central West of Argentina (COA) during the late Holocene. A total of 204 skulls of Mendoza and San Juan archaeological sites were analyzed, in which 44 points that describe the sagittal contour of the cranial vault were recorded using a*

*mechanical arm Microscribe 2X. A Procrustes Superposition and Principal Component Analysis were performed to assess the main changes in cranial vault shape, considering all the individuals throughout the region, and particularly in four geographical regions (north San Juan, south San Juan, north of Mendoza, south of Mendoza). The results show that the COA individuals exhibit a wide variation including individuals without cranial modifications, individuals with fronto-occipital flattening, the lambdaic area, the occipital bone and intermediate shapes. Patterns of variation are presented through color maps based on a three-dimensional model of the skull, and its interpretation is discussed in the context of population dynamics of the region.*

**Keywords:** *geometric morphometrics, Late Holocene, cranial vault, colour maps*

## **Introducción**

Las Modificaciones Culturales del Cráneo (MCC), tradicionalmente llamadas “deformaciones craneanas artificiales”, son el producto de alteraciones en el crecimiento normal del mismo, como resultado de la aplicación de fuerzas externas durante los primeros años de vida (Brothwell 1981; Dembo e Imbelloni 1938; Pérez 2007; Ubelaker 1984). La principal consecuencia de esta práctica es la alteración en magnitud y dirección de los vectores que describen la forma general del cráneo (Manríquez *et al.* 2006). Particularmente, cuando se altera el contorno sagital, el eje de simetría cambia, creando diversos ángulos sobre el plano auriculo-orbitario o de Frankfurt (Munizaga 1987). Esta práctica se encuentra difundida en todos los continentes, a pesar de ser más frecuente en Oceanía y América (Broca 1879; Dembo e Imbelloni 1938; Dingwall 1931; Flower 1881; Imbelloni 1924-25, 1933; Rivero y von Tschudi 1851; Topinard 1879, entre otros). Temporalmente se encuentra difundida con amplitud durante el Holoceno Tardío, aunque también se ha descrito en *Homo neanderthalensis* (Trinkaus 1982), en grupos australianos durante la transición Pleistoceno/Holoceno (Antón y Weinstein 1999; Durband 2011) y en grupos amazónicos hace treinta años (Tommaseo y Drusini 1984).

Las MCC se producen como resultado de prácticas culturales que pueden ser tanto intencionales como no-intencionales (Dembo e Imbelloni 1938; Imbelloni 1924-25). Mientras que las modificaciones intencionales se realizan con el fin de alterar la forma final de la bóveda craneana, las no-intencionales se producen de manera secundaria como resultado de otra actividad (i.e. uso de cunas para transporte). Sin embargo, cualquiera sea la forma final de la bóveda del cráneo, constituye una parte fundamental de la identidad de una persona desde temprana edad, que expresa significados sociales como un símbolo de identidad poderoso, constante y destacable visualmente (Blom 1999, 2005; Munizaga 1992; Torres-Rouff 2002, 2003). El significado de dichas prácticas varía a través de los distintos grupos, aunque en términos generales, están asociados a nociones de adscripción

identitaria, e indican diferencias territoriales, de estatus social y/o de género de los individuos (Blom 1999; Dembo e Imbelloni 1938; Torres-Rouff 2002).

Los primeros trabajos sobre MCC han utilizado descripciones cualitativas mediante métodos morfoscópicos, a partir de las cuales posteriormente se clasificaban los cráneos desde una perspectiva tipológica (Dingwall 1931; Gosse 1861; Hrdlicka 1912; Imbelloni 1924-25; Munizaga 1965; Neumann 1942; Rivero y von Tschudi 1851; Topinard 1879; Weiss 1961). El esquema clasificatorio más ampliamente utilizado fue el planteado por Imbelloni (1924-25), quien clasificó la variación de dichas prácticas en base a la morfología externa del cráneo y al artefacto deformativo asociado, a partir del estudio de series de individuos americanos (tabulares vs. anulares; Dembo e Imbelloni 1938). Este esquema fue rápidamente adoptado por la comunidad académica internacional, e incluso fue incorporado en la segunda edición del célebre manual de Rudolf Martin (1928). Una clasificación alternativa, basada en el resultado de la MCC antes que en el tipo de aparato deformador o tecnología utilizada, es la de Neumann (1942), aplicada principalmente a poblaciones prehistóricas de América del Norte. Sin embargo, el empleo de estas técnicas para la determinación de las MCC presenta varias dificultades, representadas principalmente por el alto grado de subjetividad y el bajo grado de replicabilidad interobservador que presentan los resultados. Gran parte de estos inconvenientes han sido discutidos por Pérez (2007), quien los atribuye al intento de ajustar una variación que es naturalmente continua en clases o tipos discretos. Recientemente se han empleado diversas aproximaciones para transformar la variación morfológica cualitativa en información cuantitativa continua. Algunas de estas metodologías alternativas están basadas en funciones discriminantes que permiten definir más estrictamente tipos (Clark *et al.* 2007; O'Brien y Stanley 2013), mientras que otras cuya ventaja es el alto grado de precisión, replicabilidad y capacidad de visualización (D'Addona *et al.* 2011; Manríquez *et al.* 2006; Pérez 2006, 2007; Pérez *et al.* 2009a; Serna *et al.* 2013), combinan técnicas de morfometría geométrica en 2D y estadística multivariada con el fin de capturar la información geométrica en la variación de las MCC.

Existe un amplio consenso en que los principales cambios morfológicos que se producen como producto de estas prácticas se registran en la bóveda craneana, dado que es el área donde se ejercen las presiones mecánicas de forma directa. Sin embargo, mientras que algunos investigadores han planteado que dichas alteraciones incluyen otras áreas como el esplanocráneo, alterando las medidas faciales entre los individuos que las presentan y aquellos que no (Anton 1989; Björk y Björk 1964; Boston *et al.* 2015; Cheverud *et al.* 1992; Cybulski 1975; Hrdlicka 1912; Kohn *et al.* 1993; Manríquez *et al.* 2006; Oettinger 1930; Pomeroy *et al.* 2010; Rhode y Arriaza 2006), otros consideran que dichos cambios no son sustanciales (Cocilovo 1975; Ewing 1950; Rothhammer *et al.* 1982; Ross y Ubelaker 2009; Verano 1987). También un conjunto de trabajos plantean que se producen alteraciones en la

base craneana (Blackwood y Danby 1955; Moss 1958; McNeill y Newton 1965; Oetteking 1924; Schendel *et al.* 1980), e incluso en la mandíbula (Cheverud y Midkiff 1992). Dado el existente disenso, los efectos secundarios de las MCC sobre las otras áreas craneanas parecen variar inter-poblacionalmente.

En el sur de Sudamérica, las MCC se encuentran presentes en una gran cantidad de individuos provenientes de sitios arqueológicos (Berón y Baffi 2003; Bórmida 1953-54; Cocilovo 1973, 1975; Cocilovo y Guichón 1994; Dembo e Imbelloni 1938; Drube 2010; Manríquez *et al.* 2006; Mendonca *et al.* 1986; Okumura 2014; Pérez 2006, 2007; Pérez *et al.* 2009a; Pucciarelli 1978; Sardi y Pucciarelli 2001; Serna *et al.* 2013, entre otros), siendo las más antiguas las de Lauricocha (Perú) hace 8000-6000 años AP (Cardich 1964-66). Debido a que anteriormente se consideraba que las MCC disminuían gradualmente hacia el sur, encontrándose totalmente ausentes en los grupos fueguinos (Dingwall 1931, aunque ver Pérez *et al.* 2009b), los estudios de principios del siglo XX se focalizaron en las MCC del norte y centro de los Andes. De acuerdo con estos trabajos, las MCC permitirían estructurar y unir a grupos culturalmente dispares bajo una misma ideología identitaria (Drube 2010). En el COA las MCC fueron estudiadas por Constanzó (1942), Rusconi (1962) y Bárcena (1974-76), quienes realizaron descripciones cualitativas, y Pastore (1977, 1985), quien realizó estudios mediante una técnica cuantitativa denominada craneotrigonometría (Hererra Fritot 1964), originalmente desarrollada por Imbelloni (1921). Recientemente, utilizando técnicas morfométricas en 2D, se incluyeron individuos del sur de Mendoza y de San Juan en estudios macroregionales sobre MCC (Pérez 2006, 2007; Pérez *et al.* 2009a), y en particular se analizó el patrón de variación de MCC en una serie de individuos del COA (D'Addona *et al.* 2011). Mientras que algunos de estos investigadores (Bárcena 1974-76; Constanzó 1942) definieron las variedades encontradas en base al esquema planteado por Imbelloni (1924-25), otros (D'Addona *et al.* 2011; Pastore 1977, 1985; Pérez 2006, 2007; Pérez *et al.* 2009a; Rusconi 1962) clasificaron las muestras en base a las alteraciones producidas en el cráneo (Tabla 1).

Hasta el momento no se han realizado trabajos sistemáticos donde se estudie mediante técnicas morfométricas en 3D las MCC en individuos provenientes del COA. Los estudios en 3D permiten captar mayor información que los estudios en 2D, ya que introducen un tercer eje de coordenadas cartesianas, mientras que los estudios en 2D de estructuras tridimensionales, inevitablemente implican una pérdida de información y un grado de imprecisión en las estimaciones (Cardini 2014). En este sentido, el objetivo principal de este trabajo es analizar cuantitativamente la variación en las MCC en muestras del COA. Particularmente se evaluará la diversidad de las MCC presentes a lo largo de la mencionada región geográfica. Tomando en cuenta los antecedentes disponibles para el patrón de distribución espacial de las MCC se espera que en el caso del COA la diversidad de las MCC

sea mayor en las muestras del norte respecto a las del sur. Asimismo se estudiarán los principales cambios morfológicos en la bóveda craneana y otras áreas del cráneo, como producto de estas prácticas. Se espera que los principales cambios se presenten en la región occipital como producto de las presiones ejercidas en esta área, aunque también se espera encontrar cambios en el frontal.

Investigadores	Tipo de estudio	Muestras analizadas	Variedades definidas por el autor
Constanzó (1942)	descriptivo	SM, NM, SSJ, NSJ	Tabular erecta, tabular «plano sobre el lambda»
Rusconi (1962)	descriptivo	NM	Curvo-plano, «aplanamiento frontal»
Bárcena (1974-76)	descriptivo	NM	Tabular-erecta, tabular oblicua
Pastore (1977, 1985)	craneo-trigonometría	NSJ	«achatación planolámbdico»
Perez (2006, 2007)	morfometría geométrica 2D	SM, SSJ, NSJ	compresión fronto-occipital, compresión lámbdica, morfología intermedia
D'Addona <i>et al.</i> (2011)	morfometría geométrica 2D	SM, NM, SSJ, NSJ	aplanamientos occipital, lámbdico, fronto-occipital

Tabla 1. Estudios previos sobre modificaciones culturales del cráneo con muestras del Centro-Oeste de Argentina. Referencias: NSJ (norte de San Juan); SSJ (sur de San Juan); NM (norte de Mendoza); SM (sur de Mendoza).

## Materiales

Se analizaron 204 cráneos de individuos adultos de ambos sexos, procedentes de 55 sitios arqueológicos de las provincias de Mendoza y San Juan (Tabla 2). Dichos cráneos se encuentran depositados formando parte de las colecciones del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo "Prof. M. Gambier" de San Juan (MMG), Museo de Historia Natural de San Rafael (MSR), Museo Regional Malargüe (MRM), Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas "Juan Cornelio Moyano" (MCM), Museo de La Plata (MLP) y Museo Etnográfico "J.B. Ambrosetti" de Buenos Aires (ME) (Tabla 2). Gran parte de estos cráneos fueron obtenidos en expediciones realizadas entre principios y mediados de siglo XX, creando las colecciones fundacionales de los museos de los cuales forman parte (Debenedetti 1917; Lehmann-Nitsche 1910; Rusconi 1962), mientras que otros constituyen donaciones o fueron recuperados en excavaciones arqueológicas recientes. Todos los individuos han sido asignados cronológicamente al Holoceno tardío final (Menéndez 2015).

Región geográfica	N° Mapa	Sitio arqueológico	N° Ind.	Cronología (años)AP	Depositado en
NSJ	1	Jachal	7	607-608 ± 43	MLP
	2	Pachimoco	4	Holoceno tardío	ME
	3	Angualasto	4	590-650 ± 40	ME
	4	Gualcamayo	11	1020-2360 ± 60	MMG
SSJ	5	Calingasta	47	388-880 ± 50	MLP; ME
	6	La Majadita	2	Holoceno tardío	MLP
NM	7	Uspallata	11	580-1922 ± 70	MLP; ME
	7	Uspallata, Túmulo 1	2	977 ± 35	MCM
	7	Uspallata, Túmulo 2	6	1178-1269 ± 40	MCM
	7	Uspallata, Túmulo 3	2	671 ± 40	MCM
	7	Uspallata, Barrio Ramos	3	583 ± 43	MCM
	7	Potrero Las Colonias	15	568 ± 38	MCM
	8	Laguna del Rosario	2	840-1063 ± 45	MCM
	9	Mendoza ciudad	7	1902 ± 40	MCM; ME; MLP
	10	Las Heras	2	Holoceno tardío	ME
	11	Papagayos	1	Holoceno tardío	MCM
	12	Barrancas 1	2	1597 ± 38	MCM
	12	Barrancas 2	3	2084 ± 40	MCM
	12	Barrancas, cantera 1	2	Holoceno tardío	MCM
	12	Barrancas, B6	11	2251-2260 ± 60	MCM
	12	Finca Bertona	2	Holoceno tardío	MCM
	13	Rivadavia	1	1736 ± 49	MCM
	14	Capiz Alto	2	246-423 ± 40	MCM
	15	San Carlos	1	Holoceno tardío	MSR
16	Viluco	3	208 ± 38	MCM	
17	Guaimallen	1	Holoceno tardío	MCM	
18	Agua de las Avispas	1	Holoceno tardío	MCM	
19	Cañada Seca	2	1790+50	MSR	
20	Medano Puesto Diaz	1	Holoceno tardío	ME	
21	Loma del Eje	2	Holoceno tardío	MSR	
21	Puesto Aisol	1	Holoceno tardío	MSR	
21	Rincón del Atuel	1	1760 ± 70	MSR	
22	Jaime Prats	2	1880+49	MSR	
23	El Nihuil	2	274 ± 45	MSR	
24	Laguna de Llancanelo	2	850-1008 ± 40	MRM	
25	Puesto Tierras Blancas	1	200	MSR	
26	El Chacay	2	1472-2321 ± 66	ME	
26	Las Ramadas	1	965 ± 35	MSR	

Región geográfica	Nº Mapa	Sitio arqueológico	Nº Ind.	Cronología (años)AP	Depositado en
	27	Cerro Mesa	3	Holoceno tardío	MSR
	28	Cañada de las Vizcachas	2	573 ± 33	MRM
	29	El Manzano	1	Holoceno tardío	MSR
	30	La Matancilla	1	470 ± 50	MSR
	31	Payen	3	443 ± 36	MRM
	32	Ciénaga de Borbarán	1	274 ± 48	MRM
	33	El Sosneado	3	Holoceno tardío	MSR
	34	Malargüe	6	Holoceno tardío	MCM; MLP; MSR
	35	Los Coroneles	1	Holoceno tardío	MSR
	36	Villa 25 de Mayo	4	Holoceno tardío	MSR
	37	Arroyo Los Jilgueros	1	Holoceno tardío	MSR
	37	Agua del Zapallo	1	Holoceno tardío	MSR
	37	Río Diamante	1	Holoceno tardío	MSR
	38	Respolar	1	Holoceno tardío	MSR
	39	Arroyo El Tigre	1	Holoceno tardío	MSR
	40	Agua del Médano	1	Holoceno tardío	MSR
	44	Morales	1	Holoceno tardío	MSR
Total Ind.			204		

Tabla 2. Detalle de las muestras analizadas por región geográfica y sitio arqueológico.

Los individuos fueron agrupados en cuatro muestras de acuerdo a la región geográfica de procedencia. Las regiones definidas en este trabajo se basan en estudios morfoestructurales (Abraham 2000; Capitanelli 1972; Suvires 2000), climáticos (Capitanelli 1972; Norte 2000; Pereyra 2000), hidrográficos (Torres y Zambrano 2000; Zambrano y Torres 2000) y fito-zoogeográficos (Cabrera 1971; Roig 1972) previos. Asimismo se encuentra en concordancia con las evidencias e interpretaciones del registro arqueológico de la región (Cortegoso 2004; Durán *et al.* 2004; Gambier 2000; Gil *et al.* 2006, 2010; Lagiglia 2002; Novellino *et al.* 2004), y han sido utilizados en estudios arqueológicos con muestras de Mendoza recientemente (Andreoni 2014; Giardina 2010; Gil *et al.* 2011; Neme y Gil 2013; Otaola 2013) y posteriormente extendido a la provincia de San Juan (Menéndez 2015). De esta manera, se subdividió a la región del COA en cuatro áreas, en base a los dos cursos de agua principales que atraviesan la región en sentido O/E, el río San Juan y el Diamante: norte de San Juan (NSJ), sur de San Juan (SSJ), norte de Mendoza (NM), sur de Mendoza (SM) (Figura 1).

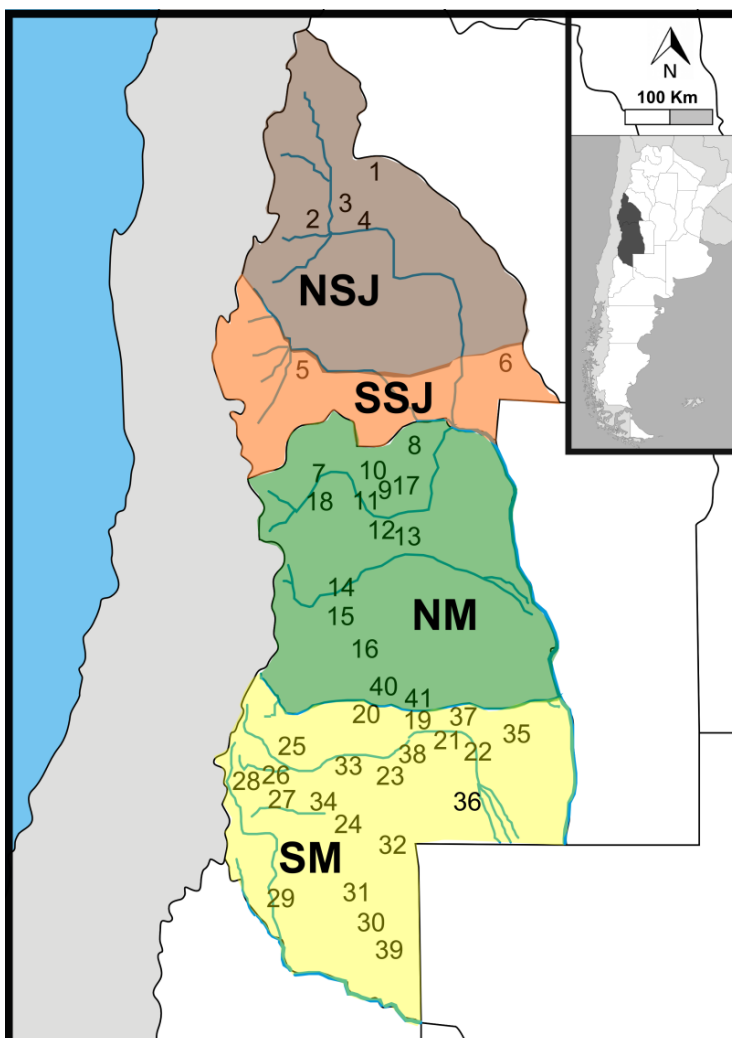


Figura 1. Mapa mostrando regiones geográficas y sitios arqueológicos de donde provienen las muestras estudiadas en el presente trabajo. Referencias en Tabla 2.

Las determinaciones de sexo y edad se realizaron siguiendo los procedimientos anatómicos estándares descritos por Buikstra y Ubelaker (1994). Dado que las muestras pertenecen a colecciones de museo, la mayoría de las unidades anatómicas se encuentran desarticuladas, por lo que las determinaciones se realizaron a partir de los rasgos craneales únicamente. Respecto de la edad, los individuos fueron asignados a una de dos categorías, subadultos y adultos, en base a la inspección del cierre de la sutura esfeno-basilar y la erupción del tercer molar (M3; Buikstra y Ubelaker 1994). Se consideraron como adultos a aquellos individuos que tenían la sutura esfenobasilar cerrada y el M3 erupcionado. A los fines de este trabajo se descartaron a los individuos subadultos, por lo que se incluyeron sólo a los adultos en los análisis. La determinación de sexo se realizó macroscópicamente inspeccionando estructuras anatómicas que presentan un alto grado de dimorfismo sexual



(Buikstra y Ubelaker 1994; González *et al.* 2011), además de altos niveles de conservación en los contextos arqueológicos (Peterson y Dechow 2003). De esta manera se consideraron la glabella, malar, frontal, proceso mastoideo, prominencia mentoniana y cresta nual. Cabe destacar que la mayor parte de los rasgos utilizados pertenecen al esqueleto facial, y según se ha demostrado previamente (Retamal Yermani 2004), dichos rasgos no se encuentran influenciados por las MCC en la estimación del sexo. Por tanto, en base a la propuesta de Buikstra y Ubelaker (1994), se utilizó una escala de 1 al 5; donde 1 representa las características gráciles típicas de cráneos de sexo femenino y 5 las características típicamente masculinas, aumentando progresivamente el grado de expresión de cada variable. Teniendo en cuenta las estructuras previamente mencionadas, en cada uno de los cráneos se determinó el sexo, clasificando a los individuos en femeninos, masculinos e indeterminados.

## Métodos

Se digitalizaron 44 puntos anatómicos que corresponden a 11 *landmarks* (l) y 33 *semilandmarks* (sl) con un brazo mecánico Microscribe G2X. Los puntos describen el contorno de la línea sagital y tres curvas en sentido antero-posterior de la bóveda craneana (Figura 2). Los puntos fueron seleccionados siguiendo a Martin y Saller (1957), Howells (1973), Gonzalez *et al.* (2011) y Menéndez (2015).

Las coordenadas originales fueron superpuestas mediante el uso de una extensión del método de Superposición Procrustes Generalizado (GPS) (Bookstein 1991). Este método alinea las configuraciones de *landmarks* y *semilandmarks*, y estandariza la información sobre el tamaño, posición y orientación de las coordenadas cartesianas, así como también las diferencias tangentes a un contorno en el caso de *semilandmarks* (Bookstein *et al.* 1999; Gunz *et al.* 2005; Pérez *et al.* 2006). La variación en la forma de la bóveda craneana fue definida por el conjunto de las coordenadas resultantes al remover las diferencias en la localización, la escala y la orientación de las coordenadas originales (Bookstein 1991, 1996). Estas nuevas coordenadas se utilizaron posteriormente como variables de forma, cuya varianza fue resumida en unas pocas dimensiones mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP; Johnson 2000). Se calcularon Componentes Principales (CP) con todos los individuos de la muestra, y con los individuos de cada región geográfica. Estos análisis fueron realizados mediante el programa MorphoJ (Klingenberg 2011).

En primer lugar, con el fin de evaluar la variación en la bóveda craneana en el COA se realizó un Análisis de Variables Canónicas (AVC) utilizando como variable de agrupamiento la región geográfica de procedencia (SM, NM, SSJ, NSJ). El principal objetivo de este análisis es comprender cómo las variables independientes combinadas linealmente

(i.e. variables de forma, en este caso dadas por los CP que resumían el 80% de la variación), sirven para diferenciar entre los grupos definidos por la variable dependiente (i.e. regiones geográficas). Es decir, permite ver si es posible separar distintos grupos a partir de las variables de agrupamiento que se encuentran disponibles (Martínez Arias 1999). Adicionalmente se calcularon distancias Procrustes entre dichos grupos utilizando R (R Core Team 2012), para evaluar la significancia de dicha separación mediante valores de  $p$  en base a 10.000 permutaciones.

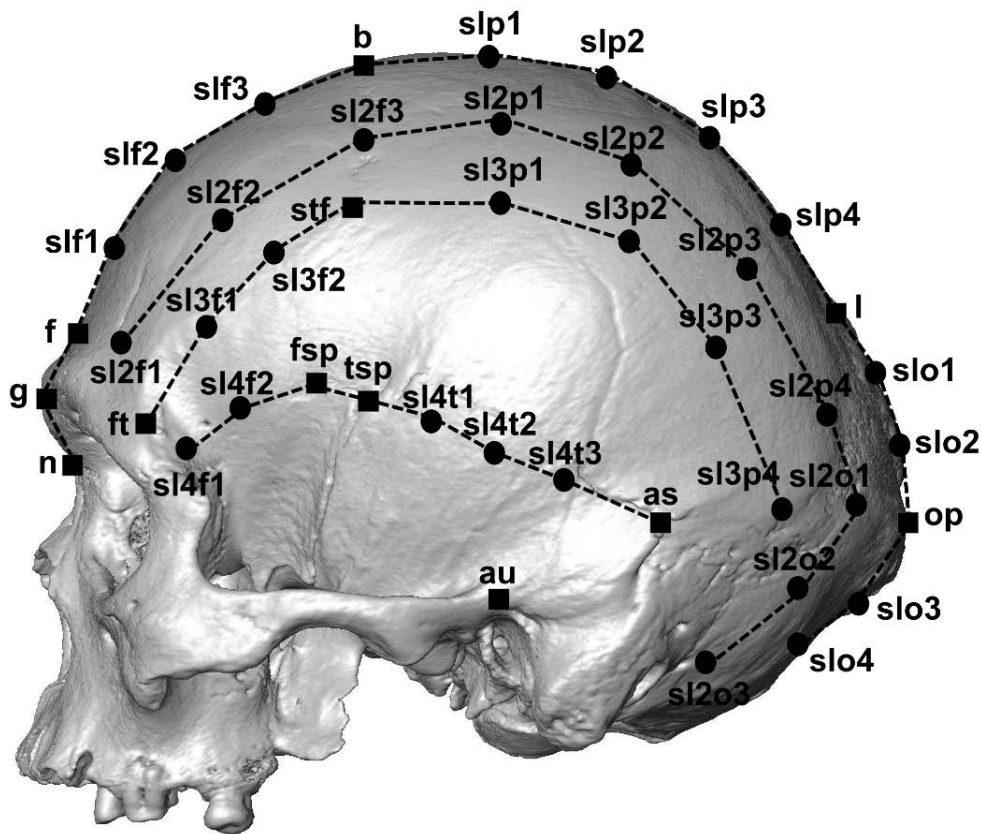


Figura 2. Puntos anatómicos de la bóveda craneana registrados para el estudio (n: nasion, g: glabella, f: frontex, slf1: sl frontal 1, slf2: sl frontal 2, slf3: sl frontal 3, b: bregma, slp1: sl parietal 1, slp2: sl parietal 2, slp3: sl parietal 3, slp4: sl parietal 4, l: lambda, slo1: sl occipital 1, slo2: sl occipital 2, op: opistocranion, slo3: sl occipital 3, slo4: sl occipital 4, sl2f1: sl2 frontal 1, sl2f2: sl2 frontal 2, sl2f3: sl2 frontal 3, sl2p1: sl2 parietal 2, sl2p3: sl2 parietal 3, sl2p4: sl2 parietal 4, sl2o1: sl2 occipital 1, sl2o2: sl2 occipital 2, ft: frontotemporal, sl3f1: sl3 frontal 1, sl3f2: sl3 frontal 2, stf: stefanion, sl3p1: sl3 parietal 1, sl3p2: sl3 parietal 2, sl3p3: sl3 parietal 3, sl3p4: sl3 parietal 4, sl4f1: sl4 frontal 1, sl4f2: sl4 frontal 2, fsp: frontosphenoparietal, tsp: temporosphenoparietal, sl4t1: sl4 temporal 1, sl4t2: sl4 temporal 2, sl4t3: sl4 temporal 3, as: asterion, au: auricular). Las líneas punteadas indican la curva sagital y aquellas que corren en el mismo sentido y permitieron describir la variación morfológica de la bóveda craneana.

Los cambios en forma a lo largo de los dos primeros ejes de variación son presentados mediante mapas de colores. Los mismos fueron realizados sobre un modelo tridimensional del cráneo a partir de una tomografía computarizada de un cráneo de un individuo adulto sin MCC. Dichos mapas permiten visualizar las zonas que cambian a lo largo de un eje, incluyendo los extremos positivo y negativo, en relación a la configuración de consenso de la muestra, mediante una implementación de funciones *thin plate spline* (Schlager 2015).

Finalmente, se calculan las distancias euclidianas entre cada uno de los vértices homólogos de dos modelos virtuales de los extremos de forma, y se asigna a cada vértice de un tercer modelo (representando la forma consenso, por ejemplo) un color del espectro visible, relativo a la distancia calculada. Así se obtienen mapas de color que ilustran directamente sobre la superficie de la estructura estudiada la magnitud del cambio de forma entre dos extremos de variación (Lotto 2015, 2016). Se presenta un mapa de color para la primera y segunda variable canónica (VC1, VC2), acompañados de una escala de color que indica un aumento de intensidad desde azul, pasando por verde, amarillo, naranja y finalmente rojo. El algoritmo de los mapas de color fue programado en el lenguaje R y se encuentra disponible a través del contacto de correspondencia.

Finalmente, se evaluó el patrón de variación de la bóveda craneana al interior de cada región geográfica (NM, SM, SSJ, NSJ). Se grafica la variación a lo largo de los dos primeros Componentes Principales de forma (CP), y se presentan esquemas (*wireframes*) que exhiben la variación en cada uno de los extremos de dichos CP. Estos gráficos muestran la variación entre una forma consenso generada a partir de la variación de todas las muestras, la cual se exhibe en color claro, y la variación a lo largo del primer componente principal (CP1) que se encuentra superpuesta a la anterior y se exhibe en un color oscuro. Los mismos fueron realizados mediante MorphoJ (Klingenberg 2011). Asimismo se presentan los mapas de color que exhiben los cambios a lo largo del CP1 por región geográfica.

## Resultados

Los resultados de los análisis de componentes principales realizados con todos los individuos de la muestra exhiben una dispersión amplia, con las muestras del sur de Mendoza caracterizadas por una compresión lámbdica distinguiéndose de las otras que presentarían una compresión del inion o una morfología sin MCC (resultados no exhibidos). A continuación se exhibe la dispersión de los individuos según región geográfica a lo largo de las dos primeras variables canónicas. Las dos primeras VC explican el 85% de la variación morfológica de la bóveda craneana. Cuando se proyectan las muestras en los ejes de los dos primeras variables canónicas, se puede observar que la muestra del SM se diferencia de las otras, ubicándose hacia el extremo positivo de la VC1 (Figura 3a). Las otras tres muestras se encuentran hacia al extremo negativo de la VC1. La principal variación a lo largo de este eje

se localiza en los parietales y el temporal (Figura 3b). Asimismo, la VC2 separa las muestras de San Juan de las del norte de Mendoza. Mientras que las muestras del norte de Mendoza se ubican hacia el extremo positivo de la VC2, las muestras del SSJ se encuentran hacia el extremo negativo de la VC2, y las del NSJ en una posición intermedias entre ambas. Los principales cambios a lo largo de este eje se localizan en el temporal, particularmente en el área escamosa (Figura 3c). Los valores de p del análisis de Procrustes entre grupos muestran que es poco probable encontrar esas distancias entre los grupos un ordenamiento al azar (Tabla 3). Dado que las diferencias encontradas son mucho mayores que las esperadas por azar, las formas entre los grupos son significativamente diferentes.

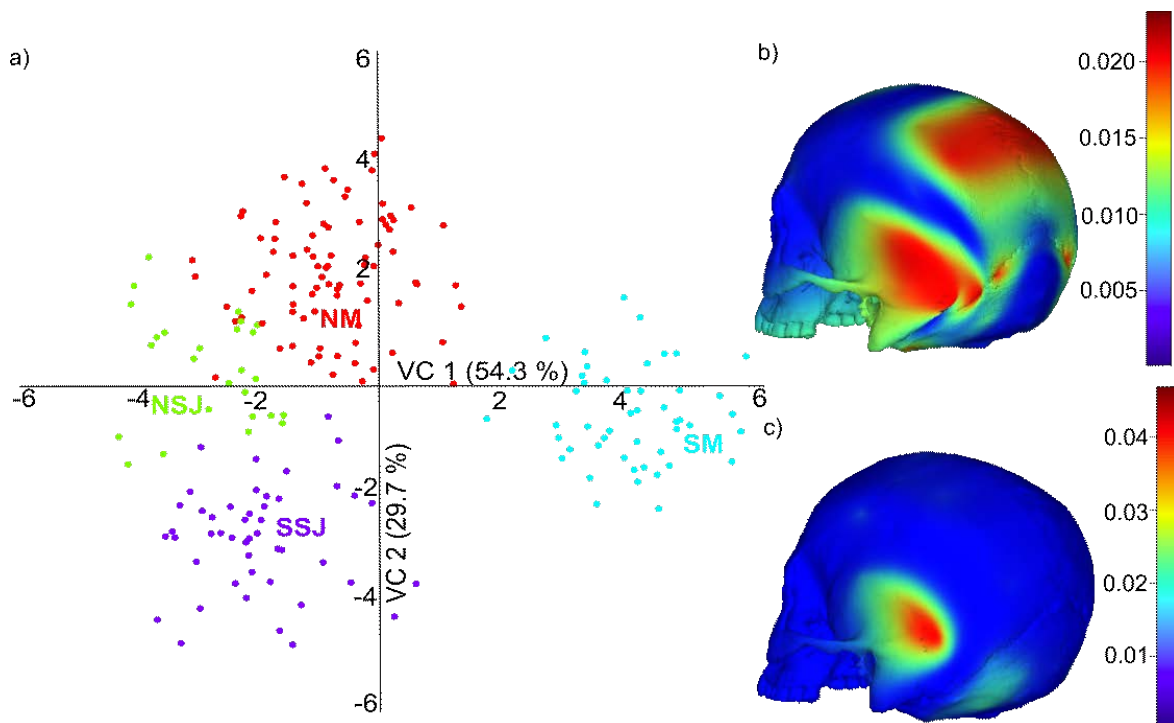


Figura 3. Dispersión y Mapa de Color con las medias por región geográfica del COA: a) análisis de Variables Canónicas, b) mapa de Color CP1, y c) mapa de color del CP2.

	NM	NSJ	SM
NSJ	0.0001		
SM	0.0001	0.0001	
SSJ	0.0011	0.0009	<.0001

Tabla 3. Valores de P (10.000 permutaciones) de distancia. Procrustes entre grupos.

A continuación se presentan los ACP realizados para cada una de las cuatro regiones geográficas analizadas del COA. El ACP del SM (Figura 4a) muestra que hacia el extremo negativo del CP1 se ubican los individuos que no presentan MCC, y hacia el extremo positivo los individuos que presentan una compresión lámbdica. A lo largo del CP2, se diferencian hacia el extremo positivo los individuos que presentan una compresión fronto-occipital, y hacia el extremo negativo los individuos que presentan una compresión en el inion. El mapa de color del CP1 del SM (Figura 5a) muestra que los principales cambios se concentran en el maxilar, cigomático y apófisis mastoides, y en segundo lugar en los parietales. El ACP del NM (Figura 4b) muestra que tanto en el extremo negativo del CP1 como del CP2 se concentran los individuos que no presentan MCC. Hacia el extremo positivo del CP1 se encuentran los individuos que presentan una compresión del inion, mientras que los ubicados en el extremo positivo del CP2 parecen exhibir una compresión lámbdica. El mapa de color del CP1 del NM (Figura 5b) muestra que la totalidad de los cambios se concentran en la región petrosa del temporal. El ACP del SSJ (Figura 4c) muestra que sólo los individuos que se ubican en el extremo negativo del CP1 presentan modificaciones en la bóveda craneana, caracterizados por una compresión lámbdica. El mapa de color del CP1 del SSJ (Figura 5c) muestra que los principales cambios se concentran en la región lateral del occipital, y en segundo lugar en los temporales y parietales. El ACP del NSJ (Figura 4d) muestra que en el extremo positivo del CP1 se observan los individuos que presentan compresión lámbdica mientras que en el extremo negativo del CP1, los individuos con compresión del inion. Por otro lado, en el extremo positivo del CP2 se ubican los individuos que no presentan MCC, mientras que en el extremo negativo, los individuos con compresión fronto-occipital. El mapa de color del CP1 del SSJ (Figura 5d) muestra que los principales cambios se ubican en la región escamosa del temporal, esfenoides, y de manera secundaria en los parietales y región escamosa del temporal. Cabe destacar que la muestra del NSJ es la que presenta menor variación en modificaciones de la bóveda craneana, mientras que los individuos del SSJ son los que presentarían mayor variación. También es alta la variación encontrada en los individuos del SM, y algo menor en los individuos del NM.

## Discusión

Los resultados de este trabajo indican que existe una amplia variación en la forma de la bóveda craneana, como producto de las MCC en el COA. Considerada globalmente, esta variación está dada por cráneos con aplanamiento de la región posterior, fundamentalmente del hueso occipital, tanto de la porción más inferior (i.e. inion), como de la porción superior del mismo (i.e. lambda). Asimismo se encontraron cráneos que presentaron adicionalmente un leve aplanamiento del frontal, y cráneos que no presentaron modificaciones en la bóveda como producto de prácticas culturales en las cuatro regiones geográficas estudiadas.

Cuando se compara con aquellos trabajos que estudiaron las MCC en el COA, se puede observar que los resultados aquí obtenidos se encuentran en concordancia con los alcanzados por D'Addona *et al.* (2011), quienes describen para una muestra que abarca una región geográfica similar, aunque con un n de individuos menor, un patrón de variación en la bóveda craneana equivalente al aquí encontrado. Sin embargo, no concuerda con los resultados de Constanzó (1942), quien describió tan sólo dos tipos de MCC en individuos procedentes de sitios arqueológicos que abarcan una región geográfica similar. La modificación cultural de la bóveda craneana más difundida a nivel geográfico fue el aplanamiento del lambda, que se encontraba presente en individuos procedentes del NM, SSJ y NSJ. Luego, en segundo lugar, la comprensión del inion, que se encontró en individuos provenientes del norte de las dos provincias estudiadas, NM y NSJ. Adicionalmente, tanto algunos individuos del SM como del NSJ presentaron un aplanamiento fronto-occipital de la bóveda craneana.

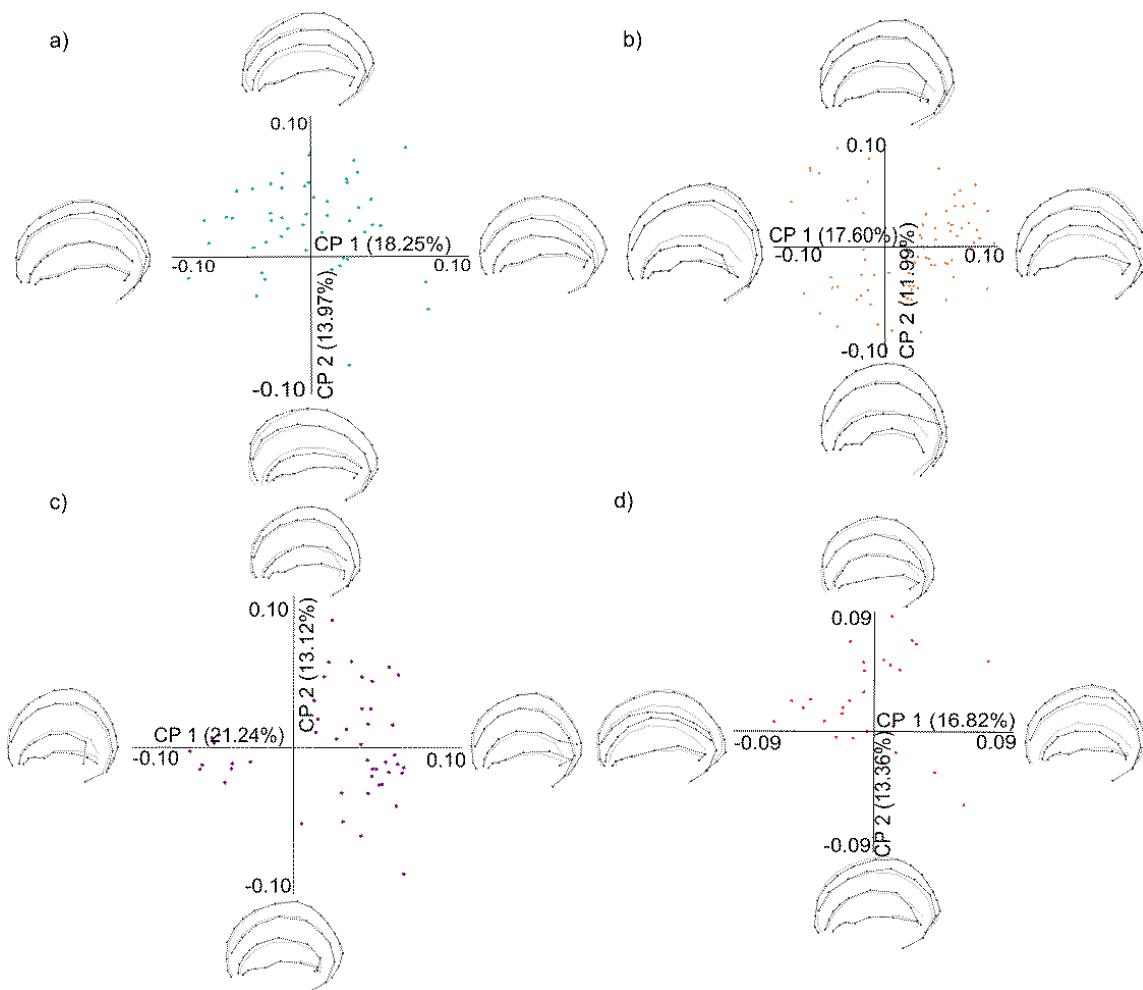


Figura 4. Análisis de Componentes Principales por región geográfica: a) Sur de Mendoza, b) Norte de Mendoza, c) Sur de San Juan, y d) Norte de San Juan.

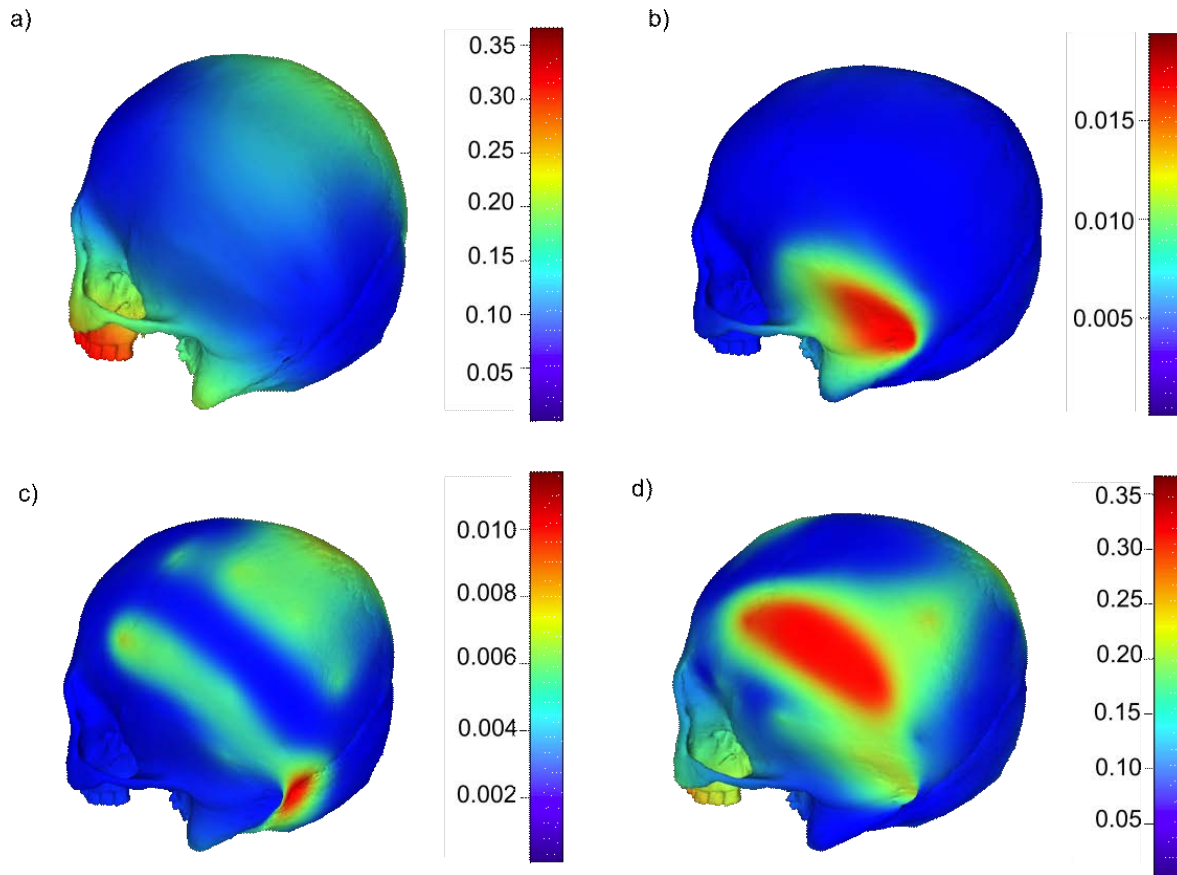


Figura 5. Mapa de Color del CP1 por región geográfica: a) Sur de Mendoza, b) Norte de Mendoza, c) Sur de San Juan, y d) Norte de San Juan.

Cuando se analizan comparativamente los resultados obtenidos al interior de cada subregión, se observa que, para NSJ se encontraron individuos que presentaron compresión lámbdica, del inion y fronto-occipital, así como otros que no presentaron MCC, lo cual coincide parcialmente con los resultados de Pastore (1977, 1985), quien caracterizó a las alteraciones encontradas en sitios del NM por un achatamiento planolámbdico, y Constanzó (1942), quien los describió como tabulares y tabular erecto. Para el SSJ los resultados muestran que los individuos se caracterizan por presentar una compresión lámbdica, en los casos que presentan MCC. Para esta misma región, Constanzó (1942) describió individuos con MCC de tipo tabular y tabular erecta. Tanto D'Addona *et al.* (2011) como Pérez (2007) agrupan las muestras de San Juan en una región geográfica, y ambos encuentran que esta región habría estado caracterizada por individuos que no presentan MCC, y otros que presentan una compresión occipital o fronto-occipital. En el NM los resultados de este trabajo indican la presencia de individuos que no presentan MCC, así como otros que presentan compresión del inion o del lambda. Esto coincide parcialmente con los trabajos de Rusconi (1962) y Bárcena (1974-76), quienes describieron para esta región individuos

con alteraciones curvo-plano con “aplanamiento frontal”, y MCC de tipo tabular-erecta y tabular oblicua, respectivamente, y con Constanzó (1942) quien describió para el NM a individuos con MCC tabular erecta y plano-lámbdica. Para el SM se describieron individuos que presentan compresión lámbdica, del inion y fronto-occipital, así como individuos sin MCC. En este trabajo se encontró una mayor variación de MCC para esta región geográfica que previamente había sido caracterizada por individuos con compresión lámbdica ó sin MCC (Constanzó 1942; D’Addona *et al.* 2011; Pérez 2007).

Cabe destacar que en este trabajo se encontraron individuos que presentarían morfologías intermedias, es decir formas de la bóveda craneana que dan cuenta de la variación continua producto de esta práctica. En el SSJ se describieron individuos con bóvedas craneanas de formas intermedias entre una compresión fronto-occipital y lámbdica, en el NM se describieron a algunos individuos que presentaron morfologías intermedias entre compresión lámbdica y occipital, y en el NSJ individuos con morfologías entre compresión fronto-occipital y occipital. El enfoque utilizado en este trabajo, caracterizado por la descripción de la variación continua de la bóveda craneana, permitió describir este tipo de formas que en los trabajos que utilizan clasificaciones *a priori*, no se pueden evidenciar. Estos resultados contradicen los primeros estudios de las MCC, donde se planteaba que un tipo de deformación equivale a un aparato, por lo que no existirían formas intermedias (Dembo e Imbelloni 1938; Imbelloni 1924-25; Munizaga 1987). La presencia de morfologías intermedias en muestras de San Juan coincide con los resultados de estudios previos (Pérez 2007), donde fue interpretada como una evidencia de la inexistencia de diferencias en las MCC entre grupos cazadores-recolectores y jefaturas/estados. Según esta visión, los grupos que presentan tipos de MCC bien definidos dan cuenta de un control político estructurado y monolítico, donde las MCC son utilizadas para unir grupos dispares bajo una ideología, y realizadas por un especialista en esa actividad, como contraparte, la existencia de variantes individuales daría cuenta de que no existe un especialista, sino que las MCC fueron realizadas por un miembro del grupo familiar (Drube 2010; Torres-Rouff 2007). Es decir, más allá de las variaciones anatómo-fisiológicas del individuo o de las características que puede presentar el aparato deformatario, la ausencia de un patrón geográfico de MCC da cuenta de la diversidad de variables involucradas en la producción de formas de la bóveda craneana.

Los principales cambios que se registraron a lo largo de los dos primeros ejes de componentes principales, se ubican en la bóveda, particularmente en el occipital, la porción mastoidea del temporal y en los parietales. Esto es de esperar dado que las principales presiones se habrían ejercido de manera directa sobre el occipital, tanto en el área del lambda, del inion, o de ambos a la vez (Torres Rouff 2003). Sin embargo, es de destacar que estas presiones repercutan sobre otras áreas del cráneo, lateralmente en temporales y



parietales, e incluso en el maxilar. En un trabajo previo que incluyó muestras de una escala espacial más amplia, Pérez (2006) describió que las muestras del COA presentarían alteraciones en el esqueleto facial como producto de MCC. Asimismo, estos resultados concuerdan con estudios de muestras sudamericanas que plantean alteraciones tanto en el neurocráneo como en el esqueleto facial, como consecuencia de las MCC (Cocilovo *et al.* 1995; Cocilovo *et al.* 2011; Manríquez *et al.* 2006; O'Brien *et al.* 2013, entre otros), a pesar de que algunos investigadores consideran que las mismas no generan una magnitud de variación que oscurezca las relaciones evolutivas entre las poblaciones (Boston *et al.* 2015; Pérez 2006; Sardi y Pucciarelli 2001).

Los resultados de este trabajo muestran que la más amplia variación en las MCC se encuentra en los extremos norte y sur de la región estudiada: SM y NSJ. Es decir, esto contradice los primeros trabajos sobre MCC (Bórmida 1953-54; Imbelloni 1924-25), donde se planteaba que existían grandes diferencias en cuanto a la variación de estas prácticas en función de la complejidad socio-política de los grupos: mientras que los grupos organizados como estados o jefaturas presentarían mayor diversidad, las bandas de cazadores-recolectores presentarían menos variedad de MCC. Sin embargo, el presente trabajo contribuye a reafirmar la idea de que no existen grandes diferencias en la variación de las MCC entre regiones geográficas en Sudamérica, y que la diversidad de MCC no necesariamente disminuiría hacia el sur (Pérez 2007), aunque la magnitud de la variación es específica de cada región debido a factores culturales, sociales y/o económicos que aumentan las diferencias identitarias. En función de esto, la mayor variación presente en los extremos de la región aquí estudiada, puede explicarse de acuerdo a la dinámica poblacional de cada una de estas regiones. En este sentido, en base al registro arqueológico, el NSJ ha sido considerado el límite sur de la arquitectura, metalurgia y la cerámica elaborada por las poblaciones andinas meridionales (Berberían y Nielsen 2001; Michieli 2015). A su vez, el SM constituye un área *buffer* donde habrían interactuado grupos agrícolas de los Andes y cazadores-recolectores de Patagonia (Gil *et al.* 2006; Gil *et al.* 2011). Este patrón de alta heterogeneidad de las poblaciones del COA durante el Holoceno tardío (Neme y Gil 2013) habría estado caracterizado por la existencia de estrategias intermedias/mixtas/en mosaico (Durán 2002; Gil 1997-98; Gil *et al.* 2010, 2011), las cuales son esperables para un ambiente ecotonal (Gil 2003; Lagiglia 1977). Los resultados obtenidos permiten también discutir propuestas previas acerca del límite geográfico de las MCC. A diferencia de lo planteado en trabajos previos (Bórmida 1953-54; D'Addona *et al.* 2011; Dembo e Imbelloni 1938; Dingwall 1931; Imbelloni 1924-25; Pérez 2007; Pérez *et al.* 2009a), el límite geográfico de las MCC intencionales se habría expandido más allá del río Diamante, hacia el sur de Mendoza. Esto queda evidenciado por la presencia de individuos con aplanamiento fronto-occipital en el sur de Mendoza, que da cuenta de la utilización de algún aparato deformatorio en lugar de cunas.

Finalmente, la principal contribución de este trabajo radica en la descripción de la variación continua que permite reconocer formas intermedias más allá de las tipologías utilizadas tradicionalmente. La posibilidad de distinguir entre un patrón de variación continuo o grupos discretos permite abordar las causas culturales y biológicas de la variación, tales como el grado de estandarización en la práctica deformatoria, las características de los aparatos deformadores propios de cada grupo y la importancia de los procesos de remodelado óseo posteriores a la aplicación de dichos artefactos (Blom 1999; Pérez 2007; Torres-Rouff 2002). Indagar en esta dirección es central para comprender la evolución de estas prácticas en las sociedades del pasado, vinculadas con procesos identitarios y de diferenciación social.

Los próximos pasos a seguir indagando radicarían en incorporar individuos a las muestras de las regiones geográficas estudiadas, para poder realizar una comparación temporal en cada una de las mismas. Asimismo se espera posteriormente indagar en el estudio de las MCC a nivel individual comparando con las medias poblacionales para profundizar en el análisis de las formas.

*Agradecimientos:* queremos agradecer en primer lugar a dos evaluadores anónimos que con sus sugerencias contribuyeron sustancialmente a mejorar una versión previa de este trabajo. También agradecemos a las personas que nos permitieron el acceso al estudio de las colecciones: Mariano del Papa, Andres Di Bastiano, Cristina Muñe (Museo de La Plata), Luis Ballarini, Miriam Ayala, Gustavo Neme (Museo Historia Natural de San Rafael), Clara Abal de Russo, Paula Novellino (Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas "Juan Cornelio Moyano", Mendoza), Beatriz Cañoman (Museo Regional de Malargüe), Teresa Michieli (Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo "Prof. Mariano Gambier"), Claudia Aranda (Museo Etnográfico "J.B. Ambrosetti", Buenos Aires). Finalmente agradecemos a Iván Pérez, Adolfo Gil y Víctor Durán por las sustanciales discusiones mantenidas, que sin dudas han enriquecido este trabajo. Los contenidos expresados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

### **Bibliografía citada**

Abraham, E.

2000 Geomorfología de la provincia de Mendoza. En *Argentina. Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja*, E. Abraham y F. Rodríguez Martínez (eds.), pp. 29-48. IADIZA, Mendoza.

Andreoni, D.

2014 Plantas Leñosas y Estrategias Humanas en el Sur de Mendoza: Una Aproximación Arqueobotánica. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

Anton, S.

1989 Intentional cranial vault deformation and induced changes of the cranial vault and base. *American Journal of Physical Anthropology* 79: 253-267.

Antón, S. y K. Weinstein

1999 Artificial cranial deformation and fossil australians revisited. *Journal of Human Evolution* 36(2): 195-209.

Bárcena, J.

1974-76 Antropología física del valle de Uspallata, Provincia de Mendoza. *Anales de Arqueología y Etnología* XXIX-XXXI: 109-184.

Berberián, E. y A. Nielsen (eds.)

2001 *Historia Argentina Prehispánica*. Editorial Brujas, Córdoba.

Berón, M. y E. Baffi

2003 Procesos de cambio cultural en los cazadores recolectores de la provincia de La Pampa, Argentina. *Intersecciones en Antropología* 4: 29-45.

Bjork, A. y L. Bjork

1964 Artificial deformation and craniofacial asymmetry in ancient peruvians. *Journal of Dental Research* 43: 353-362.

Blackwood, B. y P. Danby

1955 A study of artificial cranial deformation in New Britain. *Royal Anthropological Institute Journal* 85: 173-192.

Blom, D.

1999 Tiwanaku Regional Interaction and Social Identity: A Bioarchaeological Approach. PhD Dissertation. University of Chicago.

2005 A bioarchaeological approach to Tiwanaku group dynamics. En *Us and Them: Archaeology and Ethnicity in the Andes*, R. Reyecraft (ed.), pp. 153-182. Cotsen Institute of Archaeology Press, Los Angeles.

Bookstein, F.

1991 *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*. Cambridge University Press, Cambridge.

1996 Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis. *Bulletin of Mathematical Biology* 58: 313-365.

Bookstein, F.; Schafer, K.; Prossinger, H.; Seidler, H.; Fieder, M.; Stringer, C.; Weber, G.; Arsuaga, J.; Slice, D.; Rohlf, F.; Recheis, W.; Mariam, A. y L. Marcus

1999 Comparing frontal cranial profiles in archaic and modern Homo by morphometric analysis. *The Anatomical Record* 257: 217-224.

Bórmida, M.

1953-54 Los antiguos patagones. Estudio de craneología. *Runa* 6(1-2): 55-96.

Boston, C.; Smith, D.; Ubeda, C.; Chandia, M. y M. González

2015 Examining the effects of artificial cranial modification on craniofacial metrics. *Chungara* 47(2): 331-341.

Broca, P.

1879 Sur un mode peu connu de déformation toulousaine. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris* 2(1): 699-701.

Brothwell, D.

1981 *Digging up Bones: The Excavation, Treatment, and Study of Human Skeletal Remains*. Cornell University Press, Ithaca.

Buikstra, J. y D. Ubelaker

1994 *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas Archaeological Survey Research Series 44, Fayetteville.

Cabrera, A.

1971 Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* XIV(1-2): 1-42.

Capitanelli, R.

1972 Geomorfología de la provincia de Mendoza. *Suplemento del Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* XIII: 15-48.

Cardich, A.

1964 *Lauricocha. Fundamentos para una Prehistoria de los Andes Centrales*. Studia Praehistorica III. Centro Argentino de Estudios Prehistóricos, Buenos Aires.

Cardini, A.

2014 Missing the third dimension in geometric morphometrics: how to assess if 2D images really are a good proxy for 3D structures? *Hystrix* 25(2): 1-10.

Clark, J.; Dobson, S.; Anton, S.; Hawks, J.; Hunley, K. y M. Wolpoff

2007 Identifying artificially deformed crania. *International Journal of Osteoarchaeology* 17: 596-607.

Cocilovo, J.

1973 Dimorfismo sexual y deformación craneana artificial en Patagones de Chubut. *Actas II Simposio Internacional de Ciencias Morfológicas*, pp. 633-642. Córdoba.

1975 Estudio de dos factores que influyen la morfología craneana en una colección Andina. El sexo y la deformación artificial. *Archivos de Anatomía y Antropología* 3(3): 113-141.

Cocilovo, J. y R. Guichón

1994 La deformación craneana "pseudocircular" en el grupo prehistórico de Laguna del Juncal. *Antropología Biológica* 2(2): 13-27.

Cocilovo, J.; Varela, H. y T. O'Brien

2011 Effects of artificial deformation on cranial morphogenesis in the South Central Andes. *International Journal of Osteoarchaeology* 21: 300-312.

Cocilovo, J.; Varela, H. y S. Quevedo

1995 La deformación artificial del cráneo en la población prehistórica de San Pedro de Atacama, Chile. *Chungara* 27(2): 117-124.

Constanzó, M.

1942 Datos sobre la Antropología Física de los antiguos habitantes de Cuyo. *Anales del Instituto de Etnografía Americana* III: 323-338.

Cortegoso, V.

2004 Organización Tecnológica: Explotación de Recursos Líticos y el Cambio en la Subsistencia de Cazadores a Agricultores en el N.O. de Mendoza. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

Cybulski, J.

1975 *Skeletal Variability in British Columbia Coastal Populations: A Descriptive and Comparative Assessment of Cranial Morphology*. National Museums of Canada, Mercury Series, Archaeological Survey of Canada, Paper 30, Ottawa.

Cheverud, J. y J. Midkiff

1992 The effects of fronto-occipital cranial reshaping on mandibular form. *American Journal of Physical Anthropology* 87: 167-171.

Cheverud, J.; Kohn, L.; Konigsberg, L. y S. Leigh

1992 Effects of fronto-occipital artificial cranial vault deformation on cranial base and face. *American Journal of Physical Anthropology* 88: 323-345.

D'Addona, L.; Brachetta Aporta, A.; Novellino, P. y V. Bernal

2011 Análisis cuantitativo de las deformaciones artificiales del cráneo en poblaciones prehistóricas de Cuyo. Trabajo presentado en las X Jornadas Nacionales de Antropología Biológica. La Plata.

Debenedetti, S.

1917 Investigaciones arqueológicas en los valles preandinos de la Provincia de San Juan. *Revista de la Universidad de Buenos Aires, Publicaciones de la Sección Antropológica* 15: 1-184.

Dembo, A. y J. Imbelloni

1938 *Deformaciones Intencionales del Cuerpo Humano de Carácter Étnico*. Humanior, Biblioteca del Americanista Moderno, Buenos Aires.

Dingwall, E.

1931 *Artificial Cranial Deformation*. Bale, Sons & Danielsson, London.

Drube, H.

2010 La deformación de cráneo en las sociedades precolombinas de Santiago del Estero. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXV*: 69-84.

Durán V.

2002 Nuevas consideraciones sobre la problemática arqueológica del río Grande (Malargüe, Mendoza). En *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del Sur de Mendoza*, A. Gil y G. Neme (eds.), pp. 103-118. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Durán, V.; Giesso, M.; Glascock, M.; Neme, G.; Gil, A. y L. Sanhueza  
2004 Estudio de fuentes de aprovisionamiento y redes de distribución de obsidiana durante el Holoceno Tardío en el sur de Mendoza (Argentina). *Estudios Atacameños* 28: 25-43.

Durband, A.

2011 Is there evidence for artificial cranial deformation at the Willandra lakes? *Australian Archaeology* 73: 62-64.

Ewing, F.

1950 Hyperbrachycephaly as influenced by cultural conditioning. *Peabody Museum of American Archeology and Ethnology, Harvard University Papers* 23(2): 1-99.

Flower, W.

1881 *Fashion in Deformity as Illustrated in the Customs of Barbarous and Civilized Races*. MacMillan, London.

Gambier, M.

2000 *Prehistoria de San Juan*. Editorial Ansilta, San Juan.

Giardina, M.

2010 El Aprovechamiento de la Avifauna entre las Sociedades Cazadoras-recolectoras del Sur de Mendoza: Un Enfoque Arqueozoológico. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

Gil, A.

1997-98 Cultígenos prehispánicos en el sur de Mendoza: discusiones en torno al límite meridional de la agricultura andina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXII-XXIII: 295-318.

2003 *Zea mays* on the South American periphery: chronology and dietary importance. *Current Anthropology* 44(2): 295-299.

Gil, A.; Neme, G. y R. Tykot

2010 Isótopos estables y consumo de maíz en el Centro-Occidente Argentino: tendencias temporales y espaciales. *Chungara* 42(2): 497-513.

2011 Stable isotopes and human diet in Central-Western Argentina. *Journal of Archaeological Science* 38(7): 1395-1404.

Gil, A.; Tykot, R.; Neme, G. y N. Shelnut

2006 Maize on the frontier. Isotopic and macrobotanical data from Central-Western Argentina. En *Histories of Maize. Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Linguistics, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize*, J. Staller, R. Tykot y B. Benz (eds.), pp. 199-214. Academic Press, New York.

González, P.; Pérez, S. y V. Bernal

2011 Ontogenetic allometry and cranial shape diversification among human populations from South America. *The Anatomical Record* 294: 1864-1874.

Gosse, L.

1861 Questionnaire relatif aux deformations artificielles du crane. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris* 2: 101-104.

Gunz, P.; Mitteroecker, P. y F. Bookstein

2005 Semilandmarks in three dimensions. En *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*, D. Slice (ed.), pp. 73-98. Plenum Publishers, Nueva York.

Herrera Fritot, R. y M. de la Calle

1964 *Craneotrigonometría*. Editorial Universitaria, La Habana.

Howells, W.

1973 Cranial variation in man. A study by multivariate analysis of patterns of difference among recent human populations. *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology* 67: 1-259.

Hrdlicka, A.

1912 Artificial deformations of the human skull with special reference to America. *Actas del 17mo Congreso Internacional de Americanistas*, pp. 147-149. Buenos Aires.

Imbelloni, J.

1921 *Introducción a Nuevos Estudios de Craneotrigonometría*. Taller de Impresiones Oficiales, La Plata.

1924-25 Deformaciones intencionales del cráneo en Sudamérica: polígonos craneanos aberrantes. *Revista del Museo de La Plata* 28: 329-407.

1933 Los pueblos deformadores de los Andes. La deformación intencional de la cabeza, como arte y como elemento diagnóstico de las culturas. *Anales del Museo de Historia Natural* 37: 209-254.



Johnson, D.

2000 *Métodos Multivariados aplicados al Análisis de Datos*. International Thomson Editores, México.

Klingenberg, C.

2011 MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11(2): 353-357.

Kohn, L.; Leigh, S.; Jacobs, S. y J. Cheverud

1993 Effects of annular cranial vault modification on cranial base and face. *American Journal of Physical Anthropology* 90: 147-168.

Lagiglia, H.

1977 *Arqueología y Ambiente Natural de los Valles del Atuel y el Diamante*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

2002 *Arqueología prehistórica del sur mendocino y sus relaciones con el Centro-Oeste Argentino*. En *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del Sur de Mendoza*, A. Gil y G. Neme (eds.), pp. 43-64. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Lehmann-Nitsche, R.

1910 *Catálogo de la Sección Antropológica del Museo de La Plata*. Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Lotto, F.

2015 Una implementación de mapas de color para la visualización de cambios de forma. Trabajo presentado en el Tercer Encuentro de Morfometría. Santa Fe.

2016 *Inestabilidad del Desarrollo y Plasticidad en Estructuras Craneofaciales de Poblaciones Humanas de Sudamérica*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

Manríquez, G.; González-Bergás, F.; Salinas, J. y O. Espouey

2006 Deformación intencional del cráneo en poblaciones arqueológicas de Arica, Chile: análisis preliminar de morfometría geométrica con uso de radiografías craneofaciales. *Chungara* 38(1): 13-34.

Martin, R.

1928 *Lehrbuch der Anthropologie in Systematischer Darstellung*. Vol. 2: *Kraniologie, Osteologie*. Gustav Fischer, Jena.

Martin, R. y K. Saller

1957 *Lehrbuch der Anthropologie*. Fisher, Stuttgart.

Martínez Arias, M.

1999 *El Análisis Multivariante en la Investigación Científica*. Hespérides, Madrid.

McNeill, R. y G. Newton

1965 Cranial base morphology in association with intentional cranial vault deformation. *American Journal of Physical Anthropology* 23: 241-254.

Mendonça, O.; Bordach, M. y J. Di Rienzo

1986 La deformación craneana artificial en la serie femenina de Morro de Arica (Chile). Primera Parte. *Runa* XVI: 85-102.

Menéndez, L.

2015 *Diversificación Morfológica Craneofacial y Diversidad en la Dieta. El Caso de la Región Centro-Oeste de Argentina durante el Holoceno Tardío*. BAR-S2743, Archaeopress, Oxford.

Michieli, C.

2015 *Arqueología de Angualasto: Historia, Ruinas y Cóndores*. Editorial de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, San Juan.

Moss, J.

1958 The pathogenesis of artificial cranial deformation. *American Journal of Physical Anthropology* 16: 269-286.

Munizaga, J.

1965 Skeletal remains from sites of Valdivia and Machalilla phases. En *Early Formative Period of Coastal Ecuador, The Valdivia and Machalilla Phases*, B Meggers, C. Evans y E. Estrada (eds.), Appendix 2, pp. 219-234. Smithsonian Contributions to Anthropology, N° 1. Smithsonian Institution, Washington.

1987 Deformación craneana intencional en América. *Revista Chilena de Antropología* 6: 113-147.

1992 Antropología Física de los Andes del Sur. En *Prehistoria Sudamericana. Nuevas Perspectivas*, B. Meggers (ed.), pp. 65-75. Taraxacum, Washington.

Neme, G. y A. Gil

2013 El registro arqueológico del sur de Mendoza en perspectiva biogeográfica. En *Paleoecología Humana en el Sur de Mendoza: Perspectivas Arqueológicas*, G. Neme y A. Gil (eds.), pp. 255-279. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Neuman, G.

1942 Types of artificial cranial deformation in the eastern United States. *American Antiquity* 7: 306-310.

Norte, F.

2000 Mapa climático de Mendoza. En *Argentina. Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja*, E. Abraham y F. Rodríguez Martínez (eds.), pp. 25-28. IADIZA, Mendoza.

Novellino, P.; Gil, A.; Neme, G. y V. Durán

2004 El consumo de maíz en el Holoceno tardío del oeste argentino: isótopos estables y caries. *Revista Española de Antropología Americana* 34: 85-110.

O'Brien, T. y A. Stanley

2013 Boards and cords: discriminating types of artificial cranial deformation in prehispanic South Central Andean populations. *International Journal of Osteoarchaeology* 34(4): 459-470.

O'Brien, T.; Peters, L. y M. Hines

2013 Artificial cranial deformation: potential implications for affected brain function. *Anthropol* 1:107. doi:10.4172/2332-0915.1000107.

Oetteking, B.

1924 Declination of the pars basilaris in normal and in artificially deformed skulls: a study based on skulls of the Chumash of San Miguel Island, California and on those of the Chinook. *Indian Notes Monographs* 27: 3-25.

1930 *Craniology of the North Pacific Coast*. E.J. Brill, Leiden; G.E. Stechert, New York.

Okumura, M.

2014 Differences in types of artificial cranial deformation are related to differences in frequencies of cranial and oral health markers in pre-Columbian skulls from Peru. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas* 9(1): 15-26.

Otaola, C.

2013 Zooarqueología en la Cordillera del Sur de Mendoza: Un Enfoque Tafonómico. Tesis de doctorado. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Pastore, M.

1977 Contribución a la diagnosis racial del grupo de Ansilta. En *La Cultura de Ansilta*, M. Gambier (ed.), pp. 251-271. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Universidad Nacional de San Juan, San Juan.

1985 Los restos humanos de Los Morrillos (aproximaciones a su diagnosis). En *La Cultura de Los Morrillos*, M. Gambier (ed.), pp. 211-227. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Universidad Nacional de San Juan, San Juan.

Pereyra, B.

2000 Clima de la provincia de San Juan. En *Argentina. Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja*, E. Abraham y F. Rodríguez Martínez (eds.), pp. 71-78. IADIZA, Mendoza.

Pérez, S.

2006 El Poblamiento Holocénico del Sudeste de la Región Pampeana: Un Estudio de Morfometría Geométrica Craneofacial. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

2007 Artificial cranial deformation in South America: a geometric morphometric approximation. *Journal of Archaeological Science* 34: 1649-1658.

Pérez, S.; Bernal, V. y P. González

2006 Differences between sliding semilandmarks methods, with an application to human craniofacial and dental variation. *Journal of Anatomy* 208: 769-784.

Pérez, S.; Cardillo, M. y P. González

2009a Artificial cranial deformations in South America: a quantitative approach to cultural variation. En *Arqueología y Evolución. Series de Complejidad Humana*, G. López y M. Cardillo (eds.), pp. 87-107. Editorial SB, Buenos Aires.

Pérez, S.; Della Negra, C.; Novellino, P.; González, P.; Bernal, V.; Cuneo, E. y A. Hajduk

2009b Deformaciones artificiales del cráneo en cazadores-recolectores del Holoceno Medio-Tardío del noroeste de Patagonia. *Magallania* 37(2): 77-90.

Peterson, J. y P. Dechow

2003 Material properties of the human cranial vault and zygoma. *The Anatomical Record* 274A(1): 785-797.

Pomeroy, E.; Stock, J.; Zakrzewski, S. y M. Mirazon Lahr  
2010 A metric study of three types of artificial cranial modification from north-central Peru. *International Journal of Osteoarchaeology* 20: 317-334.

Pucciarelli, H.  
1978 The influence of experimental deformation on neurocranial wormian bones in rats. *American Journal of Physical Anthropology* 41: 29-38.

R. Core Team  
2012 *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Retamal Yermani, R.  
2004 Efectos de la Deformacion Craneana Intencional sobre la Expresión del Dimorfismo Sexual en Cráneos Adultos: Un Análisis Morfométrico Geométrico. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

Rhode, M. y B. Arriaza  
2006 Influence of cranial deformation on facial morphology among prehistoric South Central Andean populations. *American Journal of Physical Anthropology* 130(4): 462-470.

Rivero, M. y J. von Tschudi  
1851 *Antigüedades Peruanas*. Imprenta Imperial de la Corte y el Estado, Vienna.

Roig, V.  
1972 Esbozo general del poblamiento animal en la Provincia de Mendoza. *Suplemento del Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* XIII: 81-88.

Ross, A. y D. Ubelaker  
2009 Effect of intentional cranial modification on craniofacial landmarks: a three-dimensional perspective. *Journal of Craniofacial Surgery* 20(6): 2185-2187.

Rothhammer, F.; Cocilovo, J.; Quevedo, S. y E. Llop  
1982 Microevolution in prehistoric Andean Populations: I. chronologic craniometric variation. *American Journal of Physical Anthropology* 58: 391-396.

Rusconi, C.  
1962 *Poblaciones Pre y Posthispanicas de Mendoza. Volumen II Antropología*. Imprenta Oficial, Mendoza.

Sardi, M. y H. Pucciarelli

2001 Influencia de la deformación artificial indeterminada en las comparaciones craneanas interpoblacionales. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 3(1): 23-34.

Schlager, S.

2015 *Package 'Rvcg'*. Paquete de R versión 0.14. <https://github.com/zarquon42b/Rvcg>

Schendel, S.; Walker, G. y A. Kamisugi

1980 Hawaiian craniofacial morphometrics: average mokaupuan skull, artificial cranial deformation, and the "rocker" mandible. *American Journal of Physical Anthropology* 52: 491-500.

Serna, A.; D'Addona, L. y S. Pérez

2013 Precisión y replicabilidad de una aproximación no discreta al estudio de las modificaciones artificiales del cráneo. *Intersecciones en Antropología* 14: 477-481.

Suvires, G.

2000 Geomorfología de la provincia de San Juan. En *Argentina. Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja*, E. Abraham y F. Rodríguez Martínez (ed.), pp. 79-86. IADIZA, Mendoza.

Tommaseo, M. y A. Drusini

1984 Physical anthropology of two tribal groups of amazonic Peru (with reference to artificial cranial deformation). *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 74(3): 315-333.

Topinard, P.

1879 Des déformations ethniques du crane. *Revue d'Anthropologie* 2: 496-506.

Torres, E. y J. Zambrano

2000 Hidrogeología de la provincia de Mendoza. En *Argentina. Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja*, E. Abraham y F. Rodríguez Martínez (ed.), pp. 49-58. IADIZA, Mendoza.

Torres-Rouff, C.

2002 Cranial vault modification and ethnicity in middle horizon San Pedro de Atacama, Chile. *Current Anthropology* 43: 163-171.

Torres-Rouff, C.

2003 *Shaping Identity: Cranial Vault Modification in the Pre-Columbian Andes*. PhD Dissertation. University of California.

2007 La deformación craneana en San Pedro de Atacama. *Estudios atacameños* 33: 25-38.

Trinkaus, E.

1982 Artificial cranial deformation in the Shanidar 1 and 5 Neandertals. *Current Anthropology* 23(2): 198-199.

Ubelaker, D.

1984 *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. Taraxacum, Washington.

Verano, J.

1987 *Cranial Microvariation at Pacatnamu: A Study of Cemetery Population Variability (Peru)*. PhD Dissertation. University of California.

Weiss, P.

1961 *Osteología Cultural, Prácticas Cefálicas: 2da Parte, Tipología de las Deformaciones Cefálicas – Estudio Cultural de los Tipos Cefálicos y de Algunas Enfermedades Oseas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Zambrano, J. y E. Torres

2000 Hidrogeología de la provincia de San Juan. En *Argentina. Catálogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina. Primera Parte: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja*, E. Abraham y F. Rodríguez Martínez (ed.), pp. 87-100. IADIZA, Mendoza.

