

## EL POBLAMIENTO DEL SUDESTE DE LA REGIÓN PAMPEANA: UN ANÁLISIS DE MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA

Sergio Iván Pérez (\*)

### RESUMEN

*La dinámica del poblamiento humano del Sudeste de la Región Pampeana durante el Holoceno puede ser concebida como el resultado de la alternancia de procesos de retracción y expansión poblacional (demográfica y geográfica), incluyendo ocasionalmente eventos significativos tales como la extinción local y la recolonización de espacios (Barrientos 1997, 2001). En este trabajo, se analizarán dos procesos conducentes al reemplazo poblacional a escala regional ocurridos durante el Holoceno medio (ca. 6.000 a 4.000 años AP) y durante la fase final del Holoceno tardío (ca. 1.000 a 500 años AP). Ambos casos posiblemente hayan involucrado el ingreso al área de poblaciones sin vinculación con la inmediatamente preexistente. El propósito de este trabajo es contrastar esta hipótesis mediante el análisis del esqueleto facial de muestras diacrónicas de restos óseos humanos del Sudeste de la Región Pampeana y del Nordeste de Patagonia con técnicas de la morfometría geométrica (Marcus 1990; Rohlf 1990; Rohlf y Marcus 1993).*

Palabras clave: Poblamiento. Bioarqueología. Morfometría geométrica. Región Pampeana.

### ABSTRACT

*Human population dynamics from the southeastern portion of the Pampean region during the Holocene may be viewed as the result of alternating processes of retraction and expansion. (demographic y geographic), including occasional significant events such as the local extinction and recolonization of the area (Barrientos 1997, 2001). This paper analyses the processes leading to regional population replacement processes that took place during the mid Holocene (ca. 6000 to 4000 BP) and during the final phase of the late Holocene (ca. 1000 to 500 años BP). Both cases possibly entailed the entrance into the area of populations with no ties to the pre-existing one. The purpose of this paper is to contrast this hypothesis with the facial skeletons of diachronic samples of human bones from the southeastern portion of the Pampean region and the northeastern portion of Patagonia with geometric morphometric techniques (Marcus 1990; Rohlf 1990; Rohlf y Marcus 1993).*

---

(\*) Conicet. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

## INTRODUCCIÓN

Hasta la década del 1990, el estudio de la variación morfológica craneofacial en el Sudeste de la Región Pampeana ha adolecido de una perspectiva diacrónica, principalmente debido a la ausencia de dataciones directas sobre restos óseos humanos (ver discusión en Barrientos 1997). La disponibilidad de estas dataciones para un importante número de sitios (Politis y Madrid 2001), ha facilitado la aproximación a la dimensión temporal del poblamiento de esta región (Pérez 2002; Barrientos y Pérez 2002a, 2002b). Estos análisis, así como aquellos efectuados sobre muestras de restos óseos humanos sin un control cronológico, se han efectuado principalmente con técnicas de la morfometría tradicional (Méndez y Salceda 1989; Pérez 2002; Barrientos y Pérez 2002a, 2002b), caracterizada por la aplicación de métodos estadísticos multivariados sobre un conjunto de variables lineales (Rohlf y Marcus 1993). Estos análisis, si bien generan importante información, son poco eficientes en la descripción y comparación de la forma (*shape*) de una estructura (Strauss y Bookstein 1982). Recientemente ha surgido una variedad de nuevas técnicas, englobadas dentro de lo que se ha llamado morfometría geométrica (Marcus 1990; Rohlf 1990; Rohlf y Marcus 1993), apropiadas para el estudio estadístico de la variación y covariación de la forma de una estructura (Rohlf 1998a, 1999, 2000). La morfometría geométrica presenta varias características que la diferencian de la aproximación tradicional. En primer lugar, los datos se obtienen registrando las coordenadas geométricas de la estructura estudiada, las cuales corresponden a la localización de *landmarks* morfológicos, es decir puntos anatómicos y/o geométricos homólogos. En segundo lugar, la relación entre las configuraciones de puntos es determinada por diferentes funciones de ajuste cuyos parámetros pueden ser utilizados como variables en pruebas estadísticas estándares. En tercer lugar, los análisis son diseñados para indicar direcciones de máxima variación. Finalmente, los resultados obtenidos pueden ser mostrados gráficamente (Rohlf y Marcus 1993).

La evaluación mediante análisis morfométricos tradicionales (Pérez 2002; Barrientos y Pérez 2002a, 2002b) de hipótesis derivadas del modelo propuesto por Barrientos (1997, 2001) acerca de la dinámica del poblamiento holocénico del área, apoya la existencia de dos probables eventos de reemplazo poblacional ocurridos en el Holoceno medio y tardío (*ca.* 6.000-5.000 y *ca.* 1.000 años AP, respectivamente). Debido a las ventajas analíticas e interpretativas de los análisis de morfometría geométrica, el objetivo de este trabajo es re-evaluar las hipótesis derivadas de este modelo por medio de un análisis de *Relative warps*. Esta es una técnica de la morfometría geométrica basada en *landmarks*, desarrollada por Bookstein (1989, 1997) para el análisis de variación morfométrica poblacional (Rohlf 1993).

## EL AREA DE ESTUDIO: LOCALIZACIÓN Y ANTECEDENTES

El Sudeste de la Región Pampeana puede definirse como la porción de la Pampa Húmeda localizada al sur de la cuenca del Río Salado y al sudeste de la llamada Area Deprimida Radial (Frenguelli 1950). Este comprende las áreas denominadas Serranas de Tandilia y Ventania, Sur e Interserrana (Politis 1984; Barrientos 1997).

Los primeros estudios craneológicos efectuados sobre series pertenecientes a aborígenes de la Región Pampeana fueron realizados por ten Kate (1893), sobre la colección de cráneos araucanos perteneciente al Museo de La Plata. Los mismos fueron continuados por los estudios biométricos de Marelli (1914, 1919), efectuados sobre series compuestas por aborígenes patagónicos provenientes de Chubut y Río Negro, y otros de la provincia de Buenos Aires. Posteriormente desde una perspectiva morfologista, principalmente tipológica, Imbelloni y Bórmida realizaron algunos estudios de restos óseos humanos recuperados en la provincia de Buenos Aires. Imbelloni (1937a, 1937b) asignó algunos de los hallazgos realizados en la provincia a los distintos tipos morfológicos o razas por él definidos, y Bórmida (1953-1954) analizó series de cráneos provenientes de diversos

sitios ubicados entre los ríos Negro y Colorado (v.g. Bahía San Blas). A partir de la década de 1960 otros autores abordaron también, desde diferentes perspectivas, el estudio de las poblaciones aborígenes prehistóricas del territorio bonaerense (ver discusión en Barrientos 1997). Estos estudios en general han adolecido de una clara perspectiva diacrónica, debido principalmente a la carencia hasta fecha reciente (Barrientos 1997; Politis y Madrid 2001) de dataciones radiocarbónicas directas de restos óseos humanos.

A partir de 1999 se ha iniciado el análisis de la morfología craneofacial de los restos óseos humanos del área con el fin de evaluar diferencias cronológicas y afinidades con otras muestras, a nivel supra-regional y continental (Barrientos y Pérez 1999, 2002a, 2002b; Pérez 2000, 2002; Barrientos *et al.* 2001).

## EL POBLAMIENTO HUMANO DEL SUDESTE DE LA REGIÓN PAMPEANA DURANTE EL HOLOCENO

El análisis de los fechados radiocarbónicos del Sudeste de la Región Pampeana ha permitido la identificación de dos discontinuidades significativas en la distribución de los mismos (Barrientos y Pérez 2002b), las cuales pueden estar relacionadas con la disminución en el tamaño de las poblaciones que habitaron el área. La primera de ellas se encuentra en el inicio del Holoceno temprano (ca. 9.000 a 8.500 años AP), y la segunda en el Holoceno medio (ca. 6.000 a 5.000 años AP) (Barrientos 1997, 2001; Barrientos y Pérez 2002b). En momentos anteriores a la primera discontinuidad (ca. 11.000 y los 9.000 años AP) la información arqueológica muestra la ocupación del ambiente serrano de Tandilia y de la llanura Interserrana, desconociéndose sin embargo el uso de otros ambientes tales como las llanuras al sur de Ventania y la actual costa atlántica (Politis y Madrid 2001). La mayor parte de las ocupaciones registradas indican, sin embargo, eventos de corta duración, algunos de ellos con una funcionalidad muy definida (v.g. Flegenheimer 1995; Martínez 1999), lo que ha sido interpretado como resultado de la existencia de una alta movilidad y de rangos de acción extensos, posiblemente de escala supra-regional (Barrientos y Pérez 2002a; cf. Flegenheimer *et al.* 2000). Con posterioridad al 8.500 AP hay evidencia de la ocupación de gran parte del espacio regional (Berón y Politis 1997; Politis y Madrid 2001). Sólo el área Sur parece no estar siendo ocupada efectivamente en este período transicional hacia las condiciones más cálidas, aunque probablemente no más húmedas, del Hypsitermal (Politis y Madrid 2001). Algunos rasgos del registro de este momento, como los entierros humanos del sitio Arroyo Seco 2, han sido entendidas por Barrientos (1997, 2001) como correlatos de una fase de expansión poblacional por aumento demográfico, dispersión geográfica y posterior logro de un estado de equilibrio estacionario desde un punto de vista demográfico. La segunda de las discontinuidades coincide con la fase final del Optimo Climático e indica una notable reducción en la visibilidad arqueológica de la población pampeana (Barrientos 1997). Esta puede ser consecuencia de diferencias en las pautas de movilidad, localización de los asentamientos (Martínez 1999) o, más probablemente, de una reducción en la densidad demográfica y a una retracción poblacional debida principalmente a procesos de emigración y/o extinción local (Barrientos 1997, 2001). Simultáneamente se producen hiatos en diversas secuencias regionales en áreas situadas entre los 34° y los 42° de Lat. Sur, rango probable de distribución geográfica de la metapoblación de la cual la población del Sudeste de la Región Pampeana habría formado parte (Orquera 1987; Berón 1995; Sanguinetti de Bórmida y Curzio 1996; Gil 2000; ver discusión en Barrientos 1997, 2001). Con posterioridad a la instauración de las condiciones áridas-semiáridas en la segunda mitad del Holoceno medio (ca. 5.000- 4.500 años AP) hay un aumento en la visibilidad arqueológica de los habitantes del Sudeste de la Región Pampeana. Es probable que en este momento no se observe simplemente un aumento demográfico de la población preexistente, sino que se haya producido una rápida recolonización del área por otra población (Barrientos 1997; Pérez 2002; Barrientos y Pérez 2002a, 2002b). En un lapso de poco

más de 1.000 años es posible la ocupación efectiva de la totalidad del espacio regional. Es en este período en el que aparecen evidencias claras de una ocupación más intensa de las llanuras situadas al sur del sistema serrano de Ventania (Oliva 1991; Austral 1994; Austral y García Cano 1999). El registro arqueológico del Sudeste de la Región Pampeana muestra, para el lapso comprendido entre los 3.000 y los 2.000 años AP, una importante variabilidad, que se manifiesta especialmente en relación con las prácticas mortuorias (Madrid y Barrientos 2000). En algunos sectores del área –costa atlántica– dependiendo de la predictibilidad y de la densidad de los recursos, puede haberse implementado un manejo más territorial del espacio (Madrid y Barrientos 2000). Esta situación debió mantenerse hasta aproximadamente el 1.000 AP, donde se produjo la transición hacia las condiciones climáticas actuales y la retracción del principal recurso animal, el guanaco, hacia áreas situadas al oeste y sur del área Interserrana (Tonni y Politis 1980). A partir de este momento, un área que pudo concentrar gran densidad poblacional fue Ventania y Sur. Para la última parte del Holoceno tardío (ca. 1.000 a 400 años AP), hay creciente evidencia arqueológica y bioarqueológica de una expansión de poblaciones humanas del Nordeste de Patagonia, hacia las llanuras situadas a ambos lados del sistema serrano de Ventania. La potencial competencia entre la población local y la inmigrante habría favorecido a esta última, que alcanzó un rango de dispersión que incluyó las áreas mencionadas y al menos parte de las áreas Interserrana y Serrana de Tandilia (Barrientos 1997; Barrientos y Leipus 1997; Barrientos *et al.* 1997; Madrid *et al.* 2000).

Las hipótesis derivadas del modelo de poblamiento previamente sintetizado que ya han sido contrastadas positivamente mediante técnicas de la morfometría tradicional y que serán evaluadas en este trabajo son:

- H1: Si la reducción en la visibilidad arqueológica de la población del Sudeste de la Región Pampeana durante el 5.000-6.000 AP fue debida a un proceso de extinción local seguido por la recolonización por otra población, la muestra del Holoceno temprano/medio (ca. 8.000-6.000 años AP) exhibiría diferencias morfométricas significativas con respecto a la muestra del Holoceno tardío inicial (ca. 3.000-2.000 años AP).
- H2: Si durante la fase final del Holoceno tardío (después del 1.000 AP) tuvo lugar una entrada a este área de grupos del Nordeste de Patagonia, la muestra del Holoceno tardío final mostraría una mayor afinidad morfológica a nivel facial con las muestras del Nordeste de Patagonia que con las muestras del Holoceno tardío inicial.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para poner a prueba estas hipótesis se analizaron tres muestras diacrónicas de individuos de diferente sexo y edad del Sudeste de la Región Pampeana correspondientes a la transición Holoceno temprano/medio (Ht/m, ca. 8.000 a 6.000 AP, n=9), al Holoceno tardío inicial (Htai, ca. 3.000 a 2.000 AP, n= 11), y al Holoceno tardío final (Htaf, ca. 1.000 a 400 AP, n= 12) y dos del Nordeste de Patagonia, sin datos cronológicos radiométricos, pero generalmente considerados como pertenecientes al Holoceno tardío [v.g. Isla Gama (IG)= 12 y San Blas (SB)= 22]. Las muestras proceden de diversos sitios (Figura 1; Tabla 1) y su antigüedad probable está establecida por fechados radiocarbónicos, por ubicación estratigráfica, asociación contextual y tipo de deformación artificial (Lehmann-Nitsche 1910; Baffi y Berón 1992; Barrientos 1997, 2001). Para la selección de los casos a incluir en el presente estudio se tomaron en consideración la edad, el sexo y la presencia/ausencia de deformación craneana postdeposicional como los principales factores de variación para la estratificación de la muestra. Los análisis morfométricos fueron efectuados sobre imágenes del esqueleto facial en norma frontal. El resto del esqueleto craneofacial no fue analizado debido a que una parte de la muestra presenta deformación postdeposicional, siendo la calota craneana la más afectada (Marcellino s/f; Barrientos y Gutierrez 1996; Barrientos 1997). Las imágenes fueron obtenidas mediante una cámara reflex Canon FT-QL 35mm, empleándose

una película Kodak color de 100 asa. La digitalización de las imágenes se realizó a partir de los negativos, mediante el uso de un scanner KODAK Professional RFS 2065 Plus Film. Los *landmarks* fueron ubicados y marcados a partir de las imágenes, sobre el lado derecho del esqueleto facial por medio del programa tpsDIG 1.20 (Rohlf 1998b). Estos *landmarks* (1, 2, 3, 5, 6 y 10) y pseudo-*landmarks* (4, 7, 8 y 9) (Rohlf y Marcus 1993) se encuentran representados en la Figura 2. Los puntos denominados *landmarks* corresponden al tipo I de la clasificación efectuada por Bookstein (1997), es decir puntos posicionados en inserciones de tendones, intersección de suturas, etc., mientras que los denominados pseudo-*landmarks* coinciden con los tipos II y III de esta clasificación, donde el punto es definido en el extremo de una estructura, de un curva, etc.

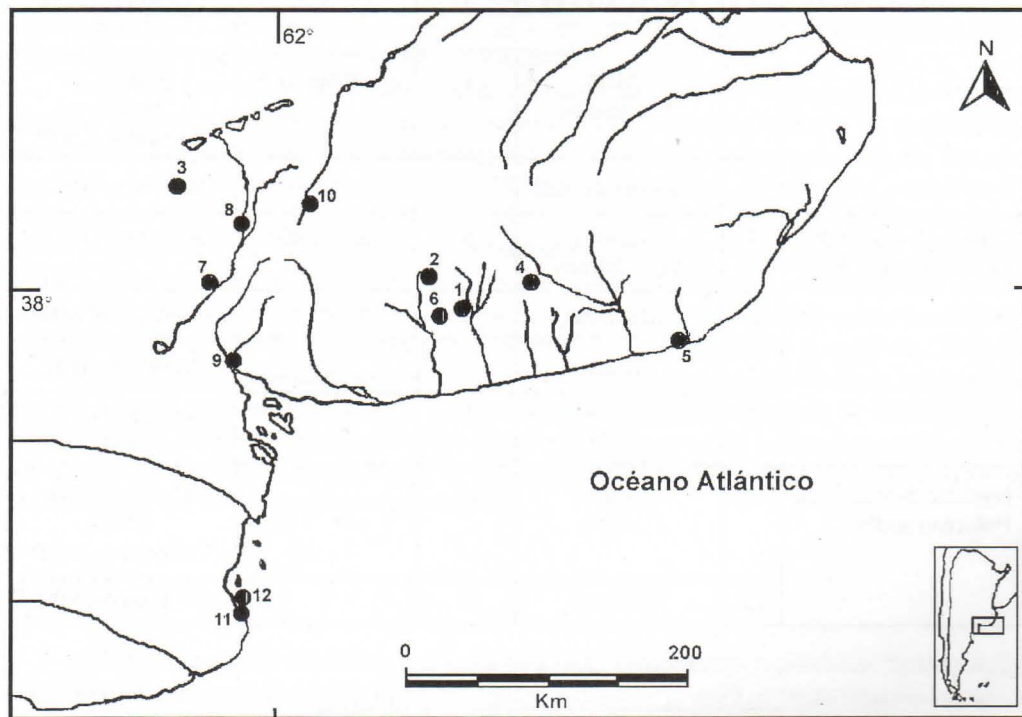


Figura 1. Ubicación de los sitios de los cuales provienen las muestras analizadas. Los números corresponden a los asignados a cada sitio en la Tabla 1.

Un análisis de error intraobservador fue efectuado sobre dos series, para las que se calculó las distancias Procrustes de cada individuo a la referencia –con el programa tpsSmall 1.17 (Rohlf 1998c)–, por medio de las pruebas de correlación intracase y ANOVA de medidas repetidas. Las distancias *Procrustes* pueden ser definidas como la raíz cuadrada de la suma de las distancias cuadradas entre dos configuraciones de *landmarks* centradas mediante la superposición de los centroides, normalizadas a un tamaño centroide<sup>1</sup> igual a 1, y óptimamente rotadas (Rohlf 1996, 1998c).

Para la comparación de las configuraciones de *landmarks* se empleó la técnica de Deformación Relativa (*Relative Warps*) (Bookstein 1989, 1997; Rohlf 1993, 1996, 1998a, 2000). Este análisis utiliza la transformación *thin-plate spline*<sup>2</sup> para efectuar las comparaciones (Rohlf y Marcus 1993). El análisis de *thin-plate spline*, desarrollado por Bookstein (1989, 1997), produce la deformación de una configuración media de *landmarks* con respecto a cada espécimen de la

Tabla 1. Muestras utilizadas en los análisis efectuados en este trabajo.

Región/Período	Nº	Sitio/Localidad	Nº de casos	Cronología (años <sup>14</sup> C AP)	Referencias
Sudeste de la Pampa. Holoceno temp./med.	1	Arroyo Seco 2	9	ca. 8000-6000	Barrientos (1997)
Sudeste de la Pampa. Holoceno tardío inicial.	2	Laguna 1 Tres Reyes	5	ca. 2500-2200	Madrid y Barrientos (2000)
	3	La Segovia	1	ca. 2000	Barrientos (1997)
	4	Est. Santa Clara	3	?	Lehmann-Nitsche (1910)
	5	Túmulo de Malacara	1	ca. 3000-2000	Vignati (1960), Madrid y Barrientos (2000)
	6	Laguna La Larga	1	?	Barrientos (1997)
Sudeste de la Pampa. Holoceno tardío final.	7	Laguna 1 Los Chilenos	6	ca. 500-400	Barrientos (1997)
	8	Saavedra	4	?	Catálogo del MLP
	9	Napostá	1	?	Barrientos (1997)
	10	Sauce Corto	1		Lehmann-Nitsche (1910)
Nordeste de Patagonia. Holoceno tardío.	11	San Blas	22	?	Lehmann-Nitsche (1910), Catálogo del MLP
	12	Isla Gama	12	?	Catálogo del MLP

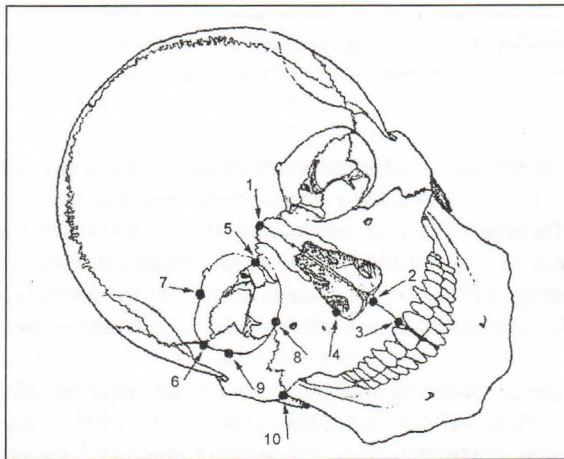


Figura 2. Posición de los landmarks (1, 2, 3, 5, 6 y 10) y pseudo-landmarks (4, 7, 8 y 9) registrados. El esqueleto facial se encuentra en la posición en la cual aparecen estos puntos en la Figura 4.

muestra analizada. Como resultado se obtiene una grilla que permite observar la deformación de la configuración de *landmarks* de los especímenes con respecto a la media (Rohlf y Marcus 1993). Las deformaciones relativas o *relative warps* son los componentes principales calculados a partir de las deformaciones parciales (*partial warps*), variables generadas por el análisis de *thin-plate spline* que registran la deformación de los individuos con respecto a la configuración de referencia, en diferentes escalas geométricas (Rohlf 1993). Se utilizó la superposición *Procrustes*<sup>3</sup> para poner en una misma escala los *landmarks* y para estandarizar su posición y orientación (Rohlf 1996). Los análisis fueron efectuados por medio del programa *Relative warps 1.18* para Windows (Rohlf 1998d). El parámetro *alpha*, que determina el peso relativo de los *principal warps* o componentes geoméricamente ortogonales correspondientes a deformaciones a diferentes escalas geométricas (Rohlf y Marcus 1993), fue usado con un valor de 1, como fuera propuesto originalmente por Bookstein (1989). De este modo, los *principal warps* correspondientes a cambios a gran escala adquieren mayor peso en el análisis (Rohlf y Marcus 1993).

Debido a que las técnicas tradicionales de prueba de hipótesis trabajan bajo condiciones restrictivas (normalidad multivariada, autovalores distintos de cero, tamaño de muestra muy grande), otras técnicas que no están limitadas por estos supuestos fueron aplicadas. En este caso se empleó la técnica de *bootstrap* (Efron 1979; Efron y Tibshirani 1993) para el cálculo de los componentes principales (Diaconis y Efron 1983; Marcus 1990). Esta técnica produce *n* muestras con *n* reemplazos. Para una serie como la constituida por los individuos masculinos del presente estudio, cada muestra replicada elige 30 de las observaciones originales con reemplazo. Para *n*=30 hay 30<sup>30</sup> posibles patrones. Generando un número pequeño de estos posibles patrones se obtiene una estimación confiable de un parámetro (Marcus 1990; Wilkinson y Engelman 1999). La estimación de los componentes principales fue efectuada mediante el cálculo de la media de los valores de estos para las 500 muestras generadas por el remuestreo. Análisis de ANOVA de un tratamiento y LSD fueron efectuados sobre los componentes principales obtenidos con la técnica de *bootstrap*, con el fin de establecer la existencia de diferencias entre la configuración de *landmarks* de las diferentes muestras analizadas.

## RESULTADOS

Los resultados del análisis del error intraobservador demostraron la precisión (Sokal y Rohlf 1979) lograda en el registro de *landmarks* y pseudo-*landmarks*. El análisis de correlación intraclass arrojó un valor de 0,8785 con una *p* de 0,0001, y la prueba de ANOVA de medidas repetidas una *F* de 3,9615 con una *p* de 0,0651.

El análisis de la variación en forma de las muestras de individuos masculinos mostró la existencia de diferencias morfométricas entre el Holoceno tardío inicial y las otras muestras comparadas. En la Figura 3 se hallan graficados los *relative warps* 1 (31,36%) y 2 (21,16%), con un valor de *alpha* igual a 1. En ella se observa la diferencia entre el Holoceno tardío inicial y el resto de las muestras del Sudeste de la Región Pampeana y el Nordeste de Patagonia. En la Figura 4 se muestra la grilla de deformación de tres casos, cada uno correspondiente a uno de los tres períodos considerados- AS24 (Ht/m), TR1-1 (Htai) y LCH1-3 (Htaf) - respecto a la configuración de referencia (la cual no está deformada y por lo tanto es cuadrangular). Se puede observar una similitud en la deformación entre los individuos del Holoceno temprano/medio y del Holoceno tardío final, mientras que el espécimen del Holoceno tardío inicial difiere de los otros dos, con una mayor altura facial, un menor ancho facial, órbitas más altas y de diferente configuración. El análisis de ANOVA de un tratamiento efectuado sobre los componentes principales 1 y 2, obtenidos con las técnicas de *bootstrap*, halló diferencias significativas sólo para el primero de estos (CP1= *F* 6,041 y *p* 0,002, y CP2= *F* 1,002 y *p* 0,427). En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis de LSD sobre el componente principal 1 observándose diferencias significativas entre

los individuos del Holoceno tardío inicial y el resto de las muestras. Los análisis efectuados sobre las muestras femeninas no arrojaron diferencias significativas. Los *relative warps* 1 (31,93%) y 2 (25,99%), con un valor *alpha* de 1 fueron calculados. En la Figura 5 estos se encuentran graficados, pudiendo observarse la superposición de las muestras analizadas. El ANOVA de un tratamiento realizado sobre los componentes principales 1 y 2, recalculados con las técnicas de *bootstrap*, no arrojó diferencias significativas (CP1= F 1,558 y p 0,231, y CP2= F 1,232 y p 0,334).

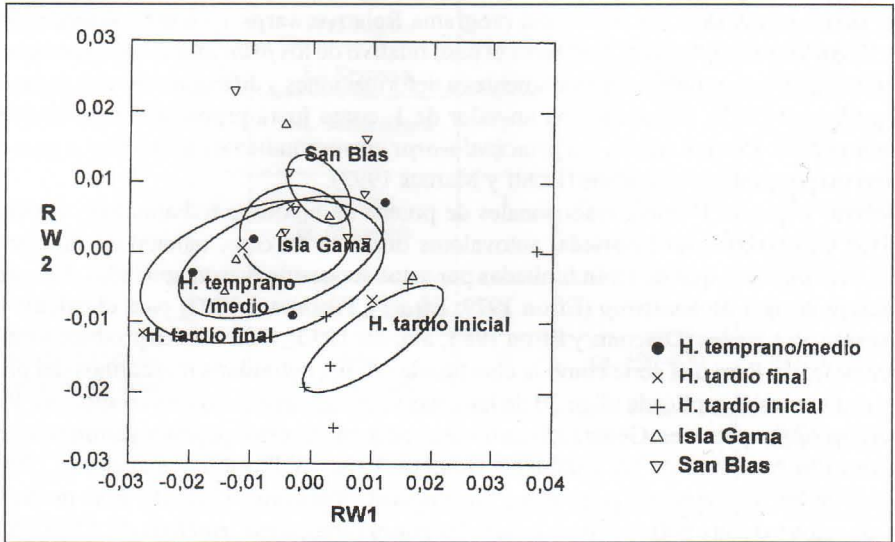


Figura 3. Análisis de *Relative warps*: individuos masculinos del Sudeste de la Región Pampeana y el Nordeste de Patagonia.

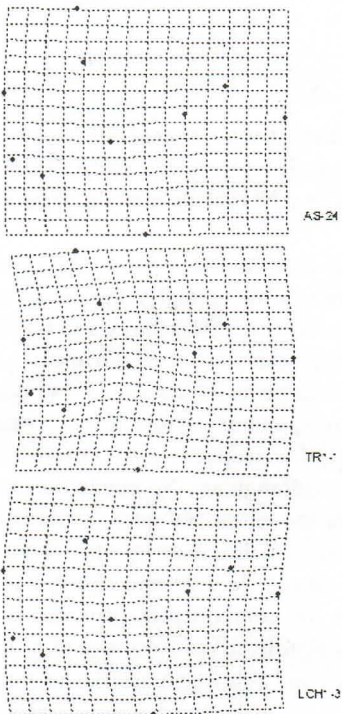


Figura 4. Grillas de deformación obtenidas a partir de los *Relative warps* 1 y 2: individuos masculinos del Sudeste de la Región Pampeana y el Nordeste de Patagonia.



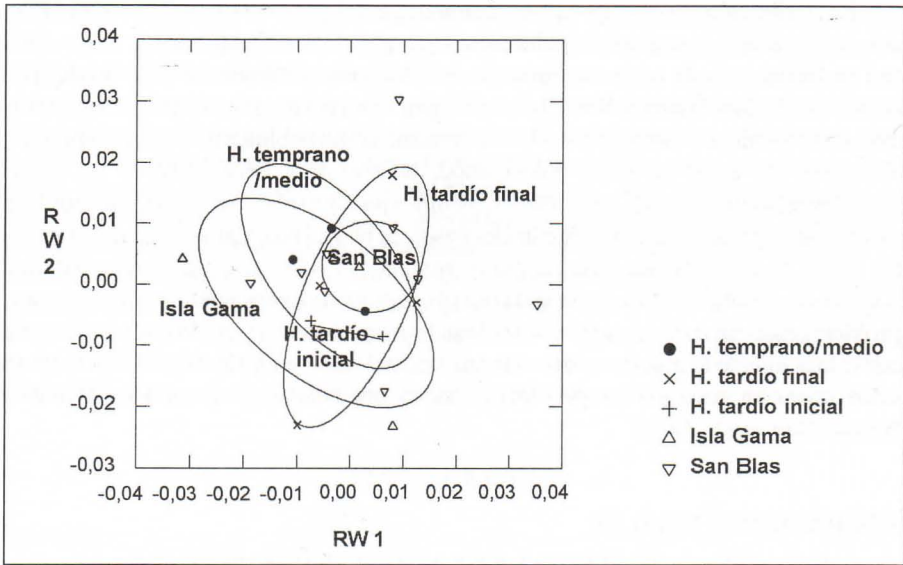


Figura 5. Análisis de *Relative warps*: individuos femeninos del Sudeste de la Región Pampeana y el Nordeste de Patagonia.

Tabla 2. Análisis de LSD (*Least-Significant-Difference*) sobre el componente principal 1 calculado con la técnica de *bootstrap*: matriz de diferencia de medias y probabilidad asociada para la muestra masculina.

	Ht/m	Htaf	Htai	IG	SB
Ht/m	0,000				
Htaf	-0,300	0,000			
Htai	-1,405*	-1,105*	0,000		
IG	0,506	0,806	1,911**	0,000	
SB	0,463	0,763	1,868**	-0,043	0,000

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

## DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo permiten contestar en forma afirmativa las implicaciones de las hipótesis planteadas. La diferencia significativa entre las muestras masculinas del Holoceno temprano/medio y del Holoceno tardío inicial del Sudeste de la Región Pampeana, en la forma del esqueleto facial, principalmente a nivel orbital y nasal, es compatible con lo especificado por el modelo de poblamiento formulado por Barrientos (1997, 2001). La similitud en forma entre las muestras del Holoceno tardío final y las de Isla Gama y San Blas apoya asimismo la hipótesis de la existencia de una marcada relación biológica entre los grupos de cazadores-recolectores que ocuparon el Sudeste de la Región Pampeana y el Nordeste de Patagonia durante la fase final del Holoceno tardío. Si bien todavía no está establecido, es posible que estos grupos conformaran una serie de poblaciones locales pertenecientes a una metapoblación (Levins 1969; Hanski 1999) con

un rango de distribución geográfica de escala supraregional que experimentaron alternativamente procesos de retracción y expansión poblacional y/o geográfica (Barrientos y Pérez 2002a). La similitud en forma hallada entre las muestras del Holoceno temprano/medio, las del Holoceno tardío final, las de Isla Gama y San Blas, coinciden con las observaciones hechas previamente aplicando otras técnicas y también ha sido interpretada como debida a relaciones biológicas entre las poblaciones de estos períodos (Pérez 2002; Barrientos y Pérez 2002a). La ausencia de diferencias entre las muestras de individuos femeninos puede explicarse en parte porque la muestra del Holoceno tardío inicial tiene solamente dos casos. Si bien el efectuar las estimaciones mediante métodos como el de *bootstrap* ofrece algunas ventajas, al no estar estas técnicas limitadas por ningún supuesto paramétrico, es importante no sobreestimar lo que pueden aportar en la resolución de un problema particular. El remuestreo está basado en una muestra y por lo tanto la generalización no puede ir más allá de la muestra particular analizada (Ludbrook y Dudley 1998). Estas técnicas no pueden obviar los sesgos o la representatividad de una muestra y en muchos casos exacerban el problema (Hair *et al.* 2001).

## CONSIDERACIONES FINALES

Las técnicas de la morfometría geométrica y la estadística de remuestreo confirman las diferencias morfológicas observadas entre las muestras del Holoceno del Sudeste de la Región Pampeana y apoyan la existencia de diferentes poblaciones humanas en esta región a lo largo del Holoceno. Estos resultados corroboran, mediante técnicas morfométricas más eficientes, las expectativas derivadas del modelo de poblamiento holocénico del Sudeste de la Región Pampeana propuesto por Barrientos (1997, 2001).

El uso explícito de información biológica para poner a prueba modelos arqueológicos ha tenido un rápido desarrollo dentro de nuestro país, particularmente en la Región Pampeana, y ha posibilitado la evaluación de las hipótesis derivadas de ellos con información independiente a aquella con las cuales fueron generados.

La Plata, 30 de mayo de 2003

Aprobado junio 2003

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Gustavo Barrientos por el apoyo y sugerencias recibidas durante la realización de este trabajo, y a Gustavo Politis, Fernando Oliva, Patricia Madrid y Héctor Pucciarelli por permitirme el uso de las muestras analizadas. Una parte de este trabajo fue financiado con fondos del Subsidio en Apoyo a Proyectos de la Fundación Antorchas N° 14022-23, dirigido por el Dr. G. Barrientos.

## NOTAS

- <sup>1</sup> El tamaño *centroide* es una medida de tamaño geométrico de cada espécimen, computado como la raíz cuadrada de la suma de las distancias cuadradas desde cada *landmark* al *centroide* de la configuración de *landmarks* de cada espécimen (Bookstein 1989; Rohlf *et al.* 1996).
- <sup>2</sup> Bookstein (1989, 1997) propuso el uso de la función de *thin-plate spline* para acomodar las diferencias en las posiciones de los *landmarks* en un organismo relativo a sus posiciones en otro. El término *thin-plate spline* deriva de un modelo de la deformación de una hoja delgada de metal. El uso de esta función no implica que los tejidos biológicos se comporten como hojas de metal. Es sólo una función conveniente para expresar las diferencias en dos configuraciones de *landmarks* como una deformación continua (Rohlf y Marcus 1993). Un rasgo importante de esta función es que uno puede separar los cambios debidos a las diferencias en tamaño, traslación, rotación y componente uniforme de la forma, y los que describen el

componente no uniforme. A su vez la variación en forma puede ser una vez más separado en *principal warps* o componentes geoméricamente ortogonales correspondientes a deformaciones a diferentes escalas geométricas (Rohlf y Marcus 1993). Como primer paso en el análisis se calcula la matriz de energía de deformación (*bending energy matrix*) que determina el esfuerzo necesario para transformar las coordenadas de *landmarks* en la referencia. A partir de la matriz de energía de deformación se obtienen los autovalores y los autovectores, que son los *principal warps*. La magnitud de cada autovalor corresponde inversamente a la escala. Uno puede expresar los parámetros del *thin-plate spline* de cada espécimen en términos de estos *principal warps* más que en términos de las coordenadas originales de sus *landmarks*. Esto produce lo que se llama *partial warps* (Bookstein 1989). Estos son los *principal warps* aplicados separadamente a lo largo de cada eje de coordenadas y escalado en forma apropiada para que corresponda a la parte no afín de la función del *thin-plate spline* que transforma las coordenadas de la referencia en las de un espécimen en particular.

- <sup>3</sup> La técnica de superposición se basa en el ajuste de dos o más especímenes con *landmarks* homólogos mediante la distancia *Procrustes* reduciendo la diferencia entre cada par de puntos homólogos. Este algoritmo minimiza la rotación, traslación y escalado necesarios para llegar a este ajuste.

## BIBLIOGRAFIA

- Austral, Antonio  
1994. Arqueología en el Sudoeste de Buenos Aires. Resúmenes del *XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*: 201-203. San Rafael, Mendoza.
- Austral, Antonio y J. García Cano  
1999. Un caso de arqueología en lagunas pampeanas. El sitio SA 29 LE, Las Encadenadas en el Partido de Saavedra, Provincia de Buenos Aires. Aplicación de técnicas de prospección subacuática. En: C. Diez Marín (ed.), *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina III*: 87-94. Editorial de la UNLP, La Plata.
- Baffi, Inés y Mónica Berón  
1992. Los restos óseos humanos de Tapera Moreira (La Pampa), y la deformación artificial en la Región Pampeana. Análisis tentativo. *Palimpsesto* 1: 25-36.
- Barrientos, Gustavo  
1997. *Nutrición y dieta de las poblaciones aborígenes prehispánicas del sudeste de la región pampeana*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, U.N.L.P.  
2001. Una aproximación bioarqueológica al estudio del poblamiento prehispánico tardío del sudeste de la Región Pampeana. *Intersecciones en Antropología* 2: 3-18. Olavarria.
- Barrientos, Gustavo y Marfa Gutiérrez  
1996. Taphonomic and diagenetic processes of human bone remains in the Arroyo Seco 2 site, Pampean Region, Argentina. Trabajo presentado al *61st Annual Meeting, Society for American Archaeology*. New Orleans.
- Barrientos, Gustavo y Marcela Leipus  
1997. Recientes investigaciones en el sitio Campo Brochetto (Pdo. de Tres Arroyos, Pcia. de Buenos Aires). En: M. Berón y G. Politis (eds.), *Arqueología Pampeana en la Década de los '90*: 35-46. Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael e INCUAPA, San Rafael, Mendoza.
- Barrientos, Gustavo y S. Iván Pérez  
1999. Reconstrucción del esqueleto craneofacial de restos óseos humanos del sitio Arroyo Seco 2 (Holoceno Temprano del Sudeste de la Región Pampeana): una aproximación mediante el manejo de imágenes. Resúmenes de las *IV Jornadas Nacionales de Antropología Biológicas*: 65. Jujuy.  
2002a. La dinámica del poblamiento humano del Sudeste de la Región Pampeana durante el Holoceno. *Intersecciones en Antropología* 3: 41-54. Olavarria  
2002b. Was there a population replacement during the late middle Holocene in the Southeastern Pampas of Argentina? Discussing its archaeological evidence and its paleoecological basis. Was there a population replacement during the late middle Holocene in the Southeastern Pampas of Argentina?. Discussing its archaeological evidence and its paleoecological basis. En: G. Neme, A. Gil y M. Zárate (eds.), *Quaternary International*, Volumen especial, The human occupation of Southern Southamerica during the middle Holocene. En prensa.

Barrientos Gustavo; Marcela Leipus y Fernando Oliva

1997. Investigaciones arqueológicas en la Laguna Los Chilenos (Provincia de Buenos Aires). En: M. Berón y G. Politis (eds.), *Arqueología Pampeana en la Década de los '90*: 115-125. Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael e INCUAPA, San Rafael, Mendoza.

Barrientos Gustavo; Héctor M. Pucciarelli; Gustavo Politis; S. Iván Pérez y Marina Sardi

2001. The craneofacial morphology of the early/middle Holocene human populations from the Pampean Region (Republica Argentina): Getting a new insight into the morphological variability of early Americans. En: L. Miotti, M. Salemme y N. Flegenheimer (eds.), *Ancient Evidences for Paleo South Americans: From Where the South Winds Blow*. Center for the Studies of the First Americans (CSFA) and Texas A&M University Press. En prensa.

Berón, Mónica

1995. Cronología radiocarbónica de eventos culturales, y algo más... Localidad Tapera Moreira, área del Curacó, La Pampa. *Cuadernos del INAPL* 16: 261-282. Buenos Aires.

Berón, Mónica y Gustavo Politis

1997. Arqueología Pampeana en la Década de los '90. Análisis y perspectivas. En: M. Berón y G. Politis (eds.), *Arqueología Pampeana en la Década de los '90*: 7-32. Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael e INCUAPA, San Rafael, Mendoza.

Bookstein, Fred L.

1989. Principal warps: thin-plate splines and the decomposition of deformations. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 11: 567-585.

[1991] 1997. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. Cambridge University Press. Cambridge.

Bórmida, Marcelo

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

Catálogo del MLP

s/f. Departamento Científico de Antropología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. MS.

Diaconis, P. y Bradley Efron

1983. Computer-intensive methods in statistics. *Scientific American*, May: 116-130.

Efron, Bradley

1979. Bootstrap methods: Another look at the jackknife. *The Annals of Statistics*, 7: 1-2.

Efron, Bradley y R. J. Tibshirani

1993. *An Introduction to the Bootstrap*. Nueva York: Chapman & Hall.

Flegenheimer, Nora

1995. The hill top of Cerro El Sombrero, Argentina. *Current Research in the Pleistocene* 12: 11-13.

Flegenheimer, Nora; Cristina Bayón; M. Balente; J. Baeza y J. Femenías

2000. Traslado de rocas a grandes distancias. Trabajo presentado en el *Taller Internacional de INQUA. La colonización del sur de América durante la transición Pleistoceno/Holoceno*. La Plata.

Frenguelli, José

1950. Rasgos generales de la morfología y geología de la provincia de Buenos Aires. *MOP, Lemit serie* 2 (33), La Plata.

Gil, Adolfo F.

2000. *Arqueología de la Payunia, Provincia de Mendoza*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata.

Hair, Joseph F.; Rolph E. Anderson; Ronald L. Tatham y William C. Black

2001. *Análisis Multivariante*. Prentice Hall Iberia, Madrid.

Hanski, I.

1999. *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, Oxford.

Imbelloni, José

1937a. Fuégidos y Láquidos. Posición actual de la raza paleo-americana o de Lagoa Santa. *Anales del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 39: 6-103.

1937b. Tabla clasificatoria de los indios. Regiones biológicas y grupos raciales humanos de América. *Physis* 12: 228-248.

Lehmann-Nitsche, R.

1910. *Catálogo de la Sección Antropología del Museo de La Plata*. Coni Hnos., Buenos Aires.

- Levins, R.  
1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15: 237-240.
- Ludbrook, J. y H. Dudley  
1998. Why permutation tests are superior to t and F tests in biomedical research. *American Statistician* 52: 127-132.
- Madrid, Patricia y Gustavo Barrientos  
2000. La estructura del registro arqueológico del sitio Laguna Tres Reyes 1 (Provincia de Buenos Aires): nuevos datos para la interpretación del poblamiento humano del Sudeste de la Región Pampeana a inicios del Holoceno tardío. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXV*: 179-206.
- Madrid, Patricia; Gustavo Politis y D. Poire  
2000. Pinturas rupestres y estructuras de piedra en las sierras de Curicó (extremo Noroccidental de Tandilia, Región Pampeana). *Intersecciones en Antropología* 1: 35-53. Olavarria.
- Marcellino, Alberto  
*s/f. Los esqueletos humanos aborígenes de Arroyo Seco (Partido de Tres Arroyos, Pcia. de Buenos Aires)*. MS.
- Marcus, Leslie F.  
1990. Traditional morphometrics. En: F. J. Rohlf y F. L. Bookstein (eds.), *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*: 77-122. Special Publication Number 2. The University of Michigan Museum of Zoology. Ann Arbor, Michigan.
- Marelli, Carlos  
1914. Contribución a la craneología de las primitivas poblaciones de la Patagonia. Observaciones morfobiométricas. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural* 26: 31-91. Buenos Aires.  
1919. Nuevas investigaciones biométricas sobre primitivas poblaciones de la Patagonia. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural* 30: 197-236. Buenos Aires.
- Martínez, Gustavo  
1999. *Tecnología, subsistencia y asentamiento en el curso medio del río Quequén Grande: un enfoque arqueológico*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata.
- Méndez, Graciela y Susana Salceda  
1989. Provincia de Buenos Aires: Ensayo de clasificación de sus antiguos pobladores. *Revista del Museo de La Plata* (N.S.) Antropología IX, 68. La Plata.
- Oliva, Fernando  
1991. Investigaciones arqueológicas desarrolladas en el sector occidental del Sistema Serrano de Ventania y la llanura adyacente. 1987-1989. *Boletín del Centro* 1: 39-41. La Plata.
- Orquera, Luis  
1987. Advances in the archaeology of the Pampa and Patagonia. *Journal of World Archaeology* 1: 333-413.
- Pérez, S. Iván  
2000. Reconstrucción a partir de imágenes digitalizadas del esqueleto craneofacial de restos óseos humanos del sitio Arroyo Seco 2 (Holoceno Temprano del sudeste de Región Pampeana). Resúmenes de las *V Jornadas de Jóvenes Investigadores en Ciencias Antropológicas*: 3-4. Buenos Aires.  
2002. Variabilidad temporal en la morfología craneofacial en muestras de restos humanos del Sudeste de la región Pampeana: Implicaciones para la discusión del poblamiento regional durante el Holoceno. En: D. L. Mazzanti, M. A. Berón y F. W. Oliva (eds.), *Del mar a los salitrales: diez mil años de historia pampeana en el umbral del tercer milenio*: 155-167. Mar del Plata.
- Politis, Gustavo  
1984. *Arqueología del Area Interserrana Bonaerense*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.
- Politis, Gustavo y Patricia Madrid  
2001. Arqueología pampeana: estado actual y perspectivas. En: E. Berberian y A. Nielsen (eds.), *Historia Argentina Prehispánica*: 737-814. Córdoba.
- Rohlf, F. James  
1990. Morphometrics. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 21: 299-316.  
1993. Relative warps analysis and an example of its application to Mosquito wings. En: L. F. Marcus, E. Bello y A. García-Valdecasas (eds.), *Contributions to Morphometrics*: 132-159. Madrid, Monografías

- del Museo Nacional de Ciencias Naturales.
1996. Mophometric spaces, shape components and the effects of linear transformations. En: L.F. Marcus, M. Corti, A. Loy, D. Slice y G. Naylor (eds.), *Advances in Morphometrics*: 117-129. New York, Plenum Press.
- 1998a. On application of geometric morphometrics to studies of ontogeny and phylogeny. *Systematic Biology*. 47: 147-158.
- 1998b. *tpsDIG* 1.20. Software by F. James Rohlf. <http://life.bio.sunysb.edu/ee/rohlf/software.html>. 18/10/99; 3/11/00.
- 1998c. *tpsSmall* 1.17. Software by F. James Rohlf. <http://life.bio.sunysb.edu/ee/rohlf/software.html>. 18/10/99; 3/11/00.
- 1998d. *Relative warps* 1.18. Software by F. James Rohlf. <http://life.bio.sunysb.edu/ee/rohlf/software.html>. 18/10/99; 3/11/00.
1999. On the use of shape spaces to compare morphometrics methods. *Hystrix*. 11(1): 1-17.
2000. Statistical power comparisons among alternative morphometric methods. *American Journal of Physical Anthropology* 111: 463-478.
- Rohlf, F. James y Leslie F. Marcus  
1993. A Revolution in Morphometrics. *Tree*. 8(4): 129-132.
- Rohlf, F. James; Anna Loy y Marco Corti  
1996. Morphometric analysis of Old World Talpidae (Mammalia, Insectivora) using partial-warp scores. *Systematic Biology* 45: 344-362.
- Sanguinetti de Bórmida, A. y D. Curzio  
1996. Cronología regional, cultural y paleoambiental del área de investigación Piedra del Aguila. *Praehistoria* 2: 280-290.
- Sokal R R, Rohlf F. James  
1979. *Biometria. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones, Madrid.
- Strauss, R. E. y Fred L. Bookstein  
1982. The truss: body form reconstruction in morphometrics. *Systematic Zoology* 31: 113-135.
- ten Kate, H.  
1893. Contribution a la craneologie des Araucans argentins. *Revista del Museo de La Plata* 4: 209-220. La Plata.
- Tonni, Eduardo y Gustavo Politis  
1980. La distribución del guanaco (*Mammalia, Camelidae*) en la Pcia. de Buenos Aires durante el Pleistoceno Tardío y Holoceno. Los factores climáticos como causas de su retracción. *Ameghiniana* 17: 53-66.
- Vignati, M.  
1960 El indigenado de la provincia de Buenos Aires. *Anales de la Comisión de Investigación Científica* 1:95-182.
- Wilkinson, Leland y Laszlo Engelman  
1999. Bootstrapping and sampling. En: *SYSTAT<sup>R</sup> 9 Statistics I*: 17-29. SPSS Inc.