

# DIVERGENCIA FENOTÍPICA EN LOS OASIS DE SAN PEDRO DE ATACAMA, NORTE DE CHILE

Héctor H. Varela<sup>1</sup> <sup>2</sup> y José A. Cocilovo<sup>1</sup>

## Resumen

Se analiza la diferenciación fenotípica entre *ayllus* de la población agroalfarera de San Pedro de Atacama. La muestra está constituida por 622 individuos correspondientes a los periodos Temprano, Medio y Tardío. Se trabajó con 37 variables craneométricas. Las diferencias se evaluaron mediante técnicas de análisis estadístico multivariado. Los resultados indican una importante diferenciación en el periodo Temprano. Durante el periodo Medio, se observa la reducción de las diferencias entre sitios y, en el periodo Tardío, un aumento moderado de las diferencias entre los *ayllus*.

*Palabras claves:* Norte de Chile - Relaciones biológicas - San Pedro de Atacama.

## Abstract

In this work we analyze the phenotypic differences among cemeteries from the prehistoric population of San Pedro de Atacama. The sample comprises 622 individuals, corresponding to Early, Middle, and Late periods. We worked with 37 craniometric variables. The differences among *ayllus* were evaluated using multivariate analysis. The results indicate a significant differentiation during the Early Period. The differentiation among *ayllus* during the Middle Period is reduced. During the Late Period, there is a moderate increase of differences among sites.

*Key words:* Northern Chile - Biological relationships - San Pedro de Atacama.

Recibido: junio 2010. Aceptado: agosto 2011.

## ❖ INTRODUCCIÓN

Los primeros asentamientos vinculados con la práctica de la agricultura en San Pedro de Atacama (Figura 1) se registran a partir del 350 AC (Berenguer *et al.* 1986, Tarragó 1989). La población estaba organizada en unidades denominadas *ayllus*, constituidas por un conjunto de individuos relacionados por lazos de parentesco y económicos. La primera periodificación cultural fue propuesta por Orellana (1963) y Le Paige (1963). Más tarde, Tarragó (1968) presenta una nueva secuencia de ocho fases, basada en el detallado estudio de la alfarería local y de los ajuares de cada tumba. Esta última, fue actualizada mediante fechados por termoluminiscencia (Berenguer *et al.* 1986) y revisada por Tarragó (1989). Este registro, basado en contextos funerarios, representa la historia genética de por lo menos 75 generaciones experimentando cambios producidos por los distintos avatares relacionados con su adaptación al medio físico, biológico y social, desde grupos de pastores iniciando el tránsito hacia la explotación agrícola, pasando al establecimiento de una sociedad organizada y estructurada, basada no solo en la producción de alimentos sino también en un amplio intercambio de productos a nivel del Área Andina Centro Meridional, hasta el advenimiento del periodo Tardío con la dominación inka.

En trabajos previos (Varela y Cocilovo 1996; Cocilovo y Varela 2002), se comprobó una moderada variación cronológica del fenotipo medio de la población, puesta de

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Química y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto. CONICET, ARGENTINA. E-mail: hvarela@exa.unrc.edu.ar y Jcocilovo@exa.unrc.edu.ar

<sup>2</sup> Enviar correspondencia a: Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, (5800) Río Cuarto, Argentina. Tel: 54-358-4676167, Fax: 54-358-4676230. E-mail: hvarela@exa.unrc.edu.ar

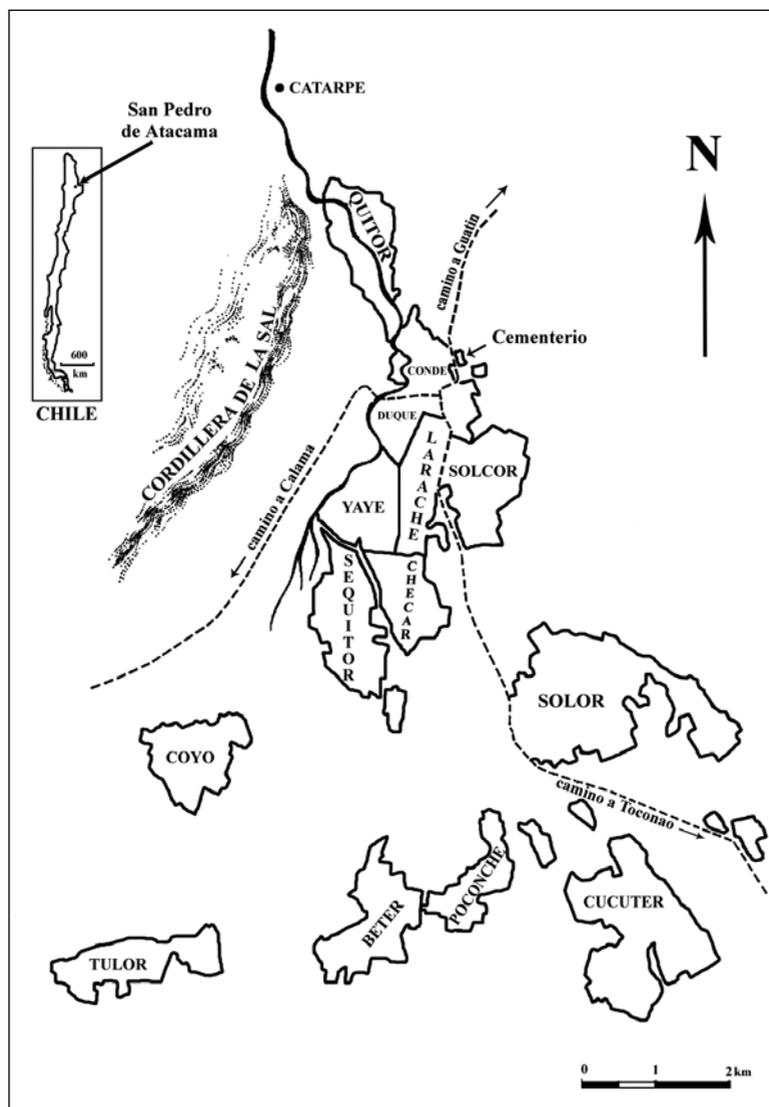


Figura 1. Mapa de San Pedro de Atacama mostrando la ubicación de los sitios.

manifiesto por las diferencias estadísticamente significativas establecidas para un conjunto reducido de mediciones craneométricas. El efecto principal se traducía en cambios de forma y tamaño de la cabeza, cara, órbitas y nariz determinados en forma independiente de la acción de otros factores como el sexo, la edad o la deformación artificial.

Una primera explicación de las causas responsables de las variaciones de los rasgos craneométricos en San Pedro de Atacama fue elaborada en el marco de la genética de poblaciones. Los fundamentos teóricos, metodológicos

y resultados obtenidos se encuentran expuestos detalladamente en Varela (1997) y Varela y Cocilovo (2000). En estos trabajos, se consideró la historia de la población dividida en cuatro fases cubriendo desde el período Intermedio Temprano hasta el período Inka. El análisis de la variación craneométrica y la estimación de parámetros específicos del modelo de deriva/migración indican la acción de un lento proceso evolutivo caracterizado por la fluctuación de los valores medios fenotípicos y de las varianzas respectivas de cada fase con respecto al valor medio poblacional.

| Sitio           | Código | N   |
|-----------------|--------|-----|
| Quitor Temprano | QUITE  | 12  |
| Toconao         | TOCO   | 15  |
| Larache         | LARRA  | 15  |
| Solcor          | SOLCOR | 20  |
| Quitor Medio    | QUIME  | 286 |
| Coyo            | COYO   | 170 |
| Quitor Tardío   | QUITA  | 43  |
| Yaye            | YAYE   | 51  |
| Catarpe         | CATAR  | 10  |
|                 | TOTAL  | 622 |

**Tabla 1.** San Pedro de Atacama, distribución de la muestra por período y ayllu.

Sin embargo, como en estas experiencias se empleó un conjunto reducido de datos formado por materiales de varios sitios y de diferentes fases culturales, siempre estuvo presente la posibilidad de que el diseño experimental utilizado no proporcionara una estimación confiable de las diferencias fenotípicas en el tiempo. El problema principal que estaba latente era la posibilidad de que las pruebas estadísticas estuviesen reflejando un efecto espacial confundido con el cronológico debido a la subdivisión de la muestra en varias fases culturales y su integración con materiales de distintos sitios. Por esta razón, con el objetivo de afinar la investigación sobre la diferenciación temporal considerando constante las relaciones espaciales, se realizó el análisis de un único distrito, el *ayllu* de Quitor (ver Figura 1). La elección de los cementerios de Quitor estuvo justificada por su distribución temporal, la calidad de las referencias arqueológicas y la cantidad de información bioantropológica disponible.

Esta investigación permitió confirmar los principales hechos antes relatados y obtener una mayor precisión en el análisis de la variación cronológica de los rasgos craneométricos. Nuevamente, aquí se puso en evidencia el incremento de la diferenciación fenotípica durante el Período Tardío (Desarrollos Regionales, 950-1470 DC) y una relativa homogeneidad morfológica entre los Períodos Medio (*Tiwanaku*, 400-950 DC) y Temprano (Formativo, 1400 DC).

La existencia de variación cronológica explorada en términos generales para la localidad (Varela y Cocilovo 1996; Cocilovo y Varela 2002) y en particular para el sitio de Quitor (Varela y Cocilovo 2009), estimuló la generación de una nueva pregunta referida a si los hechos comprobados podían ser reproducidos contando con una muestra mucho mayor, incluyendo la información de varios cementerios. Para responder a esta cuestión, se llevó a cabo la presente experiencia con el objeto de evaluar la diferenciación fenotípica entre distintos *ayllus* de los periodos Temprano, Medio y Tardío. Por los antecedentes disponibles, se espera comprobar la existencia de variación temporal y espacial producida por factores que influyeron en la historia biosocial de la población. Entre dichos factores, se cuentan el origen de los grupos fundadores y su tamaño efectivo, las pautas de apareamiento, las relaciones de parentesco, la deriva genética y la migración, las relaciones económicas y el intercambio de bienes y productos a través de redes de mediano y amplio rango: costa, valles y puna, incluyendo regiones más distantes como Bolivia y el Noroeste Argentino.

#### ❖ MATERIAL Y MÉTODOS

La información empleada en el presente trabajo fue obtenida por los autores en diferentes estadías durante los años 1994 y 1995 en el Museo Arqueológico R. P. Gustavo Le Paige de San Pedro de Atacama, Chile. La muestra está constituida por un total de 622 individuos (Tabla 1) de edad post-reproductiva, no deformados y deformados artificialmente (tabular y circular) correspondientes a los sitios que se mencionan a continuación (ver Tabla 1).

A continuación, se exponen las principales referencias crono-contextuales vinculadas con los materiales de los sitios relevados basadas en Le Paige (1964 y 1972-1973), Tarragó (1989), Berenguer *et al.* (1986), Costa *et al.* (2008), Berenguer y Dahuelsberg (1989), Agüero (2000, 2005), Bravo y Llagostera (1986) y Llagostera *et al.* (1988). Cada individuo fue registrado con el código del catálogo del museo que permite referenciarlo a una unidad funeraria cuyos elementos culturales fueron consignados originalmente por Le Paige y analizados posteriormente por los autores antes citados. Si bien en algunos casos se comprobó una correspondencia directa entre las tumbas descritas en el trabajo de Tarragó (1989)

y nuestro registro, en otros nos fue imposible. Por esta razón, las asignaciones cronológicas de los materiales deben ser consideradas dentro de un intervalo correspondiente a un período o a una fase en el sentido y definición de Tarragó (1989) y de Berenguer *et al.* (1986).

### Quitor

Se incluyen materiales de Quitor y Conde Duque excavados por el padre Gustavo Le Paige y cuyas referencias se encuentran en Le Paige (1964) correspondientes a los sitios de Quitor-1 (Q1, n=29), Quitor-2 (Q2, n=59), Quitor-4 (Q4, n=10), Quitor-5 (Q5, n=91), Quitor-6 (Q6, n=111), Quitor-8 (Q8, n=12), Quitor-9 (Q9, n=8) y Conde Duque (CD, n=20). Este último se integró con restos de Conde Duque Sur Puente (CDS), más cinco individuos identificados como de Conde Duque, sin ninguna otra especificación. Los 10 cráneos que forman la muestra de Q4, figuran con la doble referencia: Q4 y Conde Duque Norte puente (CDN), encontrándose ambos lugares muy cerca uno del otro (ver Figura 1). Estos sitios fueron agrupados en los períodos Temprano (Q8), Medio (Q2, Q6, Q5, Q4 y CD) y Tardío (Q1 y Q9). Su clasificación se basó en la frecuencia o popularidad de las diferentes clases de asociaciones funerarias por tumbas, de acuerdo con el trabajo de Tarragó (1989). La muestra actual quedó estructurada en tres grupos haciendo referencia a los componentes temprano, medio y tardío (QUITE, QUIME, QUITA).

La posición cronológica de Q8 no parece ser ambigua pues del análisis de Tarragó (1989) correspondería a la Fase III Sequitor (100-400 DC) por la mayor frecuencia de las clases de asociación 4 y 5 (Ajuares con cerámica rojo pulido y negro pulido, negro pulido temprano, alisado y decorado), 16 y 17 (equipo para rapé *Tiwanaku* y tabletas), y 25 (tembetás, placas de turquesa y malaquita). De acuerdo con Berenguer *et al.* (1986) se disponen de fechas termoluminiscencia (TLM) desde 150±115 DC (Toconao Oriente) hasta 560±145 DC (Solcor 3).

Q1 y Q9 comparten las clases 12 (12.1 y 12.3, tumbas con cerámica gris alisado tipo Dupont), 14 (ajuares sin cerámica con recipientes de calabazas), 25 (artefactos de piedra pulida o martillada, collares de malaquita) y 27 (elementos de ajuar foráneos), esta última reflejando relaciones tardías con la Puna Oriental y la Quebrada de

Humahuaca, y cerámica de estilo Huruquilla-Yura del período Intermedio Tardío de los valles interandinos y del sur de Bolivia. Correspondería a la Fase VI Yaye (950-1200 DC). Se dispone de las fechas TLM de 940±139 DC (Q6), 1020±75 DC (CDN) y 1140±70 DC (Q6), y radiocarbono (RC) 1050±80 DC (Q9) según Berenguer *et al.* (1986) y Tarragó (1989: 357).

El agrupamiento de los materiales de Q2, Q4, Q5, Q6 y CD fue definido por la distribución de la asociación 6 que adquiere en estos sitios una frecuencia dominante (alfarería negro pulido clásico, negro pulido decorado), seguida por la clase 5 (Ajuares negro pulido temprano, alisado y negro pulido decorado, combinada con 16 (materiales *Tiwanaku*, cerámica, equipos de rapé, textiles, etc.), tabletas de rapé (clases 17, 18 y 19), elementos de origen foráneo Yavi-Tilcara, región Chicha, tradición Tupuraya, Cochabamba (clase 27), clase 29 (metalurgia), etc. Corresponde a la Fase IV Quitor (400-700 DC) de acuerdo con Tarragó (1989) o Berenguer *et al.* (1986) con fechas TL entre 340±125 DC (Quitor 6) y 720 ±120 DC (Solcor 3).

### Coyo Oriental

Es un cementerio ubicado en el sector oriental del *ayllu* de Coyo que fue excavado por Le Paige, quien explica la existencia de dos sectores, uno la “zona norte” y otro la “zona sur”. Los materiales de la primera pertenecen a “... la cuarta época” y los de la segunda a “...los períodos II y III de la cultura de San Pedro de Atacama...” (Le Paige 1972-73). Un análisis detallado sobre la estructura espacial, contextual y bioantropológica de este cementerio fue realizado por Costa *et al.* (2008) revelando la secuencia de ocupación desde el sector sur (más temprano) al sector norte (más tardío) con fechados RC desde 639±20 DC hasta 910±90 DC (Oakland, 1992 en Costa *et al.* 2008) y por TL desde 720±130 DC hasta 1230±80 DC (Costa *et al.* 2008). Los materiales de este sitio permitieron definir la Fase V Coyo del desarrollo cultural de San Pedro de Atacama caracterizada por una fuerte interacción con el área altiplánica (Tarragó 1989).

### Toconao Oriental

Es una localidad situada a 40 km de San Pedro, cerca de la quebrada de Jerez que circunda al río homónimo.

Los restos fueron excavados por Le Paige (1972-1973), quien reporta 368 tumbas con 561 individuos. Lamentablemente, por el grado de destrucción que presentaban los materiales, el número de adultos disponible en nuestro relevamiento alcanzó a 15 individuos. Siguiendo con lo apuntado por el autor citado, se comprobó la distribución de los tipos cerámicos por tumba presentándose asociaciones típicas de los períodos I y II (Le Paige, 1972-1973). Si bien se dispone de abundantes fechas por TL, desde 350 AC hasta 690 DC, con materiales que cubren el rango contextual entre la Fase II y la Fase IV (Brenner *et al.* 1986; Tarragó 1989), solo un individuo se pudo referenciar cronológicamente a uno de los períodos (Tumba 4448, 220 DC). El resto de los individuos estudiados no pudieron ser asociados a un período específico con la información brindada en el último trabajo citado.

### Larrache

Le Paige (1964) describe este sitio compuesto por tres sectores y dos capas: a) un callejón, b) un camino al lado de una acequia (a 300 metros del callejón) y c) el corte hecho por esta acequia de 4 m de profundidad. La zona de la acequia presentaba dos capas, una a 4 m de profundidad con cerámica roja pulida y una superior con cerámica negra pulida. En la zona del callejón se distinguió: 1) capa inferior de 3,5 m de profundidad formando un depósito aluvional de 19 cuerpos con artefactos de oro y cobre, piedras de turquesa, etc.; y 2) capa superior: cuerpos con máscara de plata y adornos de oro y turquesa, todos los tipos de alfarería de San Pedro de Atacama negro pulido, hachas, mazas y pectorales de cobre, etc. Los materiales analizados en este trabajo corresponden a 15 individuos exhumados en la zona del callejón, distribuidos igualmente entre las capas o pisos 1 y 2, incluyendo un individuo de "Larrache La Cruz". El análisis realizado por Tarragó (1989) para este sitio revela asignaciones de seis tumbas con asociaciones cerámicas de la clase 5 (negro pulido temprano, alisado y negro pulido decorado) y de las clases 16 y 27 que incluyen elementos *Tiwanaku* y foráneos de la zona de Cochabamba. Si bien los materiales aquí analizados podrían incluirse en la Fase Toconao (Fase II de Tarragó 1989), igual que para la muestra anterior, es posible que correspondan a un momento más tardío, tal vez al Formativo Tardío (Brenner y Dahuelsberg 1989; Agüero 2005) o Fase III (Tarragó 1989).

### Solcor 3

Es un cementerio ubicado en los límites del *ayllu* homónimo estructurado en varias zonas con distintas asociaciones tipológicas (patrón A, B, C, D y E) y fechas por termolumiscencia que oscilan entre 510±150 DC hasta 920±120 DC, siendo D la asociación más temprana de cerámica negro pulido con formas cónicas (asociación 4 o 5 de Tarragó 1989) y C la más tardía (asociación 12 de Tarragó 1989, correspondientes a distintos momentos de ocupación durante el período Medio o *Tiwanaku* (Bravo y Llagostera 1986). Posteriormente, se definieron dos fases culturales una A pre-*Tiwanaku* y otra B de netas influencias *Tiwanaku*, la primera con una fecha radiocarbónica de 480±60 DC y la segunda de 480±80 DC, 570±60 DC y 680±90 DC (Llagostera *et al.* 1988). El análisis de posibles diferencias fenotípicas y culturales entre ambas fases no produjo resultados significativos entre individuos portadores y no portadores de artefactos vinculados con la inhalación de rapé. Puesto que no se pudieron obtener pruebas suficientes para establecer el origen foráneo de algunos de ellos, se concluyó que ambos grupos están integrados por miembros nativos de la población local (Llagostera *et al.* 1988). Si bien fueron recuperados 153 individuos en 93 tumbas, el material disponible en este trabajo fue el resultado del relevamiento de 20 de ellos. Solcor 3 se inserta en la Fase IV Quitur (400-700 DC) de Tarragó (1989).

### Yaye

Este *ayllu* posee cuatro cementerios denominados como Yaye 1, 2, 3 y 4, que se encuentran ubicados en la orilla occidental del río San Pedro, al sur del puente del camino a Calama. Las principales referencias son proporcionadas por Le Paige (1964). En este trabajo se analizan 51 individuos distribuidos en los sectores antes mencionados y uno llamado "Yaye Occidental". En conjunto para estos sitios, Tarragó (1989) define asociaciones de las clases 12.1 y 12.4 (tumbas con escaso ajuar, alfarería pucos tipo Dupont, calabazas, etc.), 15.2 y 15.3 (collares de cenizas volcánicas), 16.3 (huesos grabados y pirograbados, cubiletos *tiwanaku*, etc.), 17.7 (tabletas de rapé tipo II, mango plano), 19.3 (tabletas de rapé tipo III, mango ornitomorfo), 23.3 (tabletas de rapé excepcionales). En general los contextos de este conjunto de sitios define la Fase VI Yaye de Tarragó (1989) que se desarrolla entre el 950 DC hasta el 1200 DC.

|        | QUITE        | TOCO         | LARRA        | SOLCOR       | QUIME        | COYO         | QUITA        | YAYE  | CATAR |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|
| QUITE  | .....        | 5,725        | 4,523        | 5,980        | 3,946        | 4,241        | 7,622        | 6,068 | 5,947 |
| TOCO   | <b>0,009</b> | .....        | 4,076        | 2,867        | 1,662        | 1,834        | 4,135        | 2,041 | 3,153 |
| LARRA  | 0,060        | 0,051        | .....        | 2,510        | 1,642        | 1,863        | 5,287        | 2,936 | 4,304 |
| SOLCOR | <b>0,001</b> | 0,171        | 0,294        | .....        | 1,219        | 1,040        | 3,829        | 2,610 | 3,651 |
| QUIME  | <b>0,001</b> | 0,205        | 0,216        | 0,225        | .....        | 0,128        | 2,282        | 1,278 | 2,361 |
| COYO   | <b>0,001</b> | 0,151        | 0,140        | 0,436        | 0,722        | .....        | 1,847        | 1,068 | 1,720 |
| QUITA  | <b>0,000</b> | <b>0,001</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | .....        | 1,725 | 1,965 |
| YAYE   | <b>0,000</b> | 0,200        | <b>0,021</b> | <b>0,007</b> | <b>0,000</b> | <b>0,002</b> | <b>0,003</b> | ..... | 1,715 |
| CATAR  | <b>0,041</b> | 0,468        | 0,155        | 0,201        | 0,275        | 0,644        | 0,654        | 0,752 | ..... |

**Tabla 2.** Distancias  $D^2$  de Mahalanobis, pruebas de diferencias entre *ayllus* y niveles de probabilidad.<sup>3</sup>

### Catarpe

Este sitio, ubicado a 8-10 km al NO de San Pedro, está integrado por un conjunto de cementerios con cerámica local y de tradición incaica (Le Paige 1964). Corresponde a la Fase VIII, desde 1470 hasta 1535 DC con las clases de asociaciones: 12 (ajuares con ausencia de alfarería o escasos tipos alisados), 13 (ajuares con cerámica rojo violácea sola o en combinación, calabazas, cestería tardía, etc.), 14 (ajuares sin cerámica con calabazas (Tarragó 1989) y 27 (elementos del ajuar de origen foráneo), cerámica Yavi y Tilcara Negro s/ Rojo. En este trabajo se emplearon 10 individuos. Existe una fecha por TLM de 1185 DC para la tumba 1855 (Berenguer *et al.* 1986).

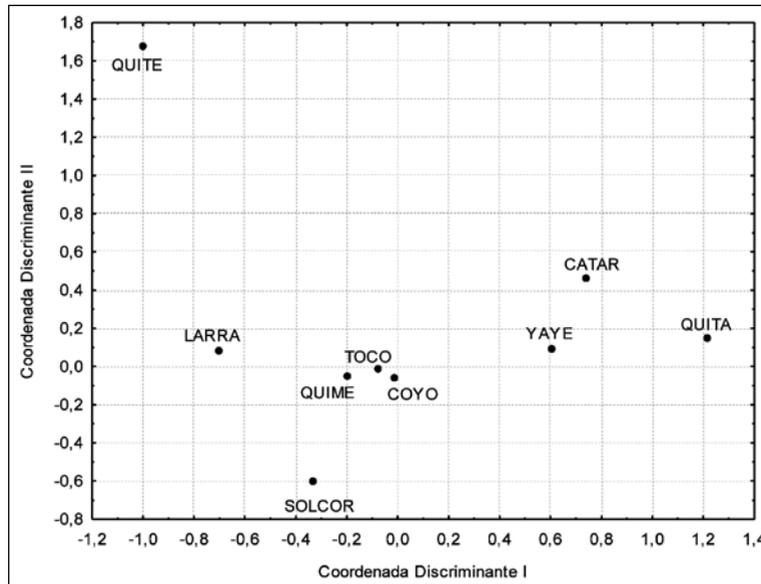
La determinación del sexo y la edad se realizó según Ac-sádi y Nemeskéri (1970), Bass (1981), Buikstra y Ubelaker (1994) y Lovejoy (1985). La deformación artificial se evaluó siguiendo a Dembo e Imbelloni (1938). El diseño de la investigación estuvo basado en el relevamiento de 37 caracteres métricos del cráneo (ver Anexo) y en la aplicación de una serie de pruebas estadísticas para evaluar las diferencias craneométricas entre las muestras por medio del análisis de la varianza multivariado, análisis discriminante canónico y distancia  $D^2$  de Mahalanobis (Anderson 1984; Seber 1984).

<sup>3</sup> En la mitad superior de la matriz se muestran los valores  $D^2$  y en la mitad inferior los valores de probabilidad (p) de la prueba de diferencia entre vectores medios. En todos los casos, los valores  $D^2$  se distribuyen con 17 y 597 grados de libertad. Se marcan en negritas las pruebas de diferencias significativas.

El número de variables originales fue reducido, conservando la mayor varianza posible, mediante la aplicación del análisis de componentes principales. La diferencia fenotípica entre *ayllus* fue evaluada exclusivamente, libre de cualquier efecto producido por el sexo, la edad, la deformación artificial y el error inter-observador. Para ello, empleando el análisis de la varianza factorial del modelo lineal general (Seber, 1984). Se extrajeron de cada componente principal la variación debida a los efectos citados. De esta manera, los valores residuales resultantes, permitieron realizar estimaciones más confiables y eficientes de la variación entre grupos.

Para ejemplificar mejor la distribución de los grupos y sus relaciones, se confeccionó un gráfico basado en las primeras dos coordenadas discriminantes y un dendrograma a partir de las ocho variables canónicas discriminantes que acumularon el 100% de la variabilidad, confeccionado con la técnica de agrupamiento de Ward.

Suponiendo que la deriva genética y la migración son los principales factores que explican el proceso de diferenciación fenotípica, se evaluó la divergencia genética basada en caracteres cuantitativos por medio del estadístico FST de acuerdo con Relethford y Blangero (1990), para la población total y para cada período en particular. En este trabajo, se brindan los fundamentos teóricos y las formulaciones para realizar las estimaciones. Una explicación sintética sobre el tema puede también consultarse en Varela y Cocilovo (2000, 2002). El valor FST se estimó asumiendo un tamaño poblacional relativo igual y la heredabilidad de



**Figura 2.** Distribución de los sitios de acuerdo a las dos primeras variables canónicas discriminantes. Ver referencias en la Tabla 1.

0,55. La elección de este valor facilita la comparación de los resultados con los obtenidos en otros casos, pues es el más ampliamente utilizado para caracteres métricos en la mayoría de trabajos publicados sobre el tema. Para esto se empleó el programa RMET 5.0 desarrollado por el Dr. J. H. Relethford, el cual se encuentra disponible en internet: <http://konig.la.utk.edu/relethsoft.html>. Este estadístico es una medida de la consanguinidad o endogamia promedio de las subpoblaciones con respecto a la población total (Falconer y Mackay, 1996).

## ≈ RESULTADOS

El cálculo de componentes principales realizado a partir de 37 caracteres métricos originales permitió reducir el número de variables originales a 17 factores que acumulan el 87% de la varianza total del sistema. Con estas nuevas variables, habiendo previamente extraído la variación asociada con el sexo, la edad, la deformación artificial y el error inter-observador, se desarrollaron las pruebas estadísticas y las estimaciones del modelo de deriva/migración.

Globalmente, el análisis estadístico multivariado indica la existencia de diferencias fenotípicas significativas entre las nueve muestras (Lambda de Wilks: 0,64495, F

(136, 4365 gl) = 1,9904,  $p < .0001$ ). Estas diferencias incluyen variación espacial y temporal. Los valores  $D^2$  particulares presentados en la Tabla 2 permiten profundizar esta observación, analizando las diferencias de los vectores medios entre pares de grupos y realizar las siguientes observaciones: 1) las mayores diferencias se producen entre el grupo de Quitor 8, Quitor Tardío y Yaye con el resto de las muestras y 2) no se pudieron demostrar diferencias significativas entre Catarpe y los otros sitios ni entre Larrache y Toconao con los grupos de Coyo, Solcor y Quitor Medio.

La estimación del valor medio  $F_{ST} = 0,0481$  ( $es = \pm 0,0068$ ) revela un proceso moderado de divergencia genética que permite explicar las diferencias entre los valores medios de todos los grupos con respecto a la media regional. Este mismo estadístico calculado para el período Temprano es de 0,114 ( $es = \pm 0,0163$ ), para el Período Medio 0,005 ( $es = \pm 0,004$ ) y para el Período Tardío 0,026 ( $es = \pm 0,009$ ), indicando una interesante variación del proceso de diferenciación en el tiempo.

En la Figura 2 se presenta la distribución de los valores fenotípicos medios de cada cementerio en función de las dos primeras variables discriminantes canónicas que acumulan aproximadamente el 60% de la variabilidad total.

En esta figura se observa una particular configuración por la cual las muestras se distribuyen en tres grupos: 1) Quitor Medio, Coyo y Toconao en el área central (coordenadas 0,0) y un poco más alejado Solcor 3 y Larrache; 2) Yaye, Quitor Tardío y Catarpe a la derecha, y 3) Quitor Temprano muy alejado en el ángulo superior izquierdo. Esta disposición confirma los resultados obtenidos con la evaluación de las distancias  $D^2$  en donde las muestras de Quitor Temprano (Quitor 8) y Quitor Tardío (Quitor 1 y 9), junto con Yaye marcan las principales diferencias entre sí y con respecto a los otros grupos. En cambio, Solcor 3, Coyo Oriental, Quitor Medio, Toconao y Larrache se asocian sin diferencias estadísticamente significativas entre sus vectores medios.

Una visión complementaria de las principales relaciones entre los grupos, basada en los valores de distancia se expone en el dendrograma de la Figura 3. En este diagrama se observan claramente tres agrupamientos: 1) formado exclusivamente por Quitor 8 que se une al resto a una gran distancia; 2) un grupo tardío formado por Quitor Tardío, Catarpe y Yaye, y 3) un grupo medio integrado por Coyo y Quitor Medio, y Solcor 3, al cual se unen sucesivamente Larrache y Toconao.

## ❖ DISCUSIÓN

Las distancias calculadas (Tabla 2) entre las nueve muestras de los *ayllus* de Atacama indican la existencia de diferencias fenotípicas significativas de naturaleza espacial y temporal, tanto entre muestras de un mismo sitio como entre muestras de sitios diferentes. Con respecto al análisis anterior realizado en Quitor (Varela y Cocilovo 2009), aquí se pudo comprobar que la diferencia fenotípica entre los períodos Temprano, Medio y Tardío es estadísticamente significativa, reflejando con ello una considerable variación cronológica dentro de un mismo *ayllu*.

Existe una notable correspondencia entre la estimación de las distancias  $D^2$ , pruebas de diferencias entre vectores medios, funciones discriminantes (Figura 2) y la asociación de las muestras en conjuntos determinados por la técnica de agrupamientos (Figura 3). La diferenciación de Quitor 8 de la mayoría de las muestras es un hecho relevante que asigna a este sitio un carácter muy especial para la población de San Pedro. En efecto, según Tarragó

(1989), los contextos de las tumbas revelan un conjunto de atributos tempranos: cerámica roja pulida sola o asociada con negro pulido, jarros, escudillas, urnas, calabazas grabadas, cestería, tabletas de rapé y turbantes, con fechas por TL desde  $150 \pm 115$  DC hasta  $560 \pm 145$  DC (para materiales de Toconao y Solcor 3) (Berenguer *et al.* 1986) y relaciones con tradiciones tempranas del NOA como Vaquería y Condorhuasi, Aguada y Tarija-Yavi. De 33 tumbas controladas por Tarragó (1989), ocho individuos de la actual muestra coinciden con dicho registro y los cuatro restantes presentan elementos de ajuar perfectamente compatibles desde el punto de vista contextual. Con las pruebas arqueológicas y antropológicas logradas, sin duda, los restos exhumados en Quitor 8 representan los descendientes de un componente fundador de la población de San Pedro de Atacama en el Formativo Medio (350 AC - 100 DC).

La semejanza fenotípica entre Quitor Medio (Q2, Q6, Q4, Q5 y CD) y Coyo Oriental parece ser consistente con las cronologías disponibles y señala la configuración de la población entre las fases IV y V en un momento de expansión demográfica y una gran interacción a nivel regional. Solcor 3 puede ser vinculado con este grupo pues su distancia es mínima, sin significación estadística, con fechados y asociaciones contextuales semejantes. Otro tanto se comprueba con las distancias mínimas no significativas entre este grupo y los materiales de Larrache Callejón y Toconao. Por esta razón, no existe duda para establecer una relación de ancestralidad directa, pues las fechas más tardías de Toconao se superponen con las más tempranas de las muestras citadas, pudiendo ambos grupos ser considerados descendientes de otro componente fundador cuyo perfil se proyecta en el período Medio. Este ordenamiento se puede ver perfectamente en la Figura 3.

El grupo Quitor Tardío (Q1 y Q9) y Yaye presentan una fuerte diferencia entre sí y con respecto al perfil de fases anteriores, mientras que en Catarpe, una muestra de características bastante generalizadas, se da la continuidad con la población del período Medio. Juntos, aquellos grupos marcan la secuencia entre la fases VI, VII y VIII. Si bien el primero y el segundo de los grupos mencionados comparten las mismas clases de asociaciones a partir de la 12, según Tarragó (1989), por lo que podrían suponerse contemporáneos y ser asignados a la Fase VI Yaye, sorprende la diferencia fenotípica entre ellos comprobada para un número grande de variables. La existencia de

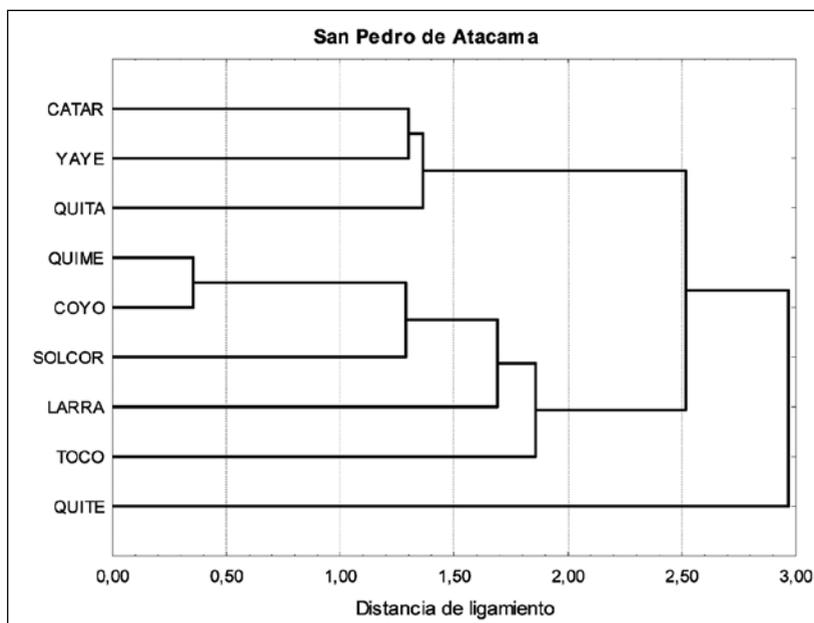


Figura 3. Diagrama de agrupamiento representando las relaciones biológicas entre los sitios de San Pedro de Atacama.

dos grupos distintos compartiendo la misma cultura y en la misma localidad es un problema difícil de explicar. De acuerdo con el trabajo de Tarragó (1989), la distribución de clases de asociaciones es mayor en Yaye (10) con respecto a Quito (6). Ambos sitios difieren en las clases más frecuentes 12 y 15 con 44% y 22% el primero contra 62% y 9% el segundo y se presenta una mayor variedad de tipos de tabletas para rapé en Yaye (clases 17, 18, 19, 22 y 23) compartiendo con Quito Tardío solo la clase 17.8. Es posible que los estilos textiles postulados por Agüero (2000) durante el Intermedio Tardío permitan explicar la coexistencia de dos entidades diferentes en Quito y en Yaye. Además, Quito 1 y Quito 9 presentan indicadores de interacciones foráneas con el Noroeste Argentino (Puna y Quebrada de Humahuaca) y el área Altiplánica (*kero* de madera *Tiwanaku* Expansivo, cerámica tipo Huruquilla, etc.), mientras que en los sitios de Yaye estos indicadores son escasos (Tarragó 1989).

Pero estas diferencias contextuales no son suficientes para aclarar la cuestión, igual que la discusión sobre la Fase VI por Berenguer *et al.* (1986) lo cual llevaría a una nueva conceptualización y reordenamiento cronológico, pero no ayudaría a resolver el problema de la existencia de dos grupos tan diferentes. Sin embargo, la definición

de esta fase por Tarragó (1989) en cuanto a los cambios contextuales con respecto a la fase anterior vinculados con la calidad de los ajuares, la vestimenta, la aparición de nuevos tipos de tabletas para rapé, cestería, vasijas relacionadas con la tradición Huruquilla-Yura, etc., pueden indicar el asentamiento de nuevos grupos que iniciarán la transición hacia la fase siguiente.

La muestra de Catarpe, aunque muy reducida, cierra nuestro registro confirmando en este sitio la continuidad de la población de períodos anteriores, ahora asociada a cerámica inka y rojo violáceo y relaciones con el Noroeste Argentino a través de los tipos Yavi Policromo e Inka Paya (Tarragó 1989).

El análisis de distancias fenotípicas realizado permitió avanzar en una nueva etapa del conocimiento antropológico de San Pedro de Atacama. Las semejanzas y diferencias destacadas señalan eventos significativos de la evolución de la población. Las diferencias globales son producto de grupos tempranos y tardíos que se diferencian marcadamente de un conjunto intermedio asociado con un momento de mayor prosperidad, marcado crecimiento demográfico y fuertes relaciones con el centro altiplánico de *Tiwanaku*.

El valor de la divergencia FST está reflejando esta situación al indicar que del total de la variación genética existente un 5% es explicado por la subdivisión de la población en grupos pertenecientes a tiempos y espacios diferentes. Este puede ser evaluado apropiadamente si se compara con otras estimaciones efectuadas en registros biocronológicos del norte de Chile, empleando el mismo procedimiento. Por ejemplo, 4% en la costa de Arica, 3% en el valle de Azapa y 5% en el *ayllu* de Quitor (Varela y Cocilovo 2009), lo cual permite descubrir el desarrollo de procesos microevolutivos semejantes y por lo tanto la acción de los mismos factores regulando la distribución de la variación genética.

La consideración de los valores de este estadístico por período proporciona una mayor resolución y una explicación más apropiada sobre el poblamiento de los oasis. Durante el Período Temprano el 11,4% de la variación fenotípica se explica por una fuerte divergencia entre los grupos (Quitor 8, Larrache y Toconao), producida por un tamaño poblacional pequeño y un mayor aislamiento reproductivo. Durante el Período Medio, el valor de 5%, indica un crecimiento considerable de la población local y un mayor flujo migratorio de mediano y amplio rango, factores que contribuyeron a una mayor homogeneidad en el aspecto físico de los individuos. En el Período Tardío, se revierte parcialmente la situación con 3% de divergencia entre (Q1-Q9) y Yaye, indicando la contracción de la población y el mayor aislamiento de los grupos. Estos resultados son consistentes con la variación de la significación estadística de las distancias  $D^2$  estimadas entre pares de muestras.

Por último, es necesario realizar algunas consideraciones finales originadas a partir de la actual experiencia para la dirección de futuros trabajos de investigación. Los estudios en el núcleo de San Pedro de Atacama deberían ser orientados a la caracterización antropológica más precisa de cada fase, etapa o momento cultural mediante la obtención de mayor información y un mejor control cronológico y contextual. El material actualmente disponible tanto para el Período Temprano como para el Tardío es escaso y la obtención de un nuevo muestreo permitiría aclarar el problema de la diversidad comprobada en esta experiencia. Igualmente, la segmentación de Coyo Oriental en el sentido de Costa *et al.* (2008) o la redistribución de los materiales de Quitor Medio, podría brindar un modelo más estable de las relaciones de parentesco

entre los grupos y de sus relaciones con el Noroeste Argentino. En tal sentido, es clave la disponibilidad de mayor información de naturaleza bioantropológica, sea osteológica o molecular.

Si bien la biología no necesariamente debe seguir los avatares de la historia cultural, el extraordinario avance de la arqueología ofrece un panorama inmejorable para lograr una explicación apropiada sobre el proceso evolutivo. Por ejemplo, el análisis de los asentamientos Formativos realizado para la zona de San Pedro de Atacama por Agüero (2005), Núñez (2005), Núñez *et al.* (2006) y Adán y Urbina (2007), junto con el trabajo de Ayala (2001), proporcionan un marco de referencia fundamental para comprender el poblamiento a nivel local y regional.

Sin duda, este proceso estuvo caracterizado por el gradual desarrollo de ocupaciones temporarias y su transformación en conglomerados permanentes, dedicados a la producción diferenciada de bienes y productos agropecuarios, en econichos aptos para la subsistencia e integrados por una vasta red de complementación económica. El espacio y los eventos descritos en los trabajos citados reflejan un escenario ideal para la existencia de una población genéticamente estructurada, en el período Arcaico, formada por unidades locales de tamaño reducido, núcleos familiares, linajes, vinculados por lazos sociales, culturales y económicos, las cuales fueron experimentando cambios en el tiempo por la acción de distintos factores microevolutivos. Dichos cambios influyeron en sus respectivos perfiles genéticos y las relaciones de parentesco, dentro y entre grupos, y fueron variando dependiendo del aislamiento relativo de cada localidad. Esto produjo variaciones en el aspecto físico, cuya evaluación constituye un verdadero desafío para comprender la compleja integración de la población regional.

**Agradecimientos** Este trabajo fue realizado con fondos CONICET (PIP 112-200801-02405), FONCyT (PICT: 02210/07), Secretaría de Ciencia y Técnica-Universidad Nacional de Río Cuarto (SeCyT-UNRC) y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba. Los autores agradecen la amistosa y cálida colaboración brindada por M. A. Costa-Junqueira, A. Llagostera y el personal del Museo Arqueológico R. P. Gustavo Le Paige, en especial de Macarena Oviedo Quintero durante nuestra estadía en San Pedro de Atacama.

## ~ ANEXO

**Denominación de las variables empleadas**

Longitud Máxima, Anchura Máxima, Altura Basilo Bregmática, Altura Porio Bregmática, Diámetro Frontal Mínimo, Diámetro Frontal Máximo, Anchura Fronto-Malar, Anchura Bimastoidea, Anchura Bimastoidea Máxima, Anchura Bicigomática, Anchura Bimaxilar Máxima, Anchura Biastérica, Anchura Biauricular, Diámetro Nasio Basilar, Diámetro Alveolo Basilar, Diámetro Nasion-Sphenobasion, Diámetro Alveolo-Sphenobasion, Altu-

ra Nasio Alveolar, Altura de la Nariz, Anchura Apertura Pírriforme, Altura del Pómulo, Distancia Interorbitaria Anterior, Anchura Biorbitaria, Anchura de la Orbita, Altura de la Orbita, Anchura Maxilo-Alveolar, Longitud Maxilo-Alveolar, Longitud del Paladar, Anchura del Paladar, Altura Órbita alveolar, Longitud Foramen Magnum, Anchura Foramen Magnum, Curva Nasion-Bregma, Curva Bregma-Lambda, Curva Lambda-Opistion, Curva Transversal y Curva Horizontal.

## ~ REFERENCIAS CITADAS

- ACSÁDI, G. y J. NEMESKÉRI, 1970. *History of human life span and mortality*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- ADÁN, L. A. y S. URBINA, 2007. Arquitectura formativa en San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños*, 34: 7-30.
- AGÜERO, C. 2000. Fragmentos para armar un territorio. La textilería en Atacama durante los Periodos Intermedio Tardío y Tardío. *Estudios Atacameños* 20: 7-28.
- \_\_\_\_\_. 2005. Aproximación al asentamiento humano temprano en los oasis de San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños* 30: 29-60.
- ANDERSON, T. W. 1984. *An introduction to multivariate statistical analysis*. Wiley, New York.
- AYALA, P. 2001. Las sociedades formativas del Altiplano Circumtítica y Meridional y su relación con el Norte Grande de Chile. *Estudios Atacameños* 21: 7-40.
- BASS, W.M. 1981. *Human osteology: a laboratory and field manual of the human skeleton*. University of Missouri, Springfield.
- BERENQUER J. y P. DAUELSBERG, 1989. El norte grande en la órbita de Tiwanaku (400 a 1.200 d.C.). En *Culturas de Chile. Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*. J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate, I. Solimano (Eds.), pp. 129-180. Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile.
- BERENQUER, J., A. DEZA, A. ROMÁN y A. LLAGOSTERA, 1986. La secuencia de Myriam Tarragó para San Pedro de Atacama: Un test por termoluminiscencia. *Revista Chilena de Antropología* 5: 17-54, Santiago, Chile.
- BRAVO, L. y A. LLAGOSTERA, 1986. Solcor 3: Un aporte al conocimiento de la Cultura San Pedro. Período 500 al 900 DC. *Chungara* 16-17: 323-332.
- BUIKSTRA J. E. y D. UBELAKER, 1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*. Research Series 44. Arkansas Archaeological Survey, Fayetteville.
- COCILOVO J. A. y H. H. VARELA, 2002. La Variación Cronológica en la Población Prehistórica de San Pedro de Atacama, Chile. *Relaciones* 27: 131-143.
- COSTA, M. A., A. LLAGOSTERA y J. A. COCILOVO, 2008. La deformación craneana en la población prehistórica de Coyo Oriente, San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños* 36: 29-41.
- DEMBO, A., J. IMBELLONI, 1938. *Deformaciones intencionales del cuerpo humano*. Humanior. Sección A. Tomo 3. José Anesi, Buenos Aires.
- FALCONER, D. S., T. F. C. MACKAY 1996 *Introduction to Quantitative Genetics*. Addison Wesley Longman Ltd.
- LE PAIGE, G. 1963. Continuidad y discontinuidad de la cultura atacameña. *Anales de la Universidad del Norte* 2: 5-25.
- \_\_\_\_\_. 1964. El precerámico en la cordillera de atacameña y los cementerios del periodo agroalfarero de San Pedro de Atacama. *Anales de la Universidad del Norte* 3.
- \_\_\_\_\_. 1972-73. Tres cementerios indígenas de San Pedro de Atacama y Toconao. *Actas del VI Congreso de Arqueología Chilena*, pp. 163-187, Santiago.
- LOVEJOY, C.O. 1985. Dental wear in the Libben population: its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age and death. *American Journal of Physical Anthropology* 68: 47-56.
- LLAGOSTERA, A., C. M. TORRES y M. A. COSTA, 1988. El complejo psicotrópico en Solcor-3 (San Pedro de Atacama). *Estudios Atacameños* 9: 61-98.

- NÚÑEZ, L. 2005. La naturaleza de la expansión aldeana durante el Formativo Tardío en la cuenca de Atacama. *Chungara* 37(2): 165-193.
- NÚÑEZ, L., I. CARTAJENA, C. CARRASCO, P. DE SOUZA y M. GROSJEAN, 2006. Emergencia de comunidades pastoralistas formativas en el sureste de la Puna de Atacama, *Estudios Atacameños* 32: 93-117.
- OAKLAND, A. 1992. Textiles and Ethnicity: Tiwanaku in San Pedro de Atacama, North Chile, *Latin American Antiquity* 3 (4): 316-340.
- ORELLANA M. 1963. La cultura San Pedro. Estudio arqueológico de la cultura agroalfarera precolombina de la zona de San Pedro de Atacama. *Apartado de la Publicación 17 del Centro de Estudios Antropológicos*. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- RELETFORD, J. H. y J. BLANGERO, 1990. Detection of differential gene flow patterns of quantitative variation. *Human Biology* 62: 5-25.
- SEBER G. A. F. 1984. *Multivariate Observations*. Wiley, New York.
- TARRAGÓ, M. N. 1968. Secuencias culturales de la etapa agroalfarera de San Pedro de Atacama (Chile). 37° Congreso Internacional de Americanistas II: 119-144. Buenos Aires.
- TARRAGÓ, M. N. 1989. Contribución al conocimiento arqueológico de las poblaciones de los oasis de San Pedro de Atacama en relación con los otros pueblos puneños, en especial, el sector septentrional del Valle Calchaquí. Tesis de doctorado, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
- VARELA, H. H. 1997. La población prehistórica de San Pedro de Atacama. Composición, estructura y relaciones biológica. Tesis de doctorado, Departamento de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.
- VARELA, H. H. y J. A. COCILOVO, 1996. Los componentes de la variación intramuestral en la población prehistórica de San Pedro de Atacama, Chile. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 1(1): 219-231.
- VARELA, H. H. y J. A. COCILOVO, 2000. Structure of the prehistoric population of San Pedro de Atacama. *Current Anthropology* 41: 125-131.
- VARELA, H. H. y J. A. COCILOVO, 2002. Genetic Drift and Gene Flow in a Prehistoric Population of the Azapa Valley and Coast, Chile. *American Journal of Physical Anthropology* 118: 259-267.
- VARELA, H. H. y J. A. COCILOVO, 2009. Microevolución en San Pedro de Atacama (Norte de Chile): El cementerio de Quito. *Latin American Antiquity* 20(2): 333-342.