

## MOVILIDAD, TRÁFICO SUR ANDINO Y DIFERENCIACIÓN GENÉTICA ENTRE SAN PEDRO DE ATACAMA Y LA PUNA DE JUJUY

José A. Cocilovo\*, Héctor H. Varela\*\*,  
María L. Fuchs\*\*\* y Silvia G. Valdano\*\*\*\*

Fecha de recepción: 6 de octubre de 2016

Fecha de aceptación: 20 de junio de 2017

### RESUMEN

*Se evalúan las relaciones entre San Pedro de Atacama (SPA, 400-1535 d.C.) y la Puna de Jujuy (PJ, 1029-1497 d.C.) por su posible influencia en la estructura genética de ambas poblaciones. Las distribuciones de frecuencias basadas en rasgos fenotípicos presentan una zona intermedia integrada por individuos de una y otra subregión. El 8% de los individuos de SPA fue asignado en PJ con niveles altos de probabilidad ( $\bar{p}=0,69$ ), principalmente desde sitios de los períodos Medio y Tardío (Quitor 6, Coyo Oriental, Quitor 5, Quitor 1 y Yaye), y el 32% de PJ ( $\bar{p}=0,74$ ), en su mayoría de los sitios de Doncellas y Agua Caliente, fue asignado a los períodos Temprano, Medio y Tardío de SPA. Las evidencias obtenidas a partir del estadístico  $F_{st}$  sugieren el efecto de eventos migratorios de rango medio y amplio influyendo en el equilibrio entre la deriva genética y la migración. Los resultados son consistentes con las relaciones establecidas por la arqueología.*

Palabras clave: caravanas – tráfico – intercambio – relaciones genéticas

---

\* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

E-mail: jcocilovo@exa.unrc.edu.ar,

\*\* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

E-mail: hvarela@exa.unrc.edu.ar

\*\*\* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

E-mail: mfuchs@exa.unrc.edu.ar

\*\*\*\* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

E-mail: svaldano@exa.unrc.edu.ar

*MOBILITY, SOUTH ANDEAN TRAFFIC AND GENETIC DIFFERENTIATION BETWEEN  
SAN PEDRO DE ATACAMA AND PUNA DE JUJUY*

**ABSTRACT**

*The relationships between San Pedro de Atacama (SPA, 400-1535 AD) and Puna de Jujuy (PJ, 1029-1497 AD) are evaluated for their possible influence on the genetic structure of both populations. Frequency distributions based on phenotypic traits exhibit composed of individuals of both intermediate zone subregion. The 8% of individuals of SPA were assigned in PJ with high probability ( $\bar{p}=0.69$ ), mainly from sites of the Middle and Late periods (Quitor 6, Coyo Oriental, Quitor 5, Quitor 1 and Yaye), and 32% of individuals of PJ ( $\bar{p}=0.74$ ), mainly from sites Doncellas and Agua Caliente, were assigned to the Early, Middle and Late periods of SPA. Evidence from the Fst statistic suggests the effect of mid- and wide-range migratory events influencing the balance between genetic drift and migration. The results are consistent with the relationships established by archaeology.*

*Keywords: caravans – traffic – exchange – genetic relationships*

**INTRODUCCIÓN**

Las relaciones entre distintas regiones del Área Andina Centro Meridional integran un vasto capítulo de la investigación arqueológica y etnohistórica. Dichas relaciones estuvieron sustentadas por el tránsito de personas, el tráfico de bienes y de productos a través de una compleja red de caminos y de rutas que conectaron localidades y regiones de Perú, Bolivia, Norte de Chile (NCH) y Noroeste argentino (NOA).

Los antecedentes arqueológicos de la región presentan abundantes ejemplos de la interacción entre la Puna de Jujuy y San Pedro de Atacama. Por ejemplo, Fernández (1978) brinda una reseña desde el siglo XVI sobre la interacción entre etnias del NCH, Bolivia y NOA y, para épocas anteriores, destaca la presencia de materiales cerámicos Yura-Uruquilla del sur de Bolivia en Calama y en sitios de la Puna de Jujuy (PJ), de cerámica Calahoyo (sur de Bolivia) en San Pedro de Atacama (SPA) y de cerámica negro pulido de este último sitio en los valles Calchaqués, en Calahoyo (Bolivia) y en Casira (Jujuy). En SPA, en el sitio Quitor 6 Norte (940 y 1240 d.C.), correspondiente a un momento tardío del Período Medio, se encontraron piezas de cerámica foránea semejante a La Isla (Quebrada de Humahuaca y Puna) y del sur de Bolivia, y en Coyo 3 Occidente (910-960 d.C.) cerámica Aguada, Yavi y Tiwanaku (Costa 1988; Costa y Llagostera 1994; Llagostera 1995). Particularmente se destaca la iconografía Aguada en cestos bordados (tipas) en Coyo Oriental, Solcor 3, Quitor 1, kero y figura en madera en Quitor 6 y Coyo Oriente, etc. (Llagostera 1995). Uribe (2002) registra en SPA, en los sitios Solor, Yaye y Catarpe (1300 d.C.), el ingreso de cerámica del Altiplano meridional y de la frontera argentino-boliviana (tipos Yavi-Chicha, Hedionda y Yura Uruquilla). Particularmente, se revelan interacciones sociales en la subárea circumpuneña (suroeste de Bolivia, II región de Chile y NOA) por la distribución del estilo alfarero Yavi (Ávila 2005, 2009) y la presencia de cerámica del Período Formativo de Perú y Argentina en Larache Acequia, Tchaputchayna y Ghatchi 1B (Agüero y Uribe 2011). Por otra parte, el análisis de las asociaciones sobre tecnología cerámica y textil entre SPA y Doncellas revela importantes vínculos entre ambas regiones y un fuerte énfasis caravanero de los habitantes de esta localidad de PJ (Uribe y Agüero 2005).

Sin lugar a dudas las relaciones antes citadas fueron el producto de un activo intercambio, gran parte del cual estuvo ligado a movimientos migratorios desde el poblamiento original (ca. 10000 a.C.) y al tránsito de caravanas que se proyecta en el Período de Desarrollos Regionales e

Inka (1430-1533 d.C.), con el tráfico de bienes y de productos en el ámbito Centro Sur Andino (Núñez y Dillehay 1995; Nielsen 2003, 2011). En el intercambio de productos se destacan piezas de cerámica, textiles, cestería y productos vinculados con el complejo psicotrópico (Montenegro y Ruiz 2007). El tráfico continúa en épocas históricas con las llamadas arriería hacendal e indígena y por las caravanas de llamas y mulas que unen el NOA y el NCH desde la Puna al desierto de Atacama en una “articulación del espacio puna-valle-desierto” (Molina Otárola 2011:178). Desde épocas prehispánicas hasta la actualidad, la explotación minera fue una actividad asociada con el tránsito de sus productos entre Bolivia, NCH y NOA (De Nigris 2009; Salazar *et al.* 2011; Cifuentes Aguilar 2014). Ya en la época colonial se registra la existencia de migraciones estacionales de trabajadores nativos de Atacama La Baja (Chiu Chiu) hacia Atacama La Alta (SPA, PJ), además se observa la presencia de atacameños en Río Grande de San Juan (NO de la Puna) (Hidalgo 1984; Hidalgo y Manriquez 1992). Se ha sugerido que los movimientos migratorios –por diversas causas (tráfico comercial, emigración de familias y de hombres por motivos laborales)– registrados en el siglo XVII de la región atacameña hacia distintas zonas geográficas podrían reflejar actividades y costumbres existentes en tiempos prehispánicos (Difrieri 1980 en Hidalgo y Manriquez 1992).

Durante el proceso de exploración, conquista y colonización de nuevos ambientes habitables, los primeros grupos humanos que poblaron la región andina en general y en particular el Área Andina Centro Meridional experimentaron cambios en la composición genética por los efectos de un conjunto de factores como la mutación, selección, deriva y migración. Dicho proceso, que actuó por más de doce milenios de historia (Aldenderfer y Flores Blanco 2011) en un territorio de más de 2.500.000 km<sup>2</sup>, produjo la diversidad genética que actualmente caracteriza a los pueblos de distintos espacios geográficos y determinó la adaptación de grupos inicialmente pequeños en biotopos aptos para la vida. La divergencia dependió además del tamaño efectivo reducido y del aislamiento reproductivo, de las barreras geográficas, de la distancia entre las poblaciones y de las pautas culturales que rigieron el apareamiento dentro de diferentes grupos étnicos y entre éstos (endogamia y exogamia). El éxito en el proceso reproductivo trajo como consecuencia el crecimiento de la población basado en el desarrollo de nuevas tecnologías y en el manejo eficiente de los recursos.

Una información preliminar sobre la divergencia genética se obtuvo mediante la evaluación de las diferencias fenotípicas entre las poblaciones empleando un conjunto de variables métricas, dependiendo la magnitud de tal diferencia de la relación de la varianza entre grupos con respecto a la varianza promedio dentro de grupos. Dicha evaluación fue posible por la aplicación del análisis estadístico multivariado: MANOVA y D<sup>2</sup> de Mahalanobis (Rao 1952; Seber 1984) y la realización de una serie de trabajos que permitieron evaluar las diferencias fenotípicas entre poblaciones del Área Andina Centro Sur (Cocilovo 1981; Varela *et al.* 1999, 2004a y b; Cocilovo *et al.* 2009, entre otros).

La siguiente aproximación estuvo basada en una serie de trabajos publicados por Relethford y Lees (1982), Relethford y Blangero (1990), Relethford (1994), Relethford y Harpending (1994) cuyos resultados permitieron homologar la estimación de parámetros evolutivos estimados sobre la base de rasgos cuantitativos con determinaciones semejantes basadas en el análisis de ADN mitocondrial (ADNmt).

La diferenciación de las poblaciones depende del efecto en la composición genética de la deriva y de la migración, pues ambos factores influyen en el nivel de la heterocigosidad promedio entre localidades con respecto a la heterocigosidad total. La relación entre ambas cantidades determina el valor del estadístico *F<sub>st</sub>*. Este modelo supone que los caracteres cuantitativos son selectivamente neutros, que la migración es constante con igual número de migrantes y que la tasa de mutación es similar en todas las poblaciones.

La aplicación del citado modelo proporcionó un considerable progreso en la comprensión del proceso evolutivo en el Área Andina Centro Meridional pues permitió, mediante el

empleo de caracteres cuantitativos, explicar la diferenciación de las poblaciones y reconstruir el proceso evolutivo a nivel regional. En todos los casos dicha reconstrucción se realizó en el marco establecido por la arqueología en cuanto a contextos, cronología y relaciones locales y regionales (Cocilovo 2001; Varela y Cocilovo 2002; Varela *et al.* 2004a y b, 2006, 2008, 2013, 2014; Cocilovo *et al.* 2009).

Estudios anteriores sobre distintos sitios de PJ y sobre las relaciones entre PJ y SPA fueron realizados por Fuchs (2014) y Fuchs *et al.* (2016a y b). En estos trabajos se analizaron las relaciones de parentesco entre sitios de PJ sobre la base de valores  $D^2$  y el estadístico  $F_{st}$  ( $0.025 \pm 0.005$ ) y se determinó una diferenciación moderada entre localidades y la divergencia de los sitios de acuerdo con la magnitud del flujo génico según el modelo de Relethford y Blangero (1990). Además mediante el cálculo de  $D^2$  se analizaron las diferencias fenotípicas entre sitios de SPA y de PJ lo cual permitió actualizar el conocimiento anterior (Cocilovo 1981; Varela *et al.* 1999) y proponer la vinculación entre algunos sitios de ambas regiones (Queta y Catarpe, Quitor Tardío y Yaye Tardío y entre Catarpe con Río Negro y Doncellas).

El análisis de la divergencia genética en SPA permitió reconstruir la historia de la población durante el período agro-alfarero lo cual constituyó un hecho relevante en el Área Andina Centro Meridional. Por ejemplo, para el ayllu de Quitor, considerando distintos momentos cronológicos (Temprano, Medio y Tardío) se estimó el valor  $F_{st}=0,047 \pm 0,012$ , el cual indica que casi el 5% de la variación genética es explicada por la diferenciación de la población entre períodos (Varela y Cocilovo 2009). En la población total de SPA, incluyendo varios sitios, obtuvo un valor  $F_{st}=0,048 \pm 0,007$  muy similar al del sitio Quitor antes citado y considerando la variación de la población local en el tiempo, la evaluación de dicho estadístico permitió descubrir un importante proceso evolutivo local sustentado por el equilibrio entre la migración y la deriva génica. En el Período Temprano el valor de la varianza se estimó en 11,4% ( $F_{st}=0,114 \pm 0,016$ ) lo que revela una fuerte divergencia entre ayllus, la cual disminuye marcadamente en el Período Medio a 0,5% ( $F_{st}=0,005 \pm 0,004$ ) y aumenta moderadamente en el Período Tardío 2,6% ( $F_{st}=0,026 \pm 0,009$ ) (Varela y Cocilovo 2011). Estos resultados reflejan cambios temporales en la composición de la población en general y en ambos sexos por fluctuaciones en el tamaño efectivo, en las relaciones de parentesco local y en el aporte de variabilidad genética foránea, lo cual sin dudas tuvo su mayor impacto durante los períodos Medio y Tardío. El valor de  $F_{st}$  para el Período Medio indica un crecimiento importante de la población y la fase final del proceso de colonización inicial de la zona de SPA por grupos diferentes de escaso tamaño, originarios de distintas localidades del Norte de Chile y de regiones más distantes.

La evidencia obtenida en SPA sobre la integración de los contextos funerarios con elementos importados sugería su asociación, al menos en algunos casos, con la residencia de individuos foráneos. Un caso testigo sobre la inhumación de personas provenientes de regiones distantes fue el descubrimiento en Coyo Oriental de cuatro mujeres, con evidencias de lesiones provocadas por Leishmaniasis, infección adquirida en zonas trasandinas y posiblemente relacionadas con matrimonios exogámicos (Costa *et al.* 2009; Costa y Llagostera 2014). Pero en la mayoría de los casos se carece de pruebas sobre la filiación geográfica de las personas involucradas en las migraciones y en el tráfico sur andino, menos aún sobre su posible inhumación en una subregión distinta de aquella en la que nacieron. En tal sentido, el análisis de las relaciones basadas en isótopos del estroncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) constituyó una herramienta útil para identificar la región de origen de los individuos inhumados en SPA (Knudson *et al.* 2004; Knudson 2007; Knudson y Torres-Rouff 2014). Lamentablemente, la carencia de tales datos para el NOA impide determinar si las relaciones establecidas por la arqueología implican solamente el tráfico de bienes o si también involucran la radicación de personas provenientes de localidades o regiones vecinas. Aunque la disponibilidad de información sobre ADNmt permite inferir contactos entre PJ y el NCH sobre la base de la frecuencia de los haplogrupos (Postillone *et al.* 2014), la información disponible a

nivel de linajes para SPA es insuficiente actualmente para lograr una mayor precisión sobre las relaciones entre ambas subregiones.

En el presente trabajo se propone una solución alternativa basada en el estudio de las relaciones entre SPA y PJ a partir de: 1) la evaluación de las diferencias fenotípicas por medio de rasgos cuantitativos, 2) la probabilidad de asignación de los individuos a la propia subregión o a una diferente, 3) la asociación de los individuos reclasificados con otras líneas de evidencias relacionadas con el contexto funerario, y 4) el análisis de la estructura de la población por el efecto de la deriva génica y de la migración.

Si bien con la información actualmente disponible no se puede establecer el lugar de origen de un individuo, al menos es posible realizar una inferencia a partir de una aproximación probabilística basada en el análisis de rasgos fenotípicos. Una restricción de la actual propuesta está ligada a la disponibilidad de información contextual asociada con las inhumaciones individuales que es más completa para SPA y no está disponible para la muestra de la PJ, por el almacenamiento y catalogación independiente de restos óseos y culturales practicada a mediados del siglo pasado (Fuchs 2014). Tampoco se espera que en todos los casos de tumbas con contenidos foráneos éstas incluyan también la inhumación de individuos originarios de regiones distantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se empleó una muestra de 911 individuos, 312 de la PJ y 599 de SPA (figura 1), de ambos sexos, de edades adulto, maduro y senil, con y sin deformación artificial del cráneo (tablas 1, 2 y 3). La muestra de SPA (400-1535 d.C.) procede de los sitios Quitor Conde Duque, Quitor 1, 2, 5, 6, 8 y 9, Larache, Coyo Oriental, Solcor 3, Toconao, Yaye 1, 2, 3 y 4, Yaye Occidental y Catarpe (Varela y Cocilovo 2011). Los materiales de la PJ provienen de Agua Caliente, Casabindo, Doncellas, Queta, Rfo Negro, Sorcuyo y Tablada de Abra Pampa (Fuchs 2014), fechados entre cal. 1029-1208 d.C. ( $\pm 2\sigma$ ) y cal. 1379-1497 d.C. ( $\pm 2\sigma$ ) (Fuchs y Varela 2013).

El relevamiento de los datos incluyó la determinación del sexo, la edad y la deformación artificial de acuerdo con Buikstra y Ubelaker (1994) y Dembo e Imbelloni (1938) y la observación de 27 variables del cráneo (Apéndice tabla A1). Las mediciones fueron practicadas de acuerdo con la Convención Internacional de Mónaco (1906, en Comas 1966), Wilder (1920) y Bass (1981) empleando instrumentos originales de Siber y Hegner (Suiza). Para facilitar el procesamiento de la información y la interpretación de los resultados de las dócimas de hipótesis, se completaron algunos datos faltantes mediante imputación múltiple (programa SOLAS versión 04.01).

Se analizó en primer lugar la distribución general en ambas subregiones del sexo, la edad y la deformación artificial y luego se evaluaron las diferencias fenotípicas entre las dos subregiones y entre ambos sexos por subregiones mediante técnicas estadísticas: análisis multivariado de la varianza (MANOVA) y Análisis Discriminante (Seber 1984). A continuación se empleó el procedimiento derivado del Análisis Discriminante que permite evaluar la clasificación de los individuos por la mayor probabilidad de pertenecer a una u otra subregión según la Regla de Bayes (Montes Suay 2007). Los resultados de este último procedimiento permitieron el análisis de la distribución de los casos reasignados a una subárea distinta de la original. Dicha distribución se analizó con relación al sexo, a la edad y al tipo de deformación artificial, al sitio dentro de cada subárea y a un período cronológico determinado. Esta información proporcionó un primer indicador sobre posibles vínculos y relaciones entre PJ y SPA. Además, fue posible identificar individuos reclasificados a una u otra subregión, asociados con elementos contextuales locales o foráneos y marcas isotópicas de Sr disponibles para SPA. La experiencia realizada supone la posibilidad de identificar individuos foráneos que residen en una subregión distinta de la original e inferir la posibilidad de su participación en el flujo génico.

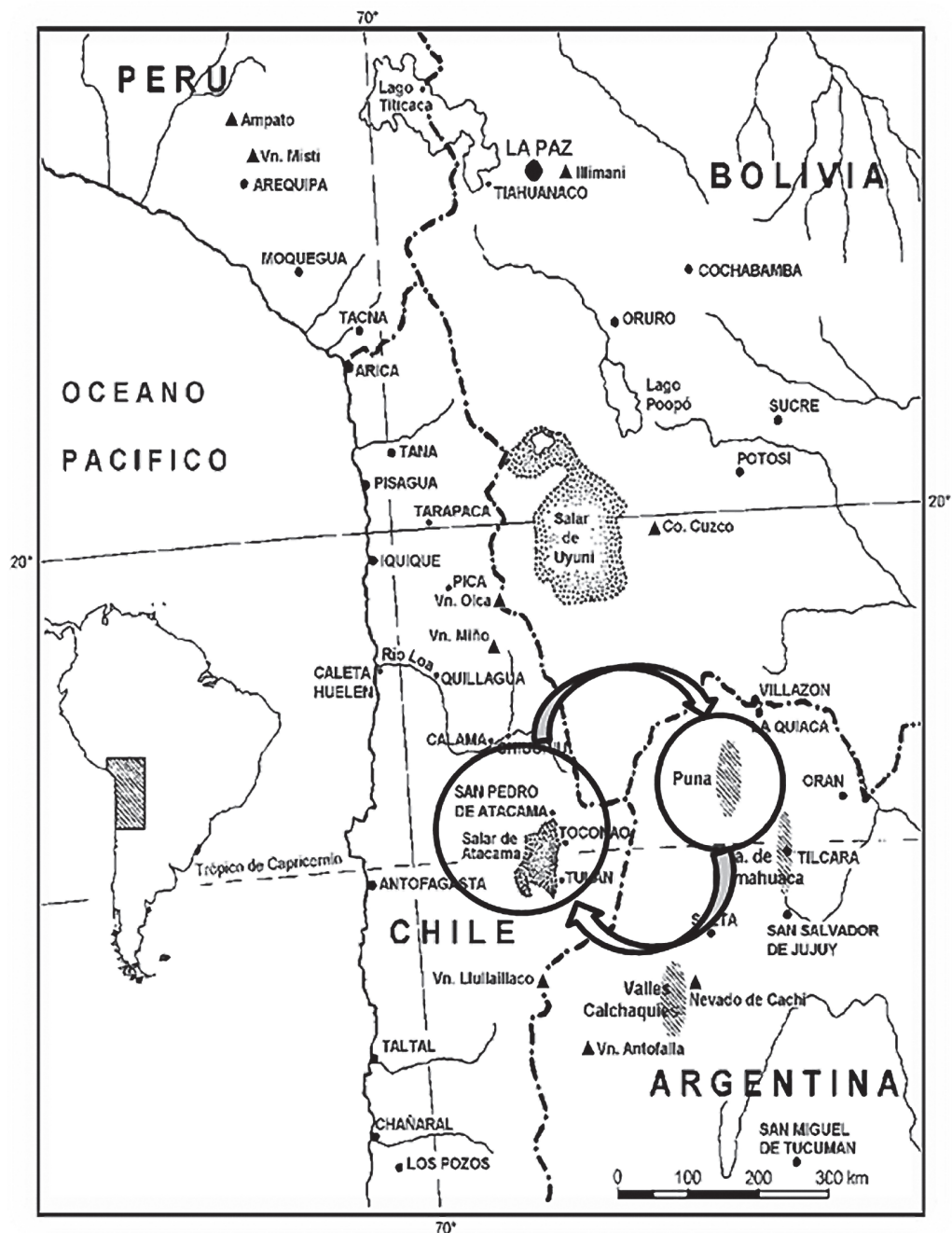


Figura 1. Mapa con la ubicación de las subregiones San Pedro de Atacama y Puna Argentina

Sobre la base de las relaciones cronológicas y contextuales, se comparó la asociación entre distintas líneas de evidencias y la reclasificación de los individuos por la probabilidad de pertenecer a una subregión distinta de la original. La actual investigación sigue principalmente la información contenida en el trabajo de Tarragó (1989) por la precisión de las referencias presentadas entre SPA, Bolivia y NOA. Por ejemplo, se registran entre otras, las siguientes citas:

en la Fase II Toconao (300 a.C.-100 d.C.) se destacan cántaros Larrache decorados y Tulor: semejantes a cuencos San Francisco del NOA, pipas semejantes a las de Campo Colorado (Salta); Fase III Sequitor (100-400 d.C.), cerámica foránea: pipas, vasos Blanco s/crema Vaquerías, La Quiaca; jarrones Negro/café símil Condorhuasi; botellas y tazones modelados símil Selvas Occidentales; Fase IV Quito (400-700 d.C.) abundan piezas cerámicas de Bolivia: Tiwanaku, Chichas, Tupuraya y Chuquisaca, Cochabamba, NOA (Aguada) y región Lerma-Tarija; Fase V Coyo (700-950 d.C.), cerámica región Chicha del Altiplano Oriental (Mizque-Potosí), Mojocoya, NOA fases Moyeyaco, Isla y Afines; Fase VI Yaye (950-1299 d.C.) hay ajuares empobrecidos: vasijas Huruquilla-Yura (Cochabamba, Chuquisaca, Potosí); Fase VII Solor (1200-1470 d.C.) cerámica Tilcara-Yavi, Yura-Uruquilla y Chilpe-Hedionda; Fase VIII Catarpe-Inca (1470-1535 d.C.) del NOA, Tilcara: vasos Yavi Polícromo y cerámica Inca Paya. También se agregan referencias de Lehmann Nitsche (1902), Le Paige (1977), Oakland (1994), Knudson *et al.* (2004), Knudson (2007) y Stovel (2013) entre otros.

Puesto que las poblaciones de SPA y PJ son el resultado de un mismo proceso evolutivo que durante milenios operó en el Área Andina Centro Meridional, se evaluaron las relaciones de parentesco entre subregiones, entre sexos y entre sitios mediante la estimación de valores *Fst* para rasgos cuantitativos con una heredabilidad de 0,55 de acuerdo con Relethford y Blangero (1990), Relethford y Harpending (1994), Relethford (1994, 1996) y Relethford *et al.* (1997). El estadístico *Fst*, en ausencia de variación genética producida por la mutación o la selección, permite medir la influencia de la deriva genética y de la migración en el proceso de diferenciación de dos o más poblaciones. Este valor expresa la magnitud de la varianza promedio dentro de grupos con relación a la varianza entre grupos. Además de las referencias antes mencionadas, una explicación más detallada se puede encontrar en Varela y Cocilovo (2000, 2002).

## RESULTADOS

Ambas subregiones presentan distribuciones diferentes en cuanto al sexo, la edad y la deformación artificial, con pruebas  $\chi^2$  significativas en todos los casos. En PJ se registró un 30% más de individuos masculinos que de femeninos, mientras que en SPA las proporciones son más parejas (tabla 1). En PJ predominan los individuos adultos y en SPA los maduros (tabla 2). En cuanto a la deformación artificial, en PJ son mayoría los casos de tabulares oblicuos y en SPA los tabulares erectos, siendo similares las proporciones de circulares y no deformados (tabla 3).

Tabla 1. Distribución del sexo

Subregiones	Sexo		
	Masculinos	Femeninos	Total
PJ	203	109	<b>312</b>
%	65,1	34,9	
SPA	301	298	<b>599</b>
%	50,3	49,7	
<b>Total observaciones</b>	<b>504</b>	<b>407</b>	<b>911</b>
$\chi^2 = 18.214, \text{gl} = 1, p < 0.001$			

Tabla 2. Distribución de la edad

Subregiones	Clases de Edad			
	Adulto	Maduro	Senil	Total
PJ	173	89	50	<b>312</b>
%	55,4	28,5	16,0	
SPA	210	288	101	<b>599</b>
%	35,1	48,1	16,9	
<b>Total observaciones</b>	<b>383</b>	<b>377</b>	<b>151</b>	<b>911</b>
$\chi^2 = 39,329, \text{gl}=2, p<0.001$				

Tabla 3. Distribución de la deformación artificial

Subregiones	Tipos de deformación				Total
	Tabular Erecto	Tabular Oblicuo	Circular	No Deformado	
PJ	16	163	18	115	<b>312</b>
%	5,1	52,2	5,8	36,9	
SPA	247	123	34	195	<b>599</b>
%	41,2	20,5	5,7	32,6	
<b>Total observaciones</b>	<b>263</b>	<b>286</b>	<b>52</b>	<b>310</b>	<b>911</b>
$\chi^2 = 159,467, \text{gl}=3, p<0.001$					

El análisis estadístico multivariado permitió comprobar la existencia de diferencias fenotípicas significativas entre SPA y PJ con un valor  $D^2=3,307, p<0,001$  y  $\Lambda$  de Wilks:  $0,572 \approx F(27 \text{ y } 885 \text{ gl})=24,51$  y  $p<0,001$ . En la figura 2 se presenta la distribución de los casos clasificados al propio grupo y aquellos asignados a un grupo distinto del original de acuerdo con la coordenada discriminante que acumula la totalidad de la variación fenotípica. Los casos reclasificados ocupan en la figura una zona intermedia indicando características propias y compartidas con las poblaciones de ambas subáreas.

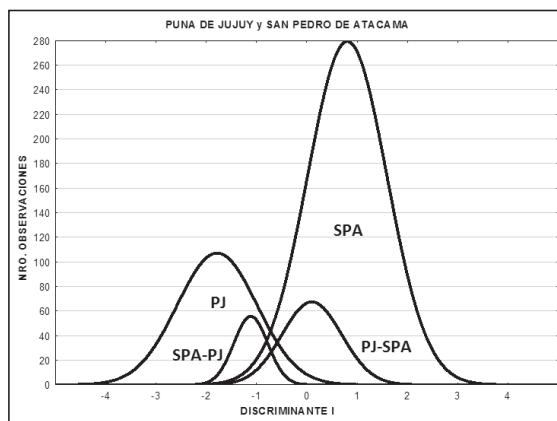


Figura 2. Distribución de las observaciones por la variable Discriminante I: San Pedro de Atacama (SPA), Puna de Jujuy (PJ) y casos reclasificados en una u otra subregión indicados como PJ-SPA (Puna de Jujuy en San Pedro de Atacama) y SPA-PJ (San Pedro de Atacama en Puna de Jujuy)



El resultado del análisis de la reclasificación de las observaciones por la mayor probabilidad de pertenecer a una u otra subregión se presenta en la tabla 4. Las asignaciones al propio grupo original alcanzaron al 84% de los casos, quedando el 16% que fue clasificado en una subregión diferente. Entre estos últimos, la mayor proporción fue de PJ a SPA, con 100 individuos (32% del total de PJ) que presentan una probabilidad media de 0,743 ( $\pm 0,013$ ) y de SPA a PJ con 47 individuos (8% del total de SPA) y una probabilidad media de 0,692 ( $\pm 0,018$ ) (tabla 5).

Tabla 4. Reclasificación de las observaciones por subregión

Reclasificación por subregiones	Correcta (%)	PJ	SPA	Total
PJ	67,9	212	<b>100 (32,1%)</b>	<b>312</b>
SPA	92,2	<b>47 (7,8%)</b>	552	<b>599</b>
<b>Total observaciones</b>	<b>83,9</b>	<b>259</b>	<b>652</b>	<b>911</b>

Tabla 5. Distribución de probabilidad de los casos reclasificados

Subregiones	N	Media	E.E.
PJ→SPA	100	0,743	0,013
SPA→PJ	47	0,692	0,018

Nota: N = Número de datos reclasificados, E.E. = error estándar

La mayoría de los individuos reclasificados en una u otra subregión son masculinos (70%) (tabla 6), dominando la clase Adulto desde PJ a SPA y desde SPA a PJ Adultos y Maduros (tabla 7). En relación con la deformación artificial, son mayoría los casos tabulares oblicuos y sin deformación de PJ asignados a SPA (89%), mientras que predominan las formas tabulares (70%) en los casos asignados de SPA a PJ (tabla 8).

Tabla 6. Distribución de individuos reclasificados por sexo

Subregiones	Masculino	Femenino	Total
PJ→SPA	75	25	<b>100</b>
%	75,0	25,0	
SPA→PJ	28	19	<b>47</b>
%	59,6	40,4	
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>44</b>	<b>147</b>
%	<b>70,1</b>	<b>29,9</b>	<b>100,0</b>

Tabla 7. Distribución de individuos reclasificados por edad

Subregiones	Adulto	Maduro	Senil	Total
PJ→SPA	56	33	11	<b>100</b>
%	56,0	33,0	11,0	
SPA→PJ	21	21	5	<b>47</b>
%	44,7	44,7	10,6	
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>147</b>
%	<b>52,4</b>	<b>36,7</b>	<b>10,9</b>	<b>100,0</b>

Tabla 8. Distribución de individuos reclasificados por deformación

Subregiones	Tabular Erecto	Tabular Oblicuo	Circular	No Deformado	Total
PJ→SPA	9	34	2	55	<b>100</b>
%	9,0	34,0	2,0	55,0	
SPA→PJ	19	14	8	6	<b>47</b>
%	40,4	29,8	17,0	12,8	
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>48</b>	<b>10</b>	<b>61</b>	<b>147</b>
%	<b>19,0</b>	<b>32,7</b>	<b>6,8</b>	<b>41,5</b>	<b>100,0</b>

Al analizar los casos de SPA clasificados en PJ con relación al sitio de origen, se comprueba que la mayoría son desde Quitar (Quitor 2, Quitor 5, Quitor 6 y Quitor 1), Coyo Oriental y Yaye (figura 3), principalmente asignados a los sitios de Doncellas, Agua Caliente, Casabindo y Queta. Y en la reclasificación por sitios de PJ en SPA, el mayor aporte fue desde Doncellas, Agua Caliente, Casabindo y Río Negro (figura 4) a los sitios de Coyo Oriental y Quitor (Quitor 6, Quitor 5 y Quitor 1). Además, se destaca el aporte de SPA a PJ desde los períodos Temprano, Medio y Tardío (figura 5).

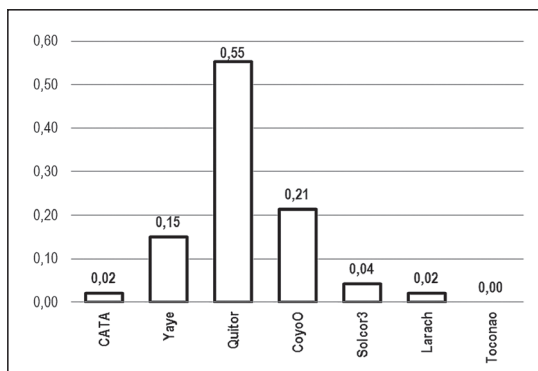


Figura 3. Proporción de reclasificación de observaciones por sitio de San Pedro de Atacama (SPA) en Puna de Jujuy (PJ)

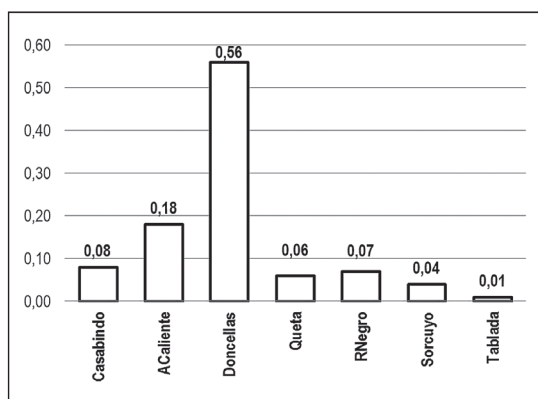


Figura 4. Proporción de reclasificación de observaciones por sitio de Puna de Jujuy (PJ) en San Pedro de Atacama (SPA)

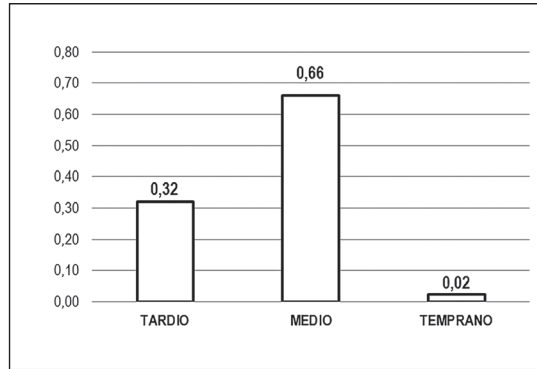


Figura 5. Proporción de reclasificación de observaciones por período de San Pedro de Atacama (SPA) en Puna de Jujuy (PJ)

El estudio de las relaciones de parentesco y de la interacción entre los efectos de la deriva genética y de la migración mediante la aplicación del modelo de Relethford y Harpending (1994) proporcionó los valores  $F_{st}$  para varios casos: a) entre subregiones SPA y PJ ( $0,024 \pm 0,002$ ), b) entre sexos y subregión ( $0,061 \pm 0,002$ ) y c) entre sitios y subregión ( $0,076 \pm 0,005$ ). En el primer caso se estima que un 2,4% de la varianza fenotípica es explicada por la diferenciación global entre los individuos que habitaron en ambos lados de la cordillera andina, mientras que una mayor proporción de variabilidad se distribuye dentro de cada subregión. En PJ la varianza observada supera el valor de equilibrio entre la deriva y el flujo génico sugiriendo el efecto de migraciones desde fuera de la subregión; a la inversa, en SPA al ser su varianza menor que la esperada indica una mayor interacción e intercambio genético entre localidades próximas.

En el segundo caso, cuando se consideran separadamente los sexos de SPA y PJ (figura 6), el estadístico  $F_{st}$  explica un 6% de la varianza entre grupos. Las mujeres de PJ y los hombres de SPA se ajustan a los valores esperados entre los efectos de la deriva y de la migración, mientras que en PJ el sexo masculino presenta una varianza mayor por la influencia de eventos migratorios desde regiones más distantes. Por el contrario, en SPA la menor varianza de las mujeres se explica por un mayor flujo génico entre localidades próximas. Estos hechos estarían explicando los resultados del análisis global anterior, pues el componente masculino sería el que influye en la desviación del valor de la varianza fenotípica de PJ y el componente femenino en la disminución de varianza fenotípica de SPA.

En el tercer caso, considerando el análisis de la distribución por sitios entre SPA y PJ, el estadístico  $F_{st}$  explica casi el 8% de la varianza entre grupos. Al comparar la varianza observada de acuerdo con la esperada, se revela una mayor variabilidad por la influencia de migraciones de amplio rango en unos casos y de rango menor en otros (figura 7). Los sitios de PJ como Agua Caliente, Casabindo y Tablada de Abra Pampa junto con los de SPA como Larache, Quitor Conde Duque Bajo, Norte y Solcor 3 parecen haber experimentado una mayor interacción desde ámbitos distantes pues se alejan del equilibrio indicando un mayor flujo génico que produjo una varianza observada mayor. En cambio, los sitios Sorcuayo y Queta de PJ y Yaye, Quitor 1-9, Toconao y Quitor 8 de SPA presentan una menor varianza por una interacción genética entre localidades próximas. Los sitios que se encuentran próximos al equilibrio entre deriva y migración son Doncellas y Río Negro de PJ y Quitor 2, 5, 6, Coyo Oriental y Catarpe de SPA.

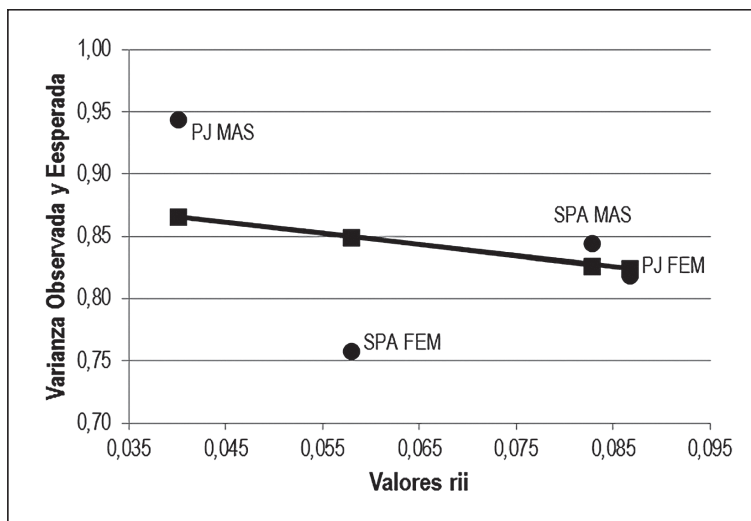


Figura 6. Distribución de la varianza fenotípica observada (círculos) y esperada (cuadrados) entre sexos de San Pedro de Atacama (SPA) y Puna de Jujuy (PJ). Valores rii: distancia al centroide de la distribución. Valor Fst=0,061 (±0,002). Masculinos (MAS) y Femeninos (FEM)

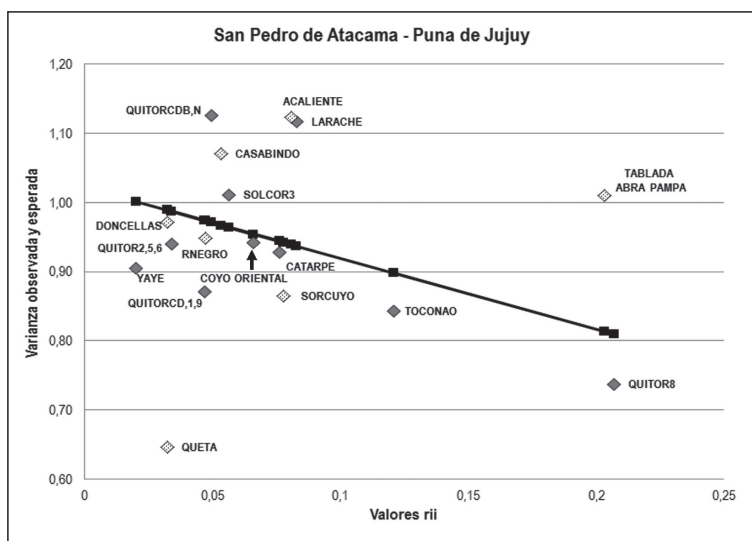


Figura 7. Distribución de la varianza fenotípica observada (rombos) y esperada (cuadrados) entre sitios de las subregiones de San Pedro de Atacama (SPA) y Puna de Jujuy (PJ). Valores rii: distancia al centroide de la distribución. Valor Fst=0,076 (±0,005). CDB,N (Quitor Conde Duque Bajo y Quitor Conde Duque Norte). Rombos grises: sitios de SPA, rombos con puntos: sitios de PJ

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En líneas generales, es interesante comprobar que entre SPA y PJ existen diferencias relacionadas con la distribución del sexo, la edad y la deformación artificial, las cuales marcan estilos de vida, tradiciones, pautas culturales y laborales diferentes. Se registró mayor cantidad de hombres

que de mujeres y de individuos adultos en PJ, mientras que en SPA se observa una paridad entre los sexos y es mayor la proporción de individuos maduros, lo que coincide con observaciones anteriores (Fuchs *et al.* 2016b).

Ambas regiones presentan también diferencias y semejanzas con respecto a la deformación artificial del cráneo que es importante analizar por la integración de distintas costumbres en las sociedades locales. En PJ es dominante la tabular oblicua y en SPA la tabular erecta. Las formas circulares se observan en el Período Intermedio Temprano de la secuencia de SPA mientras que en el Período Formativo la difusión de la tabular oblicua marca un evento importante a nivel de toda el Área Andina Centro Meridional por el incremento de las relaciones socioculturales, costumbre que se proyecta en los períodos Medio y Tardío, alcanzando una mayor frecuencia en la Quebrada de Humahuaca y en PJ. La deformación tabular erecta se registra en SPA en todos los períodos con una proporción mayor en los períodos Medio y Tardío, igual que en el NOA, en donde predomina en Valles Calchaquíes, Belén (Catamarca) y Las Pirguas (Salta) (Cocilovo y Varela 2010).

Desde el punto de vista fenotípico se destaca una diferencia global entre ambas poblaciones por los resultados de las pruebas  $D^2$  y Lambda de Wilks. Esta es una información que repite los resultados de experiencias anteriores y refleja historias de vida diferentes que afectaron a la mayoría de los habitantes de uno y otro lado de la Cordillera de los Andes (Varela *et al.* 1999, 2008; Fuchs *et al.* 2016b) aunque las evidencias obtenidas revelan una mayor interacción principalmente en los períodos Medio y Tardío.

El nivel de interacción entre PJ y SPA se manifiesta en la reclasificación de los individuos en una subárea distinta de la original que involucró una cantidad mayor de hombres, principalmente en las edades Adulto y Maduro, y una proporción menor de mujeres; desde SPA se asignaron en PJ individuos de todos los tipos deformatorios y desde PJ a SPA principalmente individuos tabulares oblicuos y no deformados (tablas 6, 7 y 8). Estas observaciones podrían estar relacionadas con la actividad de grupos caravaneros que conectaron el NOA y SPA y la coexistencia de distintas costumbres identitarias.

La mayor reasignación de individuos durante de los períodos Medio y Tardío en una u otra subregión es consistente desde el punto de vista cronológico: por ejemplo, para la muestra de PJ se dispone de diez fechas RC, que cubren el intervalo entre  $964 \pm 45$  AP (cal. 1029-1208 d.C.  $\pm 2\sigma$ ) para el Pucará de Rinconada y  $501 \pm 42$  AP (cal. 1400-1497 d.C.  $\pm 2\sigma$ ) para Casabindo (Fuchs y Varela 2013); y para SPA, considerando las fechas más tardías: Quitor 1:  $956 \pm 44$  AP (cal. 1032-1211 d.C.), Quitor 5:  $1164 \pm 44$  AP (cal. 782-1019 d.C.), Quitor 6:  $1050 \pm 40$  AP (cal. 982-1150 d.C.), Yaye 1:  $920 \pm 40$  AP (cal. 1042-1260 d.C.) (Hubbe *et al.* 2011).

En la presente experiencia, la divergencia global entre hombres y mujeres de una y otra subregión sugiere un comportamiento diferente de ambos sexos (figura 6). En PJ el efecto migratorio de amplio rango con el aporte de novedades genéticas parece haber dependido mucho más del sexo masculino que del femenino (figura 6). La mayor diversidad genética de los hombres de algunos sitios de PJ podría estar asociada con una actividad caravanera desde y hacia regiones distantes. La mayor proporción de individuos de PJ asignados a SPA podría ser un efecto de esa actividad. En SPA, mientras que el sexo masculino presenta un equilibrio entre la varianza observada y la esperada, en las mujeres la menor varianza indica una mayor homocigosidad por la interacción entre localidades próximas.

Es importante destacar la consistencia entre el valor  $F_{st}$  estimado para el Período Tardío de SPA ( $0,026 \pm 0,009$ ) (Varela y Cocilovo 2011) con los valores obtenidos para un conjunto de sitios de PJ ( $0,025 \pm 0,005$ ) (Fuchs *et al.* 2016a) y al presentado en este trabajo entre SPA y PJ ( $0,024 \pm 0,002$ ). Esta concordancia durante el Período Tardío revela la acción de eventos semejantes que operaron en forma generalizada a nivel regional en cuanto al incremento de la población, a la interacción entre regiones vecinas y por la existencia de una considerable variabilidad genética en ambas subregiones por un efecto migratorio de mediano y amplio rango. Los resultados

presentados en trabajos antes citados y en el presente proporcionan una gran oportunidad para el estudio de los factores determinantes de la variación genética del fenotipo antropométrico y de la evolución humana en el Área Andina Centro Meridional.

En efecto, considerando los sitios que integran las muestras de SPA y de PJ se observa un incremento notable del valor del citado estadístico ( $F_{st}=0,076$ ), que revela la conservación de una importante cantidad de variabilidad genética entre las localidades de ambas subregiones (figura 7). Por ejemplo, algunos sitios de SPA y de PJ parecen haber participado en relaciones e intercambios a una escala regional amplia y de mayor impacto desde el punto de vista genético, como Larache, Quito CDB y CDN, Solcor 3, Agua Caliente y Casabindo, pues presentan una varianza fenotípica mayor que la esperada, a diferencia de Quito 8, Quito CD, Quito 1, Quito 9, Yaye, Toconao, Queta y Sorcuayo que sustentan un menor tamaño efectivo y una variación más localizada (figura 7).

Con respecto a las relaciones entre ambas subregiones, es importante destacar que existen asociaciones contextuales relevantes en tumbas de los sitios de SPA cuyos individuos inhumados en ellas fueron asignados a PJ con valores de probabilidad ( $p$ ) destacados. En el Apéndice (tablas A2 y A3) se brinda una información resumida de las relaciones establecidas (a partir de Le Paige 1977; Tarragó 1989; Oakland 1994; Horta Tricallotis 2014). La mayoría son casos de los períodos Medio, Intermedio Tardío y Tardío, desde Quito 5, Quito 6, Quito 9, Solcor 3 y Coyo Oriental. Entre ellos se destacan: Quito 5 tumba 2241, individuo sin deformación artificial (ND), masculino (M),  $p=0,852$ , ajuar kero Tiwanaku asociado con cerámica Isla Tricolor-Yavi (700-800 d.C.); Quito 5 tumba 2246, deformación circular erecta (CE), femenino (F),  $p=0,855$ , asociado con kero Tiwanaku importado, mujer foránea (580 d.C.); Quito 9 tumba 3236, individuo con deformación tabular oblicua (TO), (M),  $p=0,922$ , personaje destacado, ofrendas de origen altiplánico, abundante ajuar: vaso efigie = huaco-retrato Tiwanaku y vasija relacionada con la tradición Huruquilla, (fechado radiocarbónico:  $1050 \pm 80$  d.C.), asociación cerámica Dupont y Huruquilla, y el individuo 3237 (ND), (M), asignado a SPA,  $p=0,989$ . Siguiendo a Le Paige (1977) también en casos de SPA asignados a PJ: Coyo Oriental tumba 5328, individuo con deformación tabular erecta (TE), (M),  $p=0,657$ , cuerpo mirando al este, tableta y tubo para rapé, collar de malaquita, cerámica roja y negra grabada Tiwanaku expansivo; Coyo Oriental tumba 5300, individuo (TO), (F),  $p=0,679$ , tableta para rapé tiahuanacoide, dos morteritos cilíndricos, un tubo para aspirar rapé con figura felínica; siguiendo a Oakland (1994): Coyo Oriental tumba 4117, individuo (TE), (M),  $p=0,919$ , textil tipo A (local) y Coyo Oriental tumba 5290, individuo con deformación circular oblicua (CO), (M),  $p=0,638$ , textil tipo A (local). Por último, se agregan dos casos de tabletas con dos figuras humanas idénticas de Quito 5 y 6 presentadas por Horta Tricallotis (2014): individuo 2195 (TE), (M), asignado a PJ ( $p=0,534$ ) e individuo 3550-3552 (ND), (M), asignado a SPA ( $p=0,500$ ).

Por otra parte, los elementos del complejo alucinógeno vinculados con redes de intercambio de mediano y amplio rango proporcionan relaciones importantes entre distintas regiones del área Andina Centro Meridional. Por ejemplo, a partir del análisis de analogías morfológicas e iconográficas de las tabletas para rapé realizado por Montenegro y Ruiz (2007) es posible vincular sitios del NCH como Solcor 3, Chiu-Chiu, Lasana, Caspana, Tchecar, Yaye 3 y 4 y Chunchuri con sitios de Jujuy como Santa Bárbara, Doncellas, Cochinoca, Casabindo, Rinconada, San Juan Mayo, Cusi-Cusi, Angosto Chico y Pucará de Tilcara.

Lamentablemente, para los sitios de PJ no se dispone de un inventario por tumba ni de la descripción detallada de los contextos asociados con los restos óseos. Sin embargo, en la tabla A4 del Apéndice se ofrecen las referencias sobre dos casos del sitio Casabindo que fueron asignados por su mayor probabilidad a SPA y de tres casos que fueron asignados al propio grupo de acuerdo con la descripción de Lehmann Nitsche (1902). En esta misma tabla se consignan dos casos de SPA asignados al propio grupo con valores de probabilidad importantes por su asociación con

dataciones radiocarbónicas para los sitios de Quitor 2 del Período Temprano y Quitor 9 del Período Intermedio Tardío (Stovel 2013).

En la tabla A5 del Apéndice se exponen los casos de SPA con datos de la relación isotópica  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  obtenida por Knudson *et al.* (2004) y Knudson (2007) que coinciden con nuestra base de datos. Es interesante constatar que la mayoría de los casos asignados a SPA por el cálculo de probabilidad basado en rasgos fenotípicos presentan marcas isotópicas que se ubican dentro del intervalo típico para SPA ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0,7074-0,7079$ ). Sin embargo, hay dos individuos posiblemente foráneos, uno registrado como Coyo Oriental 4049 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0,707023$ ) asignado con  $p=0,764$  a SPA y otro registrado como Coyo Oriental 4090 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0,708171$ ) asignado con  $p=0,960$  a SPA cuya marca isotópica puede ser relacionada con el intervalo estimado para Solcor 3 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0,708062 \pm 0,000083$ ) ( $1\sigma, n=8$ ) (Knudson 2007). Un tercer individuo de Solcor 3 registrado en nuestra base parece ser definitivamente foráneo, el n° 50-1948, ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0,712522$ ),  $p=0,951$  asignado a SPA, pero sin definición sobre su filiación geográfica pues tampoco coincide con las marcas registradas para Tiwanaku (Knudson 2007).

Las evidencias establecidas por la investigación arqueológica sobre la interacción cultural y la circulación de bienes foráneos en la subárea circumpuneña en general y en particular entre las cuencas intermedias del NCH y el NOA adquieren una mayor visualización en los últimos 3000 años desde comienzos del Período Formativo hasta la expansión incaica. De acuerdo con los resultados obtenidos por la reclasificación de los individuos es posible inferir que nuestra base registra eventos relacionados con la interacción entre SPA y PJ principalmente durante los períodos Medio y Tardío, lo cual representa un segmento de la historia total del poblamiento de los Andes Centro Sur, aunque no menos importante, durante el cual alcanza su mayor desarrollo el tráfico sur andino conectando Bolivia, el NOA y el NCH.

A este nivel es preciso advertir que la frecuencia de candidatos clasificados en una población diferente es menor comparada con aquellos asignados al propio grupo e incluso con aquellos asociados con bienes foráneos como en el caso de SPA (Apéndice tablas A2 y A3). Sin embargo, la metodología y los resultados obtenidos no pierden interés, máxime cuando se toma en cuenta la coincidencia entre la probabilidad de asignación a SPA de algunos casos y la marca local de los isótopos del Sr (Apéndice tabla A5) presentada por Knudson (2007).

De acuerdo con la evidencia arqueológica, SPA representa un centro regional integrado por una comunidad estrechamente vinculada con la producción agrícola, ganadera y minera, la elaboración de cerámica y de textiles, la adquisición de bienes suntuarios y el intercambio de productos, incluyendo a la PJ en una red de amplia proyección regional mediante el tránsito de caravanas que unían localidades del sur de Bolivia, NOA y NCH (Tarragó 1977, Nielsen 2003, 2011; Angiorama 2006; Montenegro y Ruiz 2007; De Nigris 2009; Molina Otárola 2011, entre otros). Si bien el registro de productos foráneos en una u otra localidad o región revela la acción del contacto e intercambio entre localidades próximas o lejanas, esto no necesariamente involucra el intercambio de genes aunque, por los resultados obtenidos en este trabajo, no se puede descartar el efecto migratorio en la composición genética a nivel regional cuya intensidad puede haber sido mayor en el Período Tardío producido por el incremento de la población. De hecho, el estudio basado en el análisis del equilibrio entre la deriva y la migración que define y caracteriza el fenotipo medio de cada subregión implica el apareamiento entre individuos locales y foráneos.

El presente trabajo constituye una propuesta de investigación que puede brindar una aproximación probabilística útil para inferir a nivel regional la procedencia de algunos individuos posiblemente foráneos hasta que se disponga de información genética de mayor precisión sobre SPA y de datos sobre isótopos del Sr para el NOA. Mientras tanto, será sumamente interesante ampliar el estudio incluyendo otras subregiones y localidades del NOA y del área atacameña, para evaluar la influencia de la distancia en las relaciones de parentesco y el impacto de la migración en la divergencia genética local y regional.

## AGRADECIMIENTOS

La realización del presente trabajo fue posible gracias al apoyo brindado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 112201101 00833) y la Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Río Cuarto (SeCyT-UNRC, 852/11). Agradecemos también a la Dirección y al Personal del Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti (Universidad de Buenos Aires) y del Museo de La Plata (Universidad Nacional de La Plata) por la colaboración brindada durante el relevamiento de parte de la información empleada en este trabajo y a los revisores por sus sugerencias para su mejoramiento.

## APÉNDICE

Tabla A1. Variables empleadas en el presente trabajo

Variables Métricas		
Longitud máxima	Anchura biastérica	Anchura maxilo alveolar
Anchura máxima	Anchura biauricular	Longitud maxilo alveolar
Altura basilo bregmática	Diámetro nasio basilar	Altura órbita alveolar
Altura porio bregmática	Diámetro alvéolo basilar	Longitud foramen magnun
Diámetro frontal mínimo	Altura nasio alveolar	Anchura foramen magnun
Diámetro frontal máximo	Altura de la nariz	Curva nasion bregma
Anchura fronto malar	Anchura de la nariz	Curva bregma lambda
Anchura bicigomática	Altura del pómulo	Curva lambda opistion
Anchura bimaxilar máxima	Anchura biorbitaria	Curva horizontal

Tabla A2. Individuos de San Pedro de Atacama (SPA) asignados a Puna de Jujuy (PJ)

Sitio	Individuo	Deformación	Sexo	<i>p</i>	Asociaciones según Tarragó (1989)
Quitor 5	2183	TE	M	0,526	Artefactos iconografía Tiwanaku
Quitor 5	2221	TE	M	0,666	Botella tiwanaku expansivo, 700-900 d.C., relación con kero 2246
Quitor 5	2235	TE	M	0,549	Tableta rapé Tiwanaku 700-900 d.C.
Quitor 5	2241	ND	M	0,852	Kero Tiwanaku asociado cerámica Isla Tricolor-Yavi 700-800 d.C.
Quitor 5	2245	ND	M	0,598	Kero tricolor Tiwanaku expansivo 700-800 d.C.
Quitor 5	2246	CE	F	0,855	Kero Tiwanaku importado, mujer foránea 580 d.C.
Quitor 6	2466	TO	F	0,770	Contexto combinado con elementos Tiwanaku
Quitor 6 (*)	2465	TE	M	0,883 SPA	Misma tumba: Gorro de piel, cerámica negro pulido, hacha de piedra, tableta rapé, canastas con comida, arcos y astiles, collar malaquita, etc.
	2466	TO	F	0,770 PJ	



(Tabla A2. Continuación)

Sitio	Individuo	Deformación	Sexo	<i>p</i>	Asociaciones según Tarragó (1989)
Quitor 9 (*)	3236	TO	M	0,922 PJ	Individuo destacado. Ofrendas de origen altiplánico. Abundante ajuar: vaso esfigie = huaco-retrato Tiwanaku y vasija relacionada con la tradición Huruquilla. Fechado RC: 1050 ± 80 d.C., asociación cerámica Dupont y Huruquilla (Núñez 1976; Torres 1984)
	3237	ND	M	0,989 SPA	
Solcor 3	2475	TE	F	0,582	Referencias generales sobre contextos: textiles de estilo Tiwanaku (Agüero 2012); relaciones con NOA por iconografía en cestos, madera (Llagostera 1995); equipo rapé iconografía Tiwanaku (Llagostera <i>et al.</i> 1988)

Nota: TE = tabular erecta, TO = tabular oblicua, CE = circular erecta, ND = no deformado; M = masculino, F = femenino; *p* = probabilidad. (\*) Se destacan los individuos 2465 y 2466 inhumados en la misma tumba, el primero fue asignado al propio grupo y el segundo a PJ. Los individuos 3236 y 3237 fueron asignados respectivamente a PJ y al propio grupo.

Tabla A3. Individuos de San Pedro de Atacama (SPA) asignados a Puna de Jujuy (PJ)

Sitio	Individuo	Deformación	Sexo	<i>p</i>	Asociaciones (Le Paige 1977)
Coyo Oriental	5290	CO	M	0,638	Adulto, fragmentos de tejidos y de una calabaza pirograbada
Coyo Oriental	5300	TO	F	0,679	Tableta para rapé tiahuanacoide, dos morteritos cilíndricos, un tubo para aspirar rapé con figura felínica
Coyo Oriental	5328	TE	M	0,657	Cuerpo mirando al este, tableta y tubo para rapé, collar malaquita, cerámica roja y negra grabada Tiwanaku expansivo
Coyo Oriental	5342	CO	M	0,603	Adulto mirando al este, gorro con trenza
Quitor 6	5462	CE	M	0,572	Adulto, mirando al este, cerámica rojo oscuro con líneas negras
<b>Oakland (1994), Textiles</b>					
Coyo Oriental	4117	TE	M	0,919	Textil tipo A (local)
Coyo Oriental	5290	CO	M	0,638	Textil tipo A (local)
<b>Horta Tricallotis (2014)</b>					
Quitor 5	2195	TE	M	0,534	Tableta individuo asignado a PJ (Dos figuras humanas idénticas)
Quitor 6	3550-3552	ND	M	0,500	Tableta individuo asignado a SPA (Dos figuras humanas idénticas)

Nota: TE = tabular erecta, TO = tabular oblicua, CE = circular erecta, CO = circular oblicua, ND = no deformado; M = masculino, F = femenino; *p* = probabilidad.

Tabla A4. Individuos de Puna de Jujuy (PJ) asignados a San Pedro de Atacama (SPA)

Sitio	Individuo	Deformación	Sexo	<i>p</i>	Asignados a SPA, referencias de Lehmann Nitsche (1902)
Casabindo	438	ND	M	0,991	Espátula o cuchara de madera con escultura de dos hermanos gemelos, freno para llama, bocados de cuero, espátula de bronce
Casabindo	440	ND	M	0,783	Collar de cuentas de piedra calcárea y malaquita, asociación con hallazgo del mismo material de Quillagua (Norte de Chile) en el Museo Etnológico de Berlín
<b>Asignados a PJ, referencias de Lehmann Nitsche (1902)</b>					
Casabindo	442	TO	M	0,780	Cerámica superficie lisa, mala cocción
Casabindo	443	TO	M	0,753	Tejido de lana canasta o sombrero, escudilla de cerámica tosca
Casabindo	454	TO	M	0,801	Bolsa tejida colores marrón, amarillo, rojo y azul, madero grabado con motivos geométricos, botellón de cerámica decorado en negro, husos, torteros, sandalias y calabazas
<b>Casos de SPA asignados al propio grupo (Stovel 2013)</b>					
Quitor 2	3770	ND	F	0,956	Individuo, cerámica Rojo Pulido 259-540 d.C.
Quitor 9	3251(3249)	ND	M	0,623	Entierro múltiple (3249-51) sin objetos de cerámica, 899-1149 d.C.

Nota: TO = tabular oblicua, ND = no deformado; M = masculino; F = femenino; *p* = probabilidad.

Tabla A5. Análisis de isótopos del Sr en individuos de SPA y probabilidad de asignación a una subregión determinada

Sitio	Tumba	Sexo (1)	Edad (1)	Deformación Artificial (2)	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr (1)	Asignación (2)	
						Subregión	<i>p</i>
Coyo Oriental	3981	M	45-49	TE	0,707628	SPA	0,968
	3996	F	35-39	ND	0,707825	SPA	0,711
	<b>4049</b>	<b>M</b>	<b>35-39</b>	<b>TE</b>	<b>0,707023</b>	<b>SPA</b>	<b>0,764</b>
	<b>4090</b>	<b>M</b>	<b>35-39</b>	<b>ND</b>	<b>0,708171</b>	<b>SPA</b>	<b>0,960</b>
	4093	M	40-44	TE	0,707713	SPA	0,859
	4150	F	40-44	TE	0,707862	SPA	0,897
Solcor-3	12-1236	M	20-24	ND	0,708015	PJ	0,763
	20-1456	M	30-34	TO	0,707975	SPA	0,775
	27-1628	F	40-44	TO	0,70758	SPA	0,867
	<b>50-1948</b>	<b>M</b>	<b>40-44</b>	<b>TE</b>	<b>0,712522</b>	<b>SPA</b>	<b>0,951</b>
	69-2476	M	30-34	TE	0,708072	SPA	0,958

Nota: (1) Knudson *et al.* 2004, Knudson 2007 (SPA: <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr=0,7074–0,7079); (2) Este trabajo; M = masculino, F = femenino; TE = tabular erecta, TO = tabular oblicua, ND = no deformado; *p* = probabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, C.  
2012. Desarrollo de los textiles prehispánicos de la región atacameña. Del 1000 a.C. al 1450 d.C. *Canto Rodado* 7: 29-54.
- Agüero, C. y M. Uribe  
2011. Las sociedades formativas de San Pedro de Atacama. Asentamiento, cronología y proceso. *Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas* 42: 53-78.
- Aldenderfer, M. S. y L. Flores Blanco  
2011. Reflexiones para avanzar en los estudios del Período Arcaico en los Andes Centro-Sur. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 43 (Número Especial): 531-550.
- Angiorama, C. I.  
2006. ¿Mineros quebradeños o altiplánicos? La circulación de metales y minerales en el extremo noroccidental de Argentina (1280-1535 AD). *Intersecciones en Antropología* 7: 147-161.
- Ávila, F.  
2005. El estilo alfarero Yavi y su relación con la construcción de identidades culturales. *Theoria* 14(1): 85-101.  
2009. Interactuando desde el estilo. Variaciones en la circulación espacial y temporal del estilo alfarero Yavi. *Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas* 37: 29-50.
- Bass, W. M.  
1981. *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual of the Human Skeleton*. University of Missouri, Springfield.
- Buikstra, J. E. y D. Ubelaker  
1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas: Arkansas Archeological Survey Research Series N° 44. Fayetteville, Arkansas.
- Cifuentes Aguilar, A.  
2014. Metales y metalurgia en San Pedro de Atacama durante el Período Medio: hacia la definición de una metalurgia local. Memoria inédita para optar al título profesional de Arqueóloga. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología.
- Cocilovo, J. A.  
1981. Estudio sobre discriminación y clasificación de poblaciones prehispánicas del N. O. Argentino. *Publicación Ocasional* 36:1-51. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile.  
2001. Diversidad morfométrica: Estimación de distancias, supuestos y restricciones, *Boletín Museo Nacional de Historia Natural* 50: 139-153.
- Cocilovo, J. A. y H. H. Varela  
2010. La distribución de la deformación artificial del cráneo en el Área Andina Centro Sur. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 35: 41-68.
- Cocilovo, J. A., H. H. Varela y T. G. O'Brien  
2009. La divergencia genética entre poblaciones del Área Andina Centro Meridional evaluada mediante rasgos no métricos del cráneo. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 11(1): 43-59.
- Comas, J.  
1966. *Manual de Antropología Física*. Universidad Autónoma de México, México.

Costa, M. A.

1988. Reconstitución física y cultural de la población tardía del cementerio Quitor 6 (San Pedro de Atacama). *Estudios Atacameños* 9: 107-135.

Costa, M. A. y A. Llagostera

1994. Coyo 3: Momentos finales del Período Medio en San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños* 11: 73-107.

2014. Leishmaniasis en Coyo Oriente. Migrantes trasandinos en San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas* 47: 5-18.

Costa, M. A., C. Matheson, L. Iachetta, A. Llagostera y O. Appenzeller

2009. Ancient Leishmaniasis in a Highland Desert of Northern Chile. *PLoS ONE* 4(9) e6983. doi:10.1371/journal.pone.0006983

De Nigris, M. R.

2009. Arqueología, minería y metalurgia en la localidad de Cobres y sus alrededores (Períodos Prehispánicos y Colonial). Tesis Profesional inédita, Escuela de Antropología, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta.

Dembo, A. y J. Imbelloni

1938. *Deformaciones intencionales del cuerpo humano*. Humanior, Sección A 3. Buenos Aires: Imprenta Luis L. Gotelli.

Fernández, J.

1978. Los chichas, los lipes y un posible enclave de la cultura de San Pedro de Atacama en la Puna limítrofe argentino-boliviana. *Estudios Atacameños* 6: 21-36.

Fuchs, M. L.

2014. Caracterización bioestructural de la población antigua de la Puna de Jujuy (Argentina). Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

Fuchs, M. L. y H. H. Varela

2013. Fechados radiocarbónicos de colecciones osteológicas de la Puna de Jujuy, Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 38: 553-558.

Fuchs, M. L., H. H. Varela y J. A. Cocilovo

2016a. Kinship and Phenotypic Divergence in the Ancient Population of the Puna Plateau of Northwestern Argentina. *Advances in Anthropology* 6: 1-10. doi:10.4236/aa.2016.61001.

2016b. Relaciones biológicas entre la Puna de Jujuy (Argentina) y San Pedro de Atacama (Chile). *Antropo* 36: 15-27.

Hidalgo, J.

1984. Complementariedad ecológica y tributo en Atacama (1683-1792). *Estudios Atacameños* 7: 311-325.

Hidalgo, J. y V. Manríquez

1992. Mercado y etnicidad: Lecturas de la Revisita de Atacama de 1683. *Estudios Atacameños* 10: 151-171.

Horta Tricallotis, H.

2014. Lo propio y lo ajeno. Definición del estilo San Pedro en la parafernalia alucinógena de los oasis del salar de Atacama. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 46 (4): 559-583.

Hubbe, M., M. Oviedo y C. Torres-Rouff

2011. Estado de conservación y contextualización cronológica de la colección osteológica "Gustavo Le Paige". *Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas* 41: 29-44.

Knudson, K. J.

2007. La influencia de Tiwanaku en San Pedro de Atacama: una investigación utilizando el análisis de isótopos del estroncio. *Estudios Atacameños* 33: 7-24.

Knudson, K. J., D. E. Blom y J. E. Buikstra

2004. The Bioarchaeology of Identity: Case Studies from the South Central Andes. Trabajo presentado en el simposio “Tensions, Theory, and Directions in Bioarchaeology”, *103<sup>rd</sup> Annual Meeting of the American Anthropology Association*, Atlanta, EE.UU.

Knudson, K. J. y C. Torres-Rouff

2014. Cultural Diversity and Paleomobility in the Andean Middle Horizon: Radiogenic Strontium Isotope Analyses in the San Pedro de Atacama Oases of Northern Chile. *Latin American Antiquity* 25(2): 170-188.

Le Paige, G.

1977. Recientes descubrimientos arqueológicos en la zona de San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños* 5: 111-126.

Lehmann Nitsche, A.

1902. Catálogo de las antigüedades de la provincia de Jujuy, conservados en el Museo de La Plata. *Revista del Museo de La Plata* 11: 73-121.

Llagostera, A.

1995. El componente Aguada en San Pedro de Atacama. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 6: 9-34.

Llagostera, A., M. C. Torres y M. A. Costa

1988. El complejo psicotrónico en Solcor 3 (San Pedro de Atacama) *Estudios Atacameños* 9: 67-106.

Molina Otárola, R.

2011. Los otros arrieros de los valles, La Puna y el Desierto de Atacama. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 43(2): 177-187.

Montenegro, M. y M. Ruiz

2007. Tránsito y paisaje en la Puna de Jujuy durante los Desarrollos Regionales: Una Aproximación Iconográfica. *Cuadernos Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Jujuy* 32: 167-185.

Montes Suay, F.

2007. *Introducción a la probabilidad*. Universidad de Valencia, España.

Nielsen, A. E.

2003. Ocupaciones Prehispánicas de la etapa agropastoril en la laguna de Vilama (Jujuy, Argentina). *Cuadernos Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Jujuy* 20: 81-108.

2011. El tráfico de caravanas entre Lípez y Atacama visto desde la Cordillera Occidental. En L. Núñez A. y A. E. Nielsen (eds.), *Ruta Arqueología, Historia y Emografía del Tráfico Sur Andino*: 83-110, Encuentro Grupo Editor, Editorial Brujas, Córdoba.

Núñez, L.

1976. Registro regional de fechas radiocarbónicas del norte de Chile, *Estudios Atacameños* 4: 69-111.

Núñez, L. y T. S. Dillehay

1995. Movilidad giratoria, armonía social y desarrollo en los Andes Meridionales: Patrones de Tráfico e interacción económica, Universidad Católica del Norte, 2<sup>da</sup> edición, Antofagasta.

Oakland, A.

1994. Tradición e innovación en la prehistoria andina de San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños* 11: 109-120.

Postillone, M. B., C. B. Dejean, M. L. Fuchs, H. H. Varela, S. A. Avena y F. R. Carnese

2014. Evidencia de contacto entre poblaciones prehispánicas de la Puna Jujeña y el Norte de Chile. Nuevas aproximaciones biológicas. En V. Seldes y M. S. Gheggi (eds.) *Antropología Biológica y Estudios del Comportamiento Mortuario de los Pueblos Prehispánicos del Noroeste Argentino*: 99-115, Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Universidad Maimónides.

Rao, C. C.

1952. *Advance Statistical Methods in Biometric Research*. John Wiley and Sons.

Relethford, J. H.

1994. Craniometric variation among modern human populations. *American Journal of Physical Anthropology* 95(1): 53-62.

1996. Genetic drift can obscure population history: problem and solution. *Human Biology* 68: 29-44.

Relethford, J. H. y J. Blangero

1990. Detection of differential gene flow patterns of quantitative variation. *Human Biology* 62: 5-25.

Relethford, J. H., M. H. Crawford y J. Blangero

1997. Genetic drift and gene flow in post-famine Ireland. *Human Biology* 69: 443-465.

Relethford, J. H. y H. C. Harpending

1994. Craniometric variation, genetic theory, and modern human origins. *American Journal of Physical Anthropology* 95(3): 249-270.

Relethford, J. H. y F. C. Lees

1982. The Use of Quantitative Traits in the Study of Human Population Structure. *Yearbook of Physical Anthropology* 25: 113-132.

Salazar, D., V. Figueroa, D. Morata, B. Milleiv, G. Manríquez y A. Cifuentes

2011. Metalurgia en San Pedro de Atacama durante el Período Medio: Nuevos datos, nuevas preguntas. *Revista de Antropología* 23: 123-148.

Seber, A. F.

1984. *Multivariate observations*. New York, Wiley & Sons.

Statistical Solution Ltd.

2011. SOLAS. *For missing data analysis*. Versión 04.01.

Stovel, E.

2013. Prehistoric Atacameño Ceramic Styles and Chronology Reassessed. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 45(3): 371-385.

Tarragó, M.

1977. Relaciones prehispánicas entre San Pedro de Atacama (norte de Chile) y regiones aledañas: La Quebrada de Humahuaca. *Estudios Atacameños* 5: 51-64.

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 para optar al grado de Doctora en Historia, Facultad de Humanidades y Artes. Universidad Nacional de Rosario.

Torres, M. C.

1984. Iconografía de las tabletas para inhalar sustancias psicoactivas de la zona de San Pedro de Atacama, norte de Chile, *Estudios Atacameños* 7: 135-147.

Uribe, M.

2002. Sobre alfarería, cementerios, fases y procesos durante la prehistoria tardía del desierto de Atacama (800-1600 d.C.). *Estudios Atacameños* 22: 7-31.

Uribe R., M. y C. Agüero P.

2005. Aproximaciones a la Puna de Atacama y la problemática Yavi, *Actas XVI Congreso Nacional de Arqueología Chilena, Museo de Historia Natural de Concepción*: 286-291, Escaparate Ediciones.

Varela, H. H. y J. A. Cocilovo

2000. Structure of the prehistoric population of San Pedro de Atacama. *Current Anthropology* 41: 125-131.

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.

2009. Microevolución en San Pedro de Atacama (Norte de Chile): El cementerio de Quitor. *Latin American Antiquity* 20(2): 333-342.

2011. Divergencia fenotípica en los Oasis de San Pedro de Atacama, Norte de Chile. *Estudios Atacameños* 4: 101-112.

Varela, H. H., J. A. Cocilovo, M. L. Fuchs y T. G. O'Brien

2014. Coastal, Valley, and Oasis Interaction: Impact on the Evolution of Ancient Populations in the South Central Andes, *American Journal of Physical Anthropology* 155(4): 591-599.

Varela, H. H., J. A. Cocilovo y T. G. O'Brien

2013. Valley to Valley: The Biological Connection between Prehispanic Residents of Cochabamba, Bolivia, and Azapa, Chile. *Advances in Anthropology* 3(4): 210-215.

Varela, H. H., J. A. Cocilovo, S. Quevedo y M. A. Costa-Junqueira

2004b. La estructura de la población de pescadores del período Arcaico Tardío y Formativo de Arica. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 53: 149-160.

Varela, H. H., J. A. Cocilovo, C. Santoro y F. Rothhammer

2006. Microevolution of human archaic groups of Arica, Northern Chile, and its genetic contribution to populations from the Formative Period. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 185-193.

Varela, H. H., T. G. O'Brien y J. A. Cocilovo

2008. The genetic divergence of prehistoric populations of the South-Central Andes as established by means of craniometric traits. *American Journal of Physical Anthropology* 137(3): 274-282.

Varela, H. H., C. A. Paschetta y J. A. Cocilovo

2004a. Las relaciones biológicas entre subáreas del N.O. Argentino establecidas en base al análisis de caracteres métricos. *Relaciones* 29: 317-330.

Varela, H. H., J. A. Cocilovo, I. E. Baffi y S. G. Valdano

1999. La población antigua de la Quebrada de Humahuaca y sus relaciones biológicas con áreas aledañas, *Revista Española de Antropología Biológica* 20: 7-24.

Wilder, H. H.

1920. *Laboratory Manual of Anthropometry*. P. Blakiston's, Philadelphia, EE.UU.

