

EL PROCESO MICROEVOLUTIVO DE LA POBLACIÓN NATIVA ANTIGUA DE ARICA

José A. Cocilovo*, Héctor H. Varela*, Oscar Espouey** y Vivien G. Standen***

*Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, 5800 Río Cuarto, Argentina. E mail: jcocilovo@exa.unrc.edu.ar.

**Museo Nacional de Historia Natural, Antonio Varas 60 Departamento 210, Providencia, Santiago, Chile. E mail: squenado@reuna.cl.

***Departamento de Arqueología y Museología, Universidad de Tarapacá, Casilla 6-D, Arica, Chile. Recibido: enero 1999. Aceptado: diciembre 2000.

Se estudia la afinidad biológica entre grupos prehistóricos de la costa y del valle de Azapa (Norte de Chile). La muestra está constituida por 245 cráneos pertenecientes a diferentes períodos (Arcaico Tardío, Intermedio Temprano, Medio, Intermedio Tardío y Tardío) del desarrollo de la población. Empleando caracteres continuos y aplicando diferentes técnicas de análisis multivariado (distancias biológicas, análisis discriminante canónico y técnicas de agrupamientos) se evaluaron las relaciones biológicas entre muestras de las fases Chinchorro, Alto Ramírez, El Laucho, Tiwanaku, Maytas, Cabuza, Gentilar, San Miguel e Inca. Los resultados muestran una evidente diferenciación entre los grupos que vivían en la costa y en el valle. En las fases finales se observa una mayor integración entre ambas áreas, aunque la diferencia entre ellas permanece. Se interpreta la historia del poblamiento nativo de Arica como el resultado de por lo menos dos eventos colonizadores principales: uno vinculado con el establecimiento de grupos pescadores costeros y otro con el afincamiento y desarrollo de grupos pastores y agricultores que alcanzan un indudable predominio hasta épocas tardías. Ambos grupos tienen un origen genético común en una población arcaica ancestral y se diferenciaron gradualmente en ambientes diferentes por la acción de factores evolutivos (sistemáticos y aleatorios) y culturales, los cuales continuaron operando en el nuevo escenario.

Palabras claves: Microevolución, distancias biológicas.

This paper studies the biological affinities between prehistoric peoples living along the coast and those settled in the Azapa Valley in northern Chile. The sample consisted of 245 skulls belonging to peoples of different archaeological periods (Late Archaic, Early Intermediate, Intermediate, Late Intermediate and Late). Applying different techniques of multivariate statistical analysis (biological distance, discriminant canonic analyses and cluster techniques) the biological relationship between Chinchorro, Alto Ramirez, El Laucho, Tiwanaku, Maytas, Cabuza, Gentilar, San Miguel and Inca were evaluated. The results show obvious differences between groups living on the coast and those living in the valley. The history of the settlement of Arica is interpreted as the result of two main settlement events, one linked with the establishment of coastal fishermen and the other with the development of agro-pastoralism, the latter becoming predominant in the later periods. Both groups have a common genetic origin in an ancestral archaic population and they gradually begin to differentiate in distinct environments due to evolutionary factors (systematic and aleatory).

Key words: Microevolution, biological distances.

En la década de 1960, en San Pedro de Atacama fue realizado un primer intento de análisis de la variación cronológica humana en el Norte de Chile ([Munizaga 1964](#)). Posteriormente, se logró una periodificación, válida para el valle de Azapa, desde el VI milenio A.C. hasta el 1450 de nuestra era, comprobada mediante el empleo de distancias biológicas. Los principales resultados indicaron un proceso de diferenciación gradual de las características morfológicas y una alta correlación con las distancias cronológicas entre cada par de muestras ([Rothhammer et al. 1982](#); [Rothhammer et al. 1984](#)). A partir de 1990 se realiza una revisión de los trabajos anteriores. Se logró la estimación de una nueva matriz de distancias D2 y se ajustaron las cronologías de las muestras logrando una estimación más confiable de ciertos parámetros asociados con la evolución del parentesco entre generaciones ([Cocilovo y Rothhammer 1996a](#); [Cocilovo y Varela 1998](#); [Cocilovo y Rothhammer 1996b](#); Cocilovo y Rothhammer ep). Nuevas experiencias similares se realizaron para Pisagua y San Pedro de Atacama ([Cocilovo 1995](#); [Varela 1997](#); [Varela y Cocilovo 2000](#)) a partir de las cuales se postularon dos nuevas secuencias biocronológicas para el Norte de Chile.

La influencia de otras áreas en el desarrollo de la población local fue inferida teniendo en cuenta además de la evidencia arqueológica, el estudio de distancias biológicas entre varias muestras del área centro sur andina proponiéndose la acción de movimientos poblacionales altiplánicos y transaltiplánicos ([Rothhammer 1987, 1989 y 1994](#); [Rothhammer et al. 1983](#); [Rothhammer et al. 1986](#); [Rothhammer y Silva 1992](#); [Rivera y Rothhammer 1986](#); [Rothhammer et al. 1989](#); [Cocilovo y Rothhammer 1990](#)). En esta región, las expectativas generadas a partir de los antecedentes arqueológicos y etnohistóricos actualmente disponibles, se refieren a la existencia de grupos pescadores derivados de ancestros costeros y genéticamente diferentes de otros grupos asentados en el Valle de Azapa basados en una economía predominantemente agrícola. Este modelo no descarta la lógica interacción y el intercambio de productos, y admite como consecuencia la completa integración política y económica en algún momento del proceso histórico.

De acuerdo con los antecedentes arqueológicos y biológicos disponibles el modelo teórico supone en el área Centro-Sur Andina, la existencia de una población arcaica que experimenta cambios en el tiempo por la acción de factores microevolutivos (migración, selección y deriva) adquiriendo una estructura genética particular. Dicha estructura está representada por un conjunto de unidades poblacionales distribuidas en una amplia región dentro de las cuales se producen cambios de generación en generación por la acción de los mismos factores y de las particulares pautas de reproducción. Dichas unidades se diferencian en el tiempo, perduran o se extinguen en función de la capacidad para obtener recursos, de su potencial reproductivo y de su interacción con otros grupos ([Cocilovo et al. ms](#)).

Con la finalidad de obtener una visión más precisa del proceso microevolutivo operado en el Valle de Azapa y en la Costa se realizó un trabajo para el cumplimiento de los siguientes objetivos: a) caracterización de la población antigua por áreas y por periodos, b) establecimiento de una secuencia biocronológica para cada área, y c) evaluación de las diferencias entre áreas y entre periodos.

Material y Métodos

El relevamiento de los datos fue realizado en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago y en el Museo de Arqueología San Miguel de Azapa. Se preparó un catálogo completo de los materiales disponibles en donde se anotaron para cada pieza varias características como la tumba, el sitio, el sexo, la edad, la deformación artificial, período, tradición, relevamiento métrico, etc. De esta colección se tomaron los individuos sin restos de tejidos que dificultaran la observación lográndose una muestra de 260 sujetos de ambos sexos, de diferentes edades postreproductivas y

distintos tipos deformativos, que fueron descritos por 50 mediciones. Las determinaciones de edad y sexo fueron realizadas por J.A. Cocilovo y V. Standen, las determinaciones de la deformación artificial y las mediciones fueron hechas por J.A. Cocilovo. La asignación a períodos y a fases culturales fue realizada por O. Espouey.

La asignación al período y a la tradición cultural se realizó considerando estrictamente la información arqueológica disponible. Las mediciones se realizaron siguiendo las normas de la Convención Internacional de Mónaco de 1906 (en [Comas 1966](#)), [Wilder \(1920\)](#) y [Bass \(1981\)](#). Las determinaciones de la edad y del sexo fueron realizadas siguiendo los criterios morfoscópicos tradicionales propuestos por [Keen \(1950\)](#), [Acsádi y Nemeskéri \(1970\)](#), [Molnar \(1971\)](#) y [Lovejoy \(1985\)](#). En muchos ejemplares la determinación de los citados factores se encuentra avalada por la información derivada del esqueleto postcraneal. El relevamiento de datos asociados con la deformación artificial se llevó a cabo de acuerdo con la clasificación de [Imbelloni \(1925\)](#) y [Dembo e Imbelloni \(s/f\)](#).

Se realizó un estudio preliminar para el análisis de la estructura muestral y para el control de calidad de la información obtenida. Se investigó la posible diferenciación por área (Costa y Valle), y por período, mediante un análisis de la varianza de una vía. El detalle de estos resultados se exponen en otro trabajo ([Cocilovo et al. ms](#)). La información así obtenida nos permitió seleccionar un conjunto de características métricas que presentaron variaciones significativas entre áreas y entre períodos. Se aplicó un diseño experimental con técnicas estadísticas de análisis multivariado para evaluar las diferencias espacio _temporales: análisis de la varianza múltiple, análisis discriminante canónico y cálculo de valores D2 de Mahalanobis ([Rao 1952](#); [Seber 1984](#)). Se definieron ocho grupos a ser comparados, designados con un código doble en el cual el primer dígito hace referencia al área (1: costa, 2: valle) y el segundo a período (1: arcaico tardío, 3: intermedio temprano, 4: agroalfarero medio, 5: intermedio tardío y 6: tardío).

Tabla 1. Muestras y períodos

Sitios	Período
Morro 1/1-6	Arcaico Tardío
Plm7, Az14, Az22, Az70, Az115	Intermedio Temprano
Az3, Az13, y Az103	Medio
ChII-5, Plm3, Plm4, Az8, Az71, Az75, Az79, Az105 y Llu12	Intermedio Tardío
Plm4, Az8, y Llu13	Tardío

Resultados y Discusión

En la [tabla 2](#) y en la [figura 1](#) se muestra la asociación entre las distribuciones particulares por área y período. La distribución de los materiales por área (costa/valle) se encuentra asociada con período y con el tipo de deformación artificial. Esta condición constituye una característica particular de la muestra empleada en esta experiencia. Los distintos períodos y prácticas culturales en el cráneo no se distribuyen en forma uniforme entre la costa y el valle. Estas diferencias son producidas porque en la costa predominan las formas circulares oblicuas y en el valle las tabulares. Un análisis más detallado de la distribución de los atributos sexo, edad, deformación y rasgos discretos se realiza en otro trabajo ([Cocilovo et al ms](#)).

Tabla 2
Distribución de los materiales por área y período

Período	Área		Total
	Costa (1)	Valle (2)	
Arcaico Tardío (1)	39	0	39
Intermedio Temprano (3)	47	38	85
Medio (4)	0	14	14
Intermedio Tardío (5)	35	50	85
Tardío (6)	12	10	22
TOTAL	133	112	45

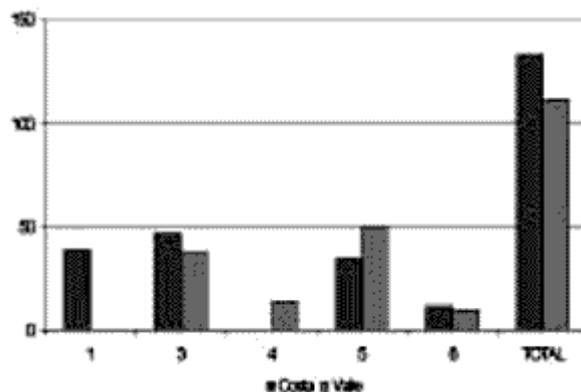


Figura 1. Proyecto Intermedio Tardío. Distribución de los materiales por área y por período. Los códigos en la [Tabla 2](#).

Desde el punto de vista univariado, la subdivisión de la muestra de acuerdo a la ubicación espacial y cronológica de las series permitió comprobar la existencia de diferencias morfométricas significativas en varias mediciones. Los individuos de la costa poseen cráneos más largos y altos, siendo la anchura similar, la base del triángulo facial es más larga, las caras y las narices son más bajas manteniéndose constante las respectivas anchuras, las órbitas son más pequeñas, el paladar y la región maxilo alveolar son de menores dimensiones. Estas diferencias de tamaño se ponen de manifiesto también por el mayor desarrollo de las cuatro curvas. Las diferencias asociadas con período se ubican principalmente en la longitud y la

anchura máximas y alturas de la bóveda, el diámetro frontal mínimo, la anchura fronto malar, la anchura bicigomática, los lados del triángulo facial, la altura de la nariz, la anchura de la órbita y las longitudes tanto del paladar como de la región maxilo alveolar ([Cocilovo et al. ms](#)).

En la [tabla 3](#) se exponen los resultados del análisis discriminante canónico y las dójimas de hipótesis asociadas con cada vector canónico, utilizando 18 variables métricas para describir ocho submuestras por área y por período que integran una serie de 245 observaciones. Estas variables fueron elegidas por el escaso efecto en su distribución presentado por la deformación artificial, y a la vez intentando lograr, a modo de solución de compromiso, una mínima pérdida de información compatible con una evaluación global aceptable de las diferencias. Cumplimos con advertir que la decisión final sobre una determinada dójima de hipótesis debe ser tomada teniendo en cuenta todos los factores de variación existentes.

Tabla 3
Valores y dójimas de hipótesis referidas
a las variables discriminantes canónicas

Variable canónica	Valores Propios	R	LWilks	X²	g.l.	Prob.
1	0,770	0,659	0,266	305,897	126	0,000
2	0,284	0,470	0,471	174,056	102	0,000
3	0,202	0,410	0,604	116,325	80	0,005
4	0,164	0,375	0,727	73,771	60	0,109

Se obtuvo un valor para el estadístico lambda de Wilks generalizado de 0,266 (F=2,580 con 126 y 1455 gl, p<0,000) indicando la existencia de diferencias significativas entre los vectores medios de todos los grupos. Prácticamente, con las cuatro primeras variables canónicas es posible describir y analizar la mayor proporción de variación biológica (90 %) contenida en la muestra. Precisamente uno de los objetivos de este tipo de análisis es lograr una reducción en el número de variables descriptivas reteniendo la mayor cantidad de variación posible.

En la [tabla 4](#) se exponen los coeficientes en cada variable canónica correspondientes a cada una de las características empleadas en la presente experiencia. Globalmente las mediciones que más contribuyen a la discriminación entre todos los grupos son la altura basilo bregmática, el diámetro frontal mínimo, diámetros nasio alveolar y alvéolo basilar, anchura y altura orbitarias, anchura y longitud del paladar. En las [figuras 2, 3 y 4](#) se presenta la distribución de los grupos en cada una de las tres primeras variables discriminantes canónicas.

Tabla 4
Valores de las variables discriminantes canónicas

Variables	Can I	Can II	Can III
Altura basilo bregmática	-0.406	-0.164	0.336
Diámetro frontal mínimo	-0.308	-0.250	-0.191
Anchura fronto malar	-0.021	-0.075	0.068
Anchura bicigomática	-0.116	-0.060	0.018
Anchura bimaxilar máxima	0.128	0.074	0.224
Diámetro nasio alveolar	-0.345	0.091	0.130
Diámetro alvéolo basilar	-0.198	0.229	0.404
Anchura nariz	-0.007	0.147	0.251
Altura pómulos	-0.213	-0.117	-0.140
Anchura biorbitaria	-0.024	-0.069	0.188
Anchura de la órbita	0.013	-0.418	0.296
Altura de la órbita	0.236	-0.324	0.499
Anchura maxilo alveolar	0.118	-0.175	-0.117
Longitud del paladar	0.036	0.036	0.446
Anchura del paladar	0.474	0.085	-0.120
Altura órbita alveolar	-0.117	-0.175	0.170
Longitud foramen magnun	-0.048	-0.158	0.072
Anchura foramen magnun	-0.116	-0.047	0.065

En la [figura 2](#) se observa una clara tendencia decreciente en los valores de la primera variable canónica en sentido espacio-temporal, desde el Arcaico en la costa hasta el Tardío en el valle, posiblemente asociada con una disminución del tamaño en distintas regiones del cráneo, particularmente en los valores de aquellas variables métricas más importantes en su definición ([Tabla 4](#)). La distribución de los grupos de acuerdo con la segunda variable canónica ([Figura 3](#)) muestra un modelo semejante en la costa (a la izquierda de la figura) y más estable en el valle con escasa discriminación. La variación representada en la tercera función canónica es mucho más aleatoria, mostrando un modelo fluctuante en la costa y más estable en el valle ([Figura 4](#)).

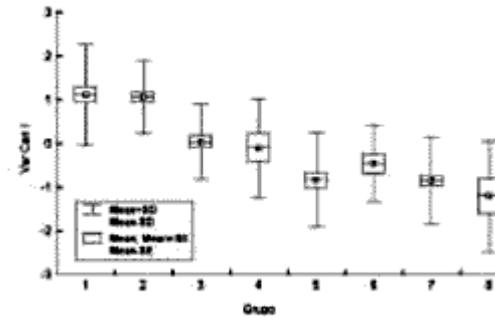


Figura 2. Distribución de los grupos por la primera variable discriminante I: 11, 2: 13, 3: 15, 4: 16, 5: 23, 6: 24, 7: 25, 8: 26.

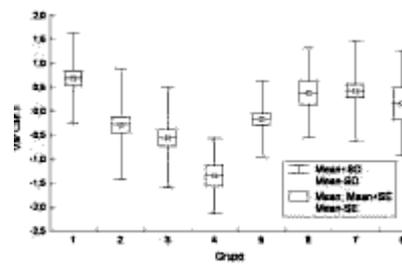


Figura 3. Distribución de los grupos por la segunda variable discriminante. Códigos de grupo en la [Figura 2](#).

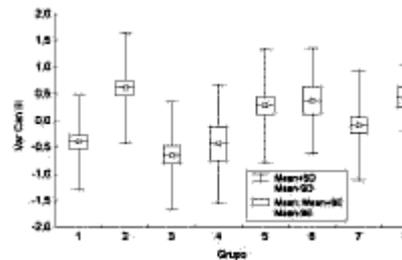


Figura 4. Distribución de los grupos por la tercera variable discriminante. Códigos de grupo en la [Figura 2](#).

Los valores consignados en la [tabla 5](#) permiten comprender mejor la naturaleza de la variación biométrica estadísticamente significativa comprobada por el lambda de Wilks generalizado. En efecto, por medio de este estadístico se infiere la existencia de diferencias entre todos los grupos considerados, y mediante el cálculo de la D2 entre pares de grupos, es posible comprender cuáles son los responsables de dicha variación. No se observan diferencias significativas en la costa entre el Intermedio Tardío (15) y el Tardío (16), mientras que en el valle sólo se obtuvo significación para la distancia entre el Intermedio Temprano (23) y el Intermedio Tardío (25). La mayoría de las distancias entre las submuestras de la costa y las del valle son estadísticamente significativas, excepto entre el Tardío de la costa (16) y el Medio del valle (24). Los grupos que más cooperan en producir diferencias son los del Arcaico Tardío e Intermedio Temprano de la costa y los del Intermedio Tardío en el valle. En la costa las diferencias entre los distintos períodos son mayores que en el valle.

Tabla 5. Valores D2 entre grupos

Grupos	11	13	15	16	23	24	25	26
11	0,00	2,28	3,07	6,34	5,53	4,72	4,72	8,57
P=		0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
13		0,00	2,90	4,03	4,83	4,14	4,88	7,58
P=			0,000	0,022	0,000	0,005	0,000	0,000
15			0,00	1,23	2,64	3,34	2,41	5,13
P=				0,943	0,002	0,057	0,001	0,018
16				0,00	4,01	4,86	4,29	6,59
P=					0,032	0,093	0,012	0,044
23					0,00	2,94	1,88	3,80
P=						0,108	0,009	0,125
24						0,00	1,77	4,15
P=							0,535	0,316
25							0,00	2,96
P=								0,298

Considerando los valores puros D2 y observando el dendrograma de la [figura 5](#) es evidente la asociación de las submuestras por área geográfica y por período. Se destacan dos grandes grupos: ((11, 13) y (15, 16)) y ((23,24, 25) y (26)). La variación cronológica de las distancias es más clara en la costa que en el valle en donde la fluctuación es más aleatoria. Estos resultados repiten el patrón mostrado en los [gráficos 2, 3 y 4](#).

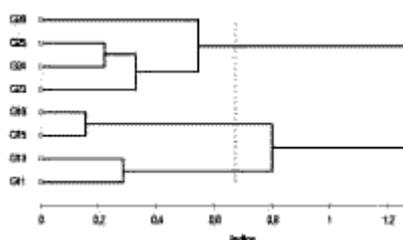


Figura 5. Análisis de agrupamiento y dendrograma mostrando las relaciones entre los grupos. Códigos como se indica en la Tabla 9.

Valores D2 en la fila superior y en la inferior valores de probabilidad correspondientes a la décima de la diferencia entre pares de vectores medios.
 Costa: 11 arcaico tardío, 13 intermedio temprano, 15 intermedio tardío, 16 tardío;
 Valle: 23 intermedio temprano, 24 medio, 25 intermedio tardío, 26 tardío

Con la información obtenida del análisis estadístico multivariado es posible confirmar la estructuración de la población antigua de Arica desde el punto de vista temporal y espacial por la influencia de factores microevolutivos y culturales. Los principales eventos experimentados por la población son representados en los gráficos de la [figura 6](#), en donde se observan las funciones de densidad de la primera coordenada canónica por período en la costa y en el valle, y pueden inferirse las relaciones fluctuantes entre ambas áreas. En el cuadro de la [figura 7](#) se propone una síntesis del desarrollo biocronológico en la cual se consignan las

distancias D2 más representativas entre períodos y entre costa y valle, acompañadas por uno o dos asteriscos para indicar su significación estadística.

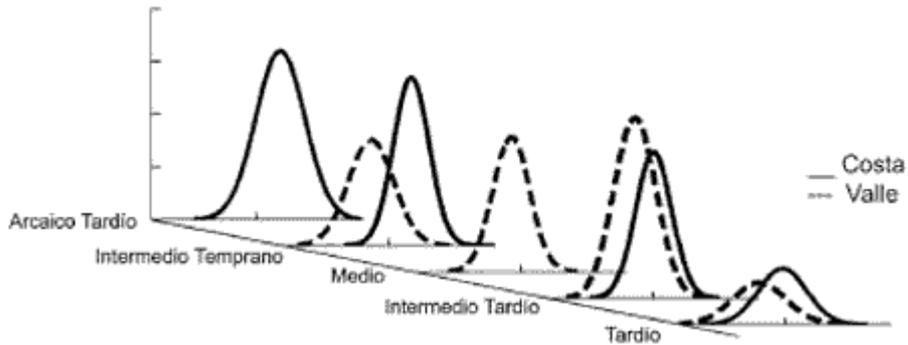


Figura 6. Evolución de la población según la primera coordenada canónica discriminante.

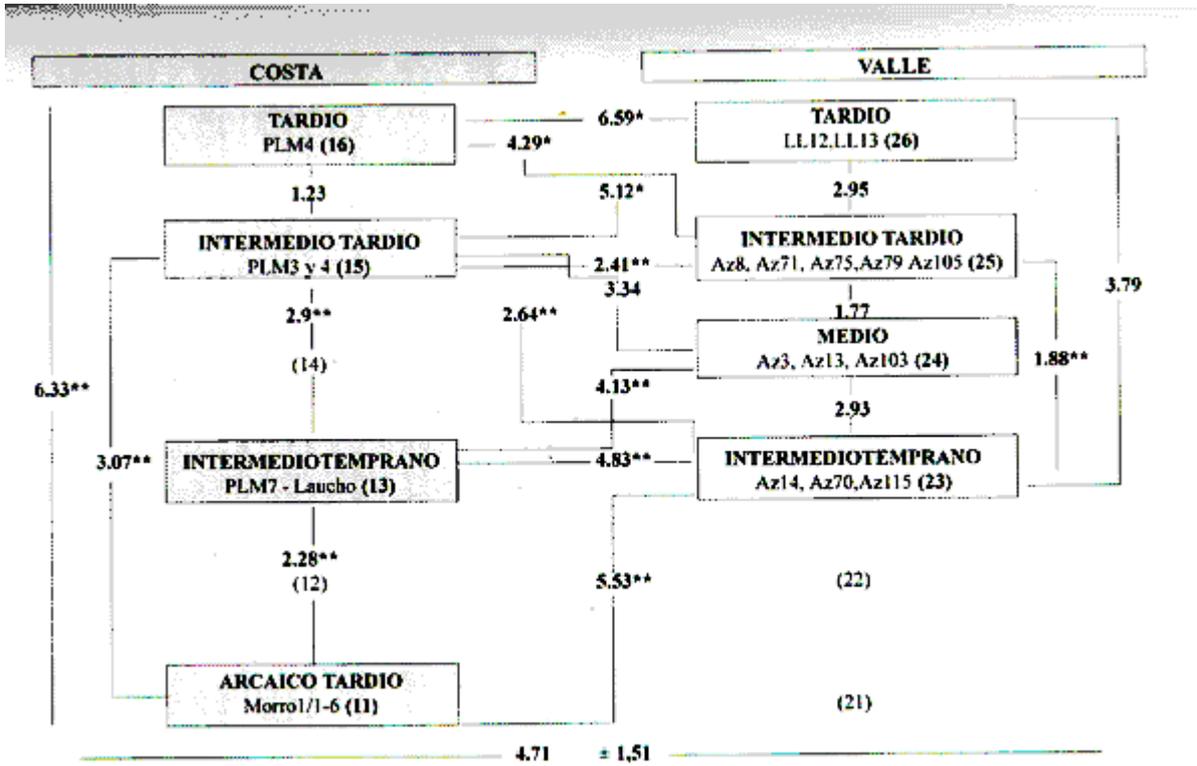


Figura 7. Desarrollo biocronológico de la costa de Arica y del Valle de Azapa. Se indican los principales valores D².

La diferenciación entre los individuos que vivían en la costa y en el valle está producida fundamentalmente por las características particulares de los grupos pescadores del Arcaico Tardío (Morro 1-1/6) e Intermedio Temprano (Plm7 El Laucho). Es en esta etapa cuando la población antigua de Arica aparece estructurada desde el punto de vista espacial por la colonización del valle por grupos pastores y agricultores. Dicha estructura se mantiene hasta el final del registro, aunque la magnitud de la segregación fluctuó en el tiempo. La imagen que se obtiene al observar las funciones de distribución de los valores discriminantes en las fases finales es la de una situación de integración parcial entre los grupos de ambas áreas ([Figura 6](#)). Las diferencias comprobadas sorprenden porque los cementerios se encuentran en un radio no mayor a 50 km, razón por la cual es necesario pensar en la influencia de otros factores (ambientales y culturales) no considerados en nuestro diseño experimental.

Los resultados obtenidos hasta el momento representan un considerable avance con respecto a los logrados en experiencias anteriores. La muestra actualmente disponible duplica en número a la disponible en la década de 1980, la información lograda es más precisa porque actuó un solo observador en cada caso y las asignaciones culturales y cronológicas son más confiables por el progreso arqueológico experimentado en los últimos años y por el control más riguroso de las asociaciones. Por ejemplo, en 1982 el intervalo de los valores D2 calculados con nueve variables era de 2,93 a 32,2 para muestras masculinas de períodos semejantes a los de este trabajo ([Rothhammer et al. 1982](#)) y aún con el ajuste realizado en 1996 dicho intervalo fue de 2,3 a 28,7 para la muestra total ([Cocilovo y Rothhammer 1996a y b](#)), mientras que hoy dichos valores están comprendidos entre 1,23 y 8,57 con 18 variables. Además, se había comprobado que las distancias entre Alto Ramírez (Az70 y Az 71) y El Laucho (Plm7), y entre aquél y Playa Miller 4 (Plm4) no eran estadísticamente significativas ([Rothhammer et al. 1982](#); [Cocilovo y Varela 1998](#)). Si observamos la tabla 5 y la figura 7 veremos que esta información no puede ser corroborada. Las pruebas desarrolladas de estadística multivariada señalan que: 1) existen diferencias métricas significativas entre la costa y el valle en todos los períodos, y 2) las diferencias entre períodos de la costa son mayores que entre los grupos del valle.

Estos hechos pueden ser explicados pensando en: 1) la existencia de una población arcaica temprana en el área centro-sur andina, 2) su estructuración espacial y temporal durante diez milenios y 3) la acción de factores evolutivos tales como deriva, migración y otras fuerzas sistemáticas como la selección. En este proceso deben considerarse los siguientes mecanismos coadyuvantes: un efecto fundador, el tamaño efectivo por generación, y la posible existencia de particulares pautas de apareamiento dentro de fases y dentro de áreas. Ciertas tendencias lineales en algunas medidas en el tiempo inducen a pensar en la existencia de variaciones en la aptitud relativa de distintos fenotipos, algunos de los cuales adquieren mayor frecuencia a partir del período agroalfarero como una consecuencia del cambio global en la forma de vida. Esta idea, surgida del análisis de rasgos maxilofaciales fue primeramente sugerida en el trabajo de [Rosales de Diego \(1984\)](#) y posteriormente en el de [Cocilovo y Rothhammer \(1999\)](#). Sin embargo, todavía falta su comprobación definitiva mediante la aplicación de modelos específicos de experimentación. Debemos advertir también que falta evaluar el componente ambiental de los caracteres cuantitativos del cráneo lo cual una vez realizado puede modificar algunos de los resultados presentados en este trabajo.

Referencias Citadas

- Acsadi, G. y J. Nemeskeri
1970 *History of Human Life Span and Mortality*. Akadémiai Kiado. Budapest.
- Bass, W.M
1981 *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual of the Human Skeleton*.
Miss. Archaeol. Soc., Columbia, Missouri.
- Cocilovo, J.A.
1995 Biología de la Población Prehistórica de Pisagua. Continuidad y Cambio Biocultural en el Norte de Chile, Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Cocilovo, J.A., y F. Rothhammer
1990 Paleopopulation Biology of the Southern Andes: Craniofacial Chronological and Geographical Differentiation. *Homo* 41(1):16-31.
_____1996a Methodological Approaches for the Solution of Ethnohistorical Problems: Bioassay of Kinship in Prehistoric Populations of Arica, Chile. *Homo* 47 (1/2):177-190. [[Links](#)]
_____1996b El Valle de Azapa en el Norte de Chile. Análisis de un Modelo Biocronológico para Establecer la Estructura de la Población. Actas Primer Congreso de Antropología Biológica, ABRA, La Plata, Buenos Aires. [[Links](#)]
_____1999 Microevolución Morfológica y Extinción del Parentesco en Asentamientos Humanos Prehistóricos del Valle de Azapa, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 72: 213-218. [[Links](#)]
- Cocilovo, J.A., y H.H. Varela
1998 Variación Morfométrica, Estructura Canónica y Bioensayos de Parentesco en Poblaciones Prehistóricas del Norte de Chile, *Chungara*. 30 (1):75-85.
- Cocilovo, J.A., H.H. Varela, S.G. Valdano, y V. Standen
(ms) El proceso de Microdiferenciación en el Periodo Agroalfarero en la Costa de Arica y en el Valle de Azapa.
- Comas, J.
1966 *Manual de Antropología Física*. Universidad Autónoma de México, México.
- Dembo, A. y J. Imbelloni
(s/f) Deformaciones Intencionales del Cuerpo Humano de Carácter Étnico. *Humanior Secc. A*, 3, Buenos Aires.
- Imbelloni, J.
1925 Deformaciones Intencionales del Cráneo en Sudamérica; Polígonos Craneanos Aberrantes. *Revista del Museo de La Plata* 28:329-407.
- Keen, J.A.
1950 A Study of the Differences Between Male and Female Skulls. *Am. J. Phys. Anthropol.* 8:65-79.
- Lovejoy, C.O.
1985 Dental Wear in the Libben Population: its Functional Pattern and Role in the Determination of Adult Skeletal Age and Death. *Am. J. Phys. Anthropol.* 68:47-56.
- Molnar, S.
1971 Human Tooth Wear, Tooth Function and Cultural Variability. *Am. J. Phys. Anthropol.* 34:175-189.

Munizaga, J.R.

1964 Comparación de Poblaciones Precolombinas del Norte de Chile (Empleo de Rasgos Morfológicos de Variación Discontinua). *Antropología* 2:87-95.

Rao, C.R.

1952 *Advanced Statistical Methods in Biometric Research*. J. Willey, New York.

Rivera, M.A., y F. Rothhammer

1986 Evaluación Biológica y Cultural de Poblaciones Chinchorro: Nuevos Elementos para la Hipótesis de Contactos Transaltiplánicos Cuenca Amazonas-Costa Pacífico. *Chungara* 16-17:115-118.

Rosales de Diego, M.P.

1984 Microevolución del Sistema Maxilodentario en Poblaciones Precolombinas del Litoral de Arica, Trabajo para optar al Título de Cirujano-Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago.

Rothhammer, F.

1987 Biological Population History of Continental Chile. En *Rassengeschichte der Menschheit 12 Lieferung America II*, editado por Schwidetzky, pp. 219-280. Munchen.

_____1989 Peopling of Andean South America. *Am. J. Phys. Anthropol.* 78(3):403-410
[[Links](#)]

_____1994 Microevolution in Prehistoric Andean Populations. Geographic Craniometric Differentiation. *Homo* 45(1):1-7. [[Links](#)]

Rothhammer, F., J.A. Cocilovo, E. Llop, y S. Quevedo

1989 Orígenes y Microevolución de la Población Chilena. En *Culturas de Chile. Prehistoria*, editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano, pp. 403-413. Andrés Bello, Santiago.

Rothhammer, F., J.A. Cocilovo, S. Quevedo, y E. Llop

1982 Microevolution in Prehistoric Andean Populations: I Chronologic Craniometric Variation. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 58:391-396.

_____1983 Afinidad Biológica de las Poblaciones Prehistóricas del Litoral Ariqueño con Grupos Poblacionales Costeros Peruanos y Altiplánicos. *Chungara* 11:161-165.
[[Links](#)]

Rothhammer, F., S. Quevedo, J.A. Cocilovo, y E. Llop

1984 Microevolution in Prehistoric Andean Population: Chronologic Nonmetrical Cranial Variation in Northern Chile. *Am. J. Phys. Anthropol.* 65:157-162.

Rothhammer, F., y C. Silva

1992 Gene Geography of South America: Testing Models of Population Displacement Based on Archeological Evidence. *Am. J. Phys. Anthropol.* 89: 441-446.

Rothhammer, F., C. Silva, J.A. Cocilovo, y S. Quevedo

1986 Una Hipótesis Provisional sobre el Poblamiento de Chile Basada en el Análisis Multivariado de Medidas Craneométricas. *Chungara* 16-17:115-118.

Seber, G.A.F.

1984 *Multivariate Observations*. J. Wiley and Sons, New York.

Varela, H.H.

1997 La Población Prehistórica de San Pedro de Atacama. Composición, Estructura y Relaciones Biológicas, Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC, Córdoba.

Varela, H.H. y J.A. Cocilovo
2000 Structure of the Prehistoric Population of San Pedro de Atacama. *Current Anthropology* 41 (1):125-132.

Wilder, H.H.
1920 *Laboratory Manual of Anthropometry*. P. Blakiston's, Philadelphia, USA.