

## MEZCLA GENICA Y LINAJES UNIPARENTALES EN COMODORO RIVADAVIA (PROVINCIA DE CHUBUT, ARGENTINA)

Sergio A. Avena,<sup>1,2,4</sup> María L. Parolin,<sup>1,2</sup> Cristina B. Dejean,<sup>1,2</sup> María C. Ríos Part,<sup>3</sup> Gabriela Fabrikant,<sup>1,2</sup> Alicia S. Goicoechea,<sup>1,4</sup> Jean M. Dugoujon<sup>5</sup> y Francisco R. Carnese<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Sección Antropología Biológica. ICA. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Argentina

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Naturales y Antropología. CEBBAD. Universidad Maimónides. Argentina

<sup>3</sup>Banco de Sangre del Hospital Regional. Ciudad de Comodoro Rivadavia. Argentina

<sup>4</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

<sup>5</sup>Centre d'Anthropologie. UMR 8555. Toulouse. Francia

**PALABRAS CLAVE** análisis genético; sistemas proteicos; ADN mitocondrial; cromosoma Y; Región Patagónica

**RESUMEN** En este trabajo se estimó la composición genética de una muestra poblacional de Comodoro Rivadavia (CR) y se compararon estos datos con los obtenidos con anterioridad en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y en la ciudad de Bahía Blanca (BB). Se estudiaron 72 individuos no emparentados. Fueron analizados 5 sistemas eritrocitarios, alotipos GM, haplogrupos mitocondriales amerindios y africanos y el locus DYS199 del cromosoma Y. Se realizó una encuesta con la finalidad de obtener información sobre lugar de nacimiento, residencia actual y datos genealógicos de los donantes. Las frecuencias génicas se calcularon aplicando métodos de máxima verosimilitud y para los haplogrupos mitocondriales y el locus DYS199 se

empleó el conteo directo. La mezcla génica se estimó mediante el Programa ADMIX. Los marcadores proteicos arrojaron 37% de componente indígena y 4% de africano. Se observó un 70% de linajes mitocondriales amerindios, no registrándose aporte subsahariano. Un 6% de los varones analizados posee la variante aborigen DYS199\*T. Esa diferencia en la contribución genética sexo-específica revelaría un aporte asimétrico por género en la historia de esta población. Tanto los marcadores uniparentales como los biparentales mostraron mayores valores de aporte amerindio en CR respecto a AMBA y BB y se constataron similares valores del componente africano. *Rev Arg Antrop Biol* 11(1):25-41, 2009.

**KEY WORDS** genetic analysis; protein markers; mitochondrial DNA; Y chromosome; Patagonian Region

**ABSTRACT** The aim of this article is to estimate the genetic composition of the population of Comodoro Rivadavia (CR) and to compare the data with those obtained previously in the Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) and Bahía Blanca (BB). The study was performed on 72 unrelated donors. Five erythrocyte genetic markers, Gm allotypes, mtDNA and Y chromosome DYS199 locus were analysed. An inquiry was performed to obtain information about the place of birth, present residence and genealogical data. The gene frequencies were calculated using a method of maximum likelihood and for mitochondrial haplogroups and DYS199 locus direct count was used. The gene admixture was estimated through the ADMIX programme. The protein genetic markers showed 37% and 4% of indigenous and African components, respectively. Seventy percent of the mitochondrial lineages were of Amerindian origin, however, we did not find any of subsaharian origin. Six percent

of the males analysed had the aboriginal variant DYS199\*T. These differences in the sex-specific contribution seem to reveal an asymmetric contribution by gender in the history of this population. Both the uniparental and biparental markers showed higher values of Amerindian contribution in CR with respect to those of AMBA and BB, but values of the African component were similar. *Rev Arg Antrop Biol* 11(1):25-41, 2009.

Financiamiento: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires.

\*Correspondencia a: Francisco R. Carnese. Sección Antropología Biológica. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Puán 480. Piso 4, Of. 407. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. E-mail: antbiol@gmail.com

Recibido 5 Mayo 2009; aceptado 25 Junio 2009

En el presente artículo nos proponemos estudiar una muestra poblacional de la ciudad de Comodoro Rivadavia (CR). Este trabajo se enmarca en un proyecto general comenzado en el año 1996 cuyo objetivo es realizar un análisis antropogenético de las poblaciones cosmopolitas de distintas ciudades de nuestro país, de manera de dar cuenta de las probables particularidades y diferencias regionales. Con este enfoque se combina el uso de marcadores genéticos uni y biparentales, con la información histórica y demográfica disponible. Con anterioridad hemos estudiado dos centros urbanos: el Area Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y la ciudad de Bahía Blanca (BB), determinándose 8 sistemas grupales sanguíneos y las inmunoglobulinas Gm y Km (Avena et al., 2001; 2006; 2007), en el caso de BB se analizaron, además, 19 polimorfismos Alu (Resano et al., 2007). En estos trabajos se constató que la participación del componente aborigen fue del 15% en el caso del AMBA y del 19% en BB, mientras que el componente subsahariano fue similar en ambas urbes, con valores en torno al 4%. En la ciudad de La Plata, Martínez Marignac et al. (2004) observaron un mayor aporte indígena (26%) y africano (6,5%). Estos valores concuerdan con los que habían sido estimados previamente en esa ciudad por López Camelo et al. (1996) con el estudio de siete sistemas proteicos. En el noroeste de nuestro país, en cambio, han sido detectados valores superiores de contribución autóctona (40%) y africana (10%), utilizando marcadores de HLA en muestras de Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero, Catamarca y La Rioja (Alfaro et al., 2005). Seldin et al. (2007), a partir del estudio de 78 SNPs, calcularon en 19%

el componente aborigen y en 2% el subsahariano para todo el país. Sin embargo, el reducido tamaño de la muestra (94 individuos) no resulta adecuado para dar cuenta de las diversidades regionales.

Con respecto al ADN mitocondrial, el 43,6% de los haplogrupos analizados en el AMBA correspondieron a linajes amerindios (Dejean et al., 2003), siendo ese valor del 46,7% en BB (Avena et al., 2007) y 45,6% en la ciudad de La Plata (Martínez Marignac et al., 1999).

La transición del locus DYS199 del cromosoma Y alcanza una frecuencia del 75 al 90% en aborígenes del Cono Sur y se encuentra ausente en europeos y africanos (Bianchi et al., 1997). Sólo un 2,2% de los dadores masculinos del AMBA y un 3,8% de los de BB eran portadores de esta variante alélica autóctona.

La mayor presencia del linaje uniparental amerindio por vía materna, respecto de la paterna, resulta concordante con un modelo donde se dé principalmente el cruzamiento de mujer nativa con varón de otro origen, lo cual ha sido ampliamente observado en nuestro país. En ese sentido es interesante mencionar los trabajos de Dipierri et al. (1998) en dos localidades a distinta altitud de la Quebrada de Humahuaca, Martínez Marignac et al. (1999; 2004) en La Plata, Corach et al. (2005) y Marino et al. (2007) en muestras de diez provincias argentinas, García y Demarchi (2006) sobre dos poblaciones criollas cordobesas y Ramallo et al. (2007) en un aislado rural de Catamarca. Este proceso también fue detectado en otros países de Sudamérica, como Uruguay (Sans et al., 2002), Brasil (Bortolini et al., 1999; Marrero et al., 2007), Chile (Rocco et al., 2002) y Colombia (Bedoya et al.,

2006). Recientemente, Wang et al. (2008) han analizado los patrones geográficos de miscegenación en “mestizos” de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala y México, corroborando que el proceso de cruzamiento diferencial por género fue la regla en Iberoamérica.

Si bien es posible observar regularidades, como la ya descrita, también hay particularidades regionales que son especialmente importantes en países de gran extensión y diversidad histórica como Argentina. Por esa razón, nuestro objetivo es obtener un cuadro actualizado sobre la constitución genética de diversas regiones del país, dando cuenta de las particularidades de cada zona. Dentro de este marco, nos proponemos: 1) analizar la composición genética de la población de Comodoro Rivadavia a partir del estudio de marcadores proteicos (grupos sanguíneos e inmunoglobulinas) y de marcadores uniparentales (ADN mitocondrial y Cromosoma Y) y 2) comparar estos resultados respecto a los producidos previamente en el Area Metropolitana de Buenos Aires y Bahía Blanca.

### LA POBLACION ESTUDIADA

Para este trabajo hemos elegido a la ciudad costera patagónica de Comodoro Rivadavia, la más importante al sur del Río Negro. Esta se ubica a 1840 km. de Buenos Aires, sobre el Océano Atlántico (Figura 1).

En el año 1897 Francisco Pietrobelli fundó la Colonia Ideal (hoy Sarmiento), en la costa del lago Musters. Su producción agropecuaria debía enviarse al distante puerto de Camarones, situado a 366 kilómetros y la cosecha frecuentemente se per-

día (Ferro, 1978). Pietrobelli propuso una salida marítima más directa hacia el Golfo de San Jorge y con el apoyo del Gobierno Nacional, inició en 1901 las primeras instalaciones portuarias de Comodoro Rivadavia (CR) en la Punta Borja (Cananor, 1993). En el Censo Nacional de 1895 no existen datos oficiales sobre la cantidad de población autóctona, pues la categoría de indio no figuraba en las planillas censales. En Chubut, el Gobernador Eugenio Tello afirmó que los indígenas habían sido censados como “argentinos” y residían en su totalidad en el oeste, descartando su existencia en la costa (Novella, 2005). Aunque esta afirmación resulta exagerada, puede acordarse en que en el litoral chubutense los habitantes originarios eran muy escasos. Pronto comenzaron a arribar inmigrantes europeos a CR. En 1902 se concedieron 60 leguas a un contingente boer, de origen principalmente holandés, que huían de la guerra con los británicos en Sudáfrica (Dumrauf, 1992). En 1903 y en 1905 llegaron grupos más numerosos de estos colonos (Cananor, 1993). Ante el aumento de la población, pronto se hizo acuciante la necesidad de solucionar el problema de la falta de agua. El gobierno nacional decidió responder al reclamo enviando un equipo de la Dirección General de Minas, que el 13 de diciembre de 1907 descubrió petróleo. Muchos autores, por ejemplo Ferro (1978), afirman que esto fue producto de la casualidad, pues en realidad se estaba buscando agua. Actualmente asistimos a un creciente cuestionamiento a esta idea. Ciselli y Duplatt (2006) señalan que desde un punto de vista histórico, este relato no es aceptado por varias causas, entre ellas, que en 1895 el Perito Moreno ya había manifestado la



Fig. 1. Ubicación Geográfica de Comodoro Rivadavia (CR), Bahía Blanca (BB) y Area Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

probable existencia de petróleo en la zona y la rapidez con que el Gobierno Nacional creó una reserva fiscal de 200.000 ha. alrededor del primer pozo productor.

A partir de ese momento no puede separarse la historia de la ciudad de la industria petrolera. Durante los años iniciales no existían en el reducido mercado laboral local ni técnicos especializados ni fuerza de

trabajo suficiente, lo que originó la llegada de muchos inmigrantes (Torres, 2006). En 1917 sólo el 3,3% de los 1401 trabajadores de los yacimientos eran argentinos, superados ampliamente por españoles (23%), portugueses (13%) y rusos (13%) (Solberg, 1982).

Dadas las frecuentes huelgas (en protesta por las larguísimas jornadas de traba-

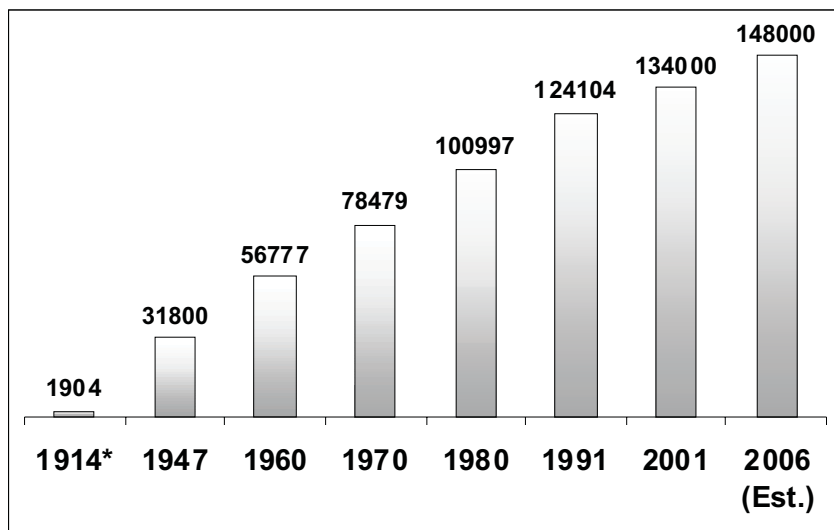
jo, sin ropa, vivienda ni atención médica adecuada) se inició en 1917 una política de “argentinización”, que consistió en el reemplazo de los obreros europeos altamente sindicalizados por trabajadores provenientes del noroeste (particularmente de La Rioja y Catamarca) sin pasado gremial ni experiencia en la industria petrolera (Ciselli y Duplatt, 2006). Este proceso se acentuó desde 1922 con el nombramiento del Coronel Mosconi como primer Interventor de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF, primera empresa petrolera estatal del mundo). Por esa razón los argentinos pasaron a ser el 43% de los obreros en 1929. Con el gobierno militar del Gral. Justo se endureció todavía más la política represiva hacia los movimientos sindicales, efectuándose numerosas deportaciones (Marques y Palma Godoy, 1993).

Hacia el fin de la segunda guerra mundial se hizo notorio el retiro de muchos de los inmigrantes europeos, mientras que aumentaba la afluencia de pobladores chilenos. Los picos de arribos corresponden a dos períodos de expansión económica de la ciudad. El primero marcado por la instalación de la gobernación militar (1944-1955) con capital en CR, donde se hizo necesario conseguir mano de obra para la construcción de los edificios públicos y el segundo con el llamado “boom petrolero” entre 1958 y 1963, que propició la llegada de empresas extranjeras que contrataban trabajadores chilenos ilegales a los que podían pagarles menores salarios (Baeza, 2006). Mientras que en 1920 en CR se registraba el menor porcentaje de chilenos de toda la provincia (1% de la población), en 1947 ese valor se elevó al 9%, siendo el más alto de Chubut, superando incluso a la

zona andina que hasta ese momento había presentado la mayor prevalencia (Torres, 2006).

Con la anulación de los contratos petroleros en 1963, considerados por el Presidente Illia ilegítimos y dañinos a los intereses del país, disminuyó el flujo de inmigrantes (Marques y Palma Godoy, 1993). Luego, la dictadura del Gral. Onganía sostuvo una política de “saneamiento” de YPF que en la práctica significó la reducción de 40.800 empleados de la compañía en 1966 a 33.600 en 1970 (Cabral Marques y Crespo, 2006).

Nos detenemos en el análisis de estos procesos migratorios porque observamos como determinados acontecimientos histórico-demográficos pueden modificar significativamente la composición de la población. Esto es particularmente evidente en ciudades como CR, muy dependiente de los vaivenes de su industria principal y con una relativamente reducida cantidad de habitantes. Al analizar la información censal, se observa el enorme crecimiento de los primeros años después del descubrimiento del petróleo, la ralentización en los años sesenta y el bajísimo incremento durante los 90, por única vez en la historia por debajo del promedio nacional. Debe recordarse que en 1992 se privatizó YPF, despidiéndose a una gran cantidad de trabajadores. Ultimamente se ha reactivado la actividad petrolera y en sólo un lustro la población de CR ha crecido más que en toda la década anterior (Figura 2). En la actualidad se estima que en el Golfo de San Jorge hay 12.000 personas que trabajan en forma directa en esta industria, hoy nuevamente foco de atracción inmigratoria (Diario Patagónico, 2007).



**Fig. 2.** Censos de Población de Comodoro Rivadavia.

\* Incluyó también a la Colonia Sarmiento.

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (<http://www.indec.mecon.ar>).

Estos comentarios acerca de los principales acontecimientos histórico-demográficos ocurridos en CR y que han tenido seguramente repercusión sobre la composición genética de la población, resultan pertinentes y necesarios para contextualizar la información biológica obtenida en este estudio.

## MATERIAL Y METODOS

Se analizó una muestra de 72 dadores de sangre (50 varones y 22 mujeres) no emparentados que concurrieron al Hospital Regional de Comodoro Rivadavia durante el año 2007, a quienes se les informó sobre los alcances del presente trabajo y prestaron su consentimiento para la realización del mismo. A los donantes se les realizó una encuesta con la finalidad de obtener información sobre su origen y el de sus ancestros, para lo cual se recabaron datos sobre lugar de nacimiento, residencia actual e información genealógica de las dos ge-

neraciones precedentes. De cada persona se obtuvieron 5 ml de sangre entera que se colocaron en frascos estériles con anticoagulante (ACD) y otros 5 ml sin anticoagulante para la obtención de suero. Las muestras se tipificaron para los sistemas ABO, Rh (C, c, D, E, e), MNSs, Diego y Gm. Para las determinaciones eritrocitarias se empleó la técnica de microtipificación en tarjetas DIAMED (Avena et al., 2006). El sistema Duffy fue determinado por PCR, amplificando un segmento de 221 pb del gen DARC (Duffy antigen chemokine receptor) que fue digerido con Sty I. El alelo *Fy\*null* tiene un sitio de corte en la posición 94. Los fragmentos fueron visualizados en un gel de agarosa de bajo punto de fusión al 4,5% (Tournamille et al., 1995; Pogo y Chaudhury, 2000). El sistema Gm se determinó utilizando el método basado en la inhibición de la aglutinación (Field y Dugoujon, 1989).

La extracción de ADN se realizó con el método del fenol-cloroformo. Para la

identificación de los haplogrupos mitocondriales amerindios y subsaharianos, se amplificaron, por PCR y de forma independiente, cinco secuencias en cada individuo, siguiendo protocolos ya descriptos (Bailliet et al., 1994; Batista Dos Santos et al., 1999). Cuatro de los productos de la PCR fueron sometidos a digestión con enzimas de restricción específicas y los fragmentos resultantes fueron observados en un gel de agarosa al 2%. El quinto producto se trata de un fragmento que puede presentar o no una delección de 9 pares de bases y fue observado en un gel de agarosa al 4%. Los individuos que no poseían los haplogrupos amerindios (A, B, C, D) o africano (L1 y L2) fueron considerados como pertenecientes a otro grupo poblacional, que por razones históricas y genealógicas serían de origen fundamentalmente europeo. El sitio de corte para HpaI en la pn 3592 da cuenta de los subhaplogrupos L1 y L2, que en poblaciones subsaharianas tienen una prevalencia entre 75-95% (Chen et al., 2000) y se encuentra ausente en las poblaciones autóctonas de los otros continentes.

El locus DYS199 del cromosoma Y fue analizado siguiendo el protocolo de Underhill et al. (1996). Se realizó una PCR alelo específica, desarrollando dos reacciones de amplificación, difiriendo el cebador reverso alelo específico entre sí sólo por una base, en la posición 181: G para la variante C y A para la T.

El cálculo de las frecuencias génicas se estimó empleando los métodos de máxima verosimilitud de Reed y Schull (1968) para los grupos sanguíneos (programa de computación MAXLIK) y de Edwards (1984) para el sistema Gm. Para los marcadores uniparentales se empleó el conteo directo.

La proporción de mezcla génica se estimó a partir de los marcadores proteicos mediante el método de identidad génica de Chakraborty (1985) implementado en el programa ADMIX.95, cedido gentilmente por Bernardo Bertoni (Universidad de la República, Uruguay) y disponible en <http://www.genetica.fmed.edu.uy/software.htm>. La construcción de la parental europea fue realizada promediando las frecuencias alélicas de españoles e italianos, que constituían más del 90% de los inmigrantes transoceánicos. La parental africana se obtuvo a partir de los datos disponibles de las regiones desde donde se produjo el tráfico de esclavos hacia Sudamérica que corresponden principalmente a los territorios actuales de Senegal, Nigeria, Angola y Mozambique. Para sudamerindios se utilizaron los datos existentes sobre comunidades del Cono Sur (la explicación detallada de la conformación de las parentales ha sido expuesta en Avena et al., 2006).

Para la comparación entre las muestras de CR, AMBA y BB se utilizó la prueba de bondad de ajuste de chi cuadrado.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta la información genealógica obtenida a partir de las encuestas realizadas a los donantes de sangre, la cual guarda mucha relación con los fenómenos histórico-demográficos ya descriptos. Estos datos permitieron constatar que en un 29% de los dadores, el 8,5% de los padres y tan sólo el 1,5% de los abuelos nacieron en Comodoro Rivadavia. A su vez, un 22% de los abuelos nacieron en Europa, pero ese valor baja al 7% en el caso de los padres y al 4% entre los donantes. El gran

aporte de extranjeros de países limítrofes está representado en su enorme mayoría por chilenos. Estos constituyen el principal grupo en las dos generaciones precedentes y aún entre los dadores, son una cuarta parte de la muestra. En lo que respecta a inmigrantes internos es de destacar que entre los abuelos y padres la categoría más numerosa es la proveniente del NOA. Estos datos ilustran el enorme impacto de las migraciones en esta ciudad de poco más de un siglo de existencia.

En la Tabla 2 se presentan los datos de las frecuencias génicas obtenidas y de las parentales europea, indígena y africana utilizadas en este estudio. La participación autóctona estaría indicada principalmente a partir de los valores superiores detectados, respecto a la parental europea, para ABO\*0 (77%) y Gm\*1,17,21,28 (58%) y el descenso relativo de Rh\*cde (21%). A su vez el 3% de Di\*A es un claro indicador del aporte aborigen dado que su prevalencia es nula en las otras poblaciones

TABLA 1. Lugar de nacimiento de los dadores, sus padres y sus abuelos

LUGAR	Dadores	%	Padres	%	Abuelos	%
C Rivadavia	21	29,2	12	8,5	4	1,5
Resto Chubut	6	8,3	12	8,5	13	5,0
Patagonia	5	6,9	9	6,4	10	3,8
Centro del país*	8	11,1	19	13,5	20	7,6
NOA**	6	8,3	19	13,5	32	12,2
NEA <sup>#</sup>	3	4,2	5	3,5	7	2,7
Cuyo <sup>##</sup>	2	2,8	7	5,0	9	3,4
Chile	18	25,0	45	31,9	100	38,2
Paraguay	0	0,0	3	2,1	7	2,7
Resto de Sudamérica	0	0,0	0	0,0	3	1,1
España	1	1,4	5	3,5	35	13,4
Italia	1	1,4	3	2,1	12	4,6
Resto de Europa	1	1,4	2	1,4	10	3,8
Total	72	100,0	141	100,0	262	100,0

\* Provincias de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y La Pampa.

\*\* Noroeste Argentino: Provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero.

# Nordeste Argentino: Provincias de Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones.

## Provincias de Mendoza, San Juan y San Luis.

(1): En 3 casos de la categoría Padres y en 20 de la de Abuelos no se sabía el lugar de nacimiento.

parentales. Por su parte, la presencia de un 4% de Fy\*null y de Gm\*1,17;5 sugiere la presencia subsahariana. A partir de los datos obtenidos se estimó la mezcla génica, registrándose un 59,6% (+/-6,8), 36,7% (+/-6,6) y un 3,8% (+/-2,1) de contribuciones europea, indígena y africana, respectivamente.

A su vez, el 70% de los haplogrupos mitocondriales estudiados, fueron de origen amerindio, distribuidos en un 2,9% de A, 23,3% de B, 20,4% de C y 23,3% de D, no se observaron los linajes africanos L1 y L2 (Figura 3). El 30% restante, sin caracterizar, se asume que por razones históricas y la información genealógica



ANALISIS ANTROPOGENETICO DE COMODORO RIVADAVIA

TABLA 2. Frecuencias génicas de los marcadores proteicos y poblaciones parentales utilizadas

Sistema	Alelos	C. Rivadavia	P. Europea	P. Indígena	P. Africana
ABO	ABO* 0	0.770	0.664	1.000	0.702
	ABO* A	0.158	0.255	0.000	0.156
	ABO* B	0.072	0.081	0.000	0.142
Rh	Rh*CDE - R* Z	0.001	0.005	0.056	0.001
	Rh*CDe - R* 1	0.497	0.454	0.577	0.037
	Rh*cDE - R* 2	0.184	0.122	0.341	0.070
	Rh*cDe - R* 0	0.023	0.021	0.015	0.674
	Rh*CdE - ry	0.021	0.003	0.001	0.000
	Rh*Cde - r´	0.000	0.010	0.000	0.004
	Rh*cdE - r''	0.055	0.016	0.001	0.000
	Rh*cde - r	0.210	0.369	0.009	0.214
MNS	L* MS	0.231	0.215	0.220	0.091
	L* Ms	0.346	0.319	0.499	0.423
	L* NS	0.186	0.122	0.064	0.140
	L* Ns	0.238	0.344	0.217	0.346
Duffy	Fy* null	0.041	0.010	0.000	1.000
	Fy* A/B	0.959	0.999	1.000	0.000
Diego	Di* A	0.028	0.000	0.099	0.000
	Di* B	0.972	1.000	0.901	1.000
GM	GM*1,17;21,28	0.583	0.285	0.988	0.002
	GM*3;5	0.375	0.704	0.010	0.006
	GM*1,17;5 y otros	0.042	0.011	0.002	0.992

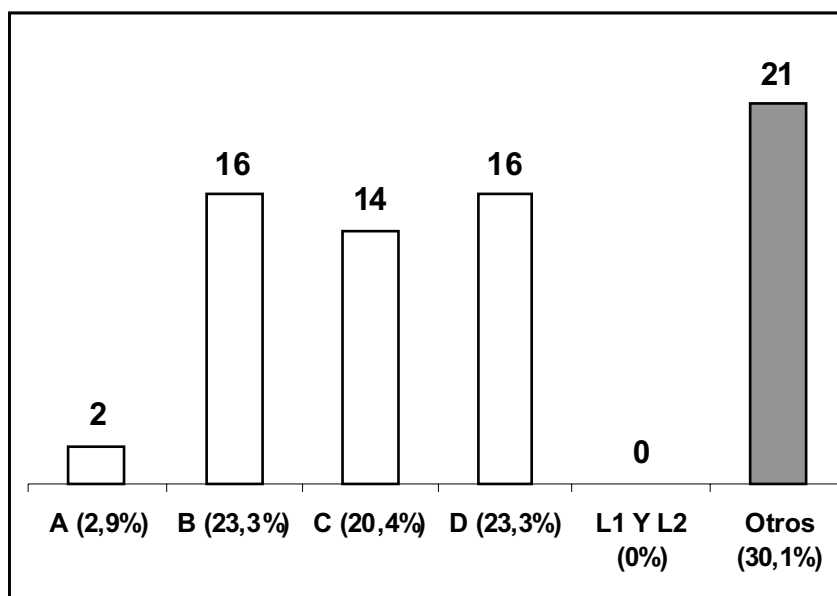


Fig.3. Valores absolutos y porcentuales de los haplogrupos mitocondriales observados.

recolectada serían predominantemente de origen europeo, aunque no podríamos excluir la presencia de L3, no determinada en este estudio y que tiene una prevalencia en promedio cercana al 15% en subsaharianos (Chen et al., 2000).

En lo que respecta a la transición C - T en la posición 181 del Locus DYS199, se analizaron 50 varones, de los cuales 3 presentaron el alelo T, que como ya se ha señalado, es una variante característica de amerindios.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Al comparar nuestros datos con los del AMBA y BB, constatamos que sólo el 1,5% de los abuelos de los dadores nacieron en CR y este porcentaje aumenta hacia el norte, con un 7% en BB y un 20% en el AMBA (Avena et al., 2007). Esto era esperable pues Comodoro Rivadavia fue fundada recién en 1901 y Bahía Blanca en 1828, ambas en regiones escasamente pobladas. El AMBA y BB mostraron similares porcentajes de europeos entre sí (35% y 36% respectivamente), pero superiores a los registrados en CR (22%). En esta ciudad, en cambio, el aporte de inmigrantes provenientes de países limítrofes es mucho mayor (42%) respecto al AMBA (13%) y BB (9%). Al analizar el país de origen, se observa que tanto en CR como en BB, esta última situada en la transición entre la región patagónica y la pampeana, provienen en su gran mayoría desde Chile. En la muestra del AMBA, en cambio, habíamos observado más diversidad en el origen de los abuelos de los dadores nacidos en otros países sudamericanos y el contingente más numeroso estaba constituido por paragua-

yos (54%) y uruguayos (20%) (Avena et al., 2006). Si consideramos a los migrantes internos, también existe otra importante diferencia. Mientras que en el AMBA y BB el aporte principal se origina en el centro del país, en CR, en cambio, destaca la inmigración producida desde el Noroeste (Figura 4), lo que se encuentra en concordancia con la información histórica ya señalada.

Por otra parte, las comparaciones realizadas a nivel proteico y molecular mostraron diferencias significativas en todos los sistemas analizados, con las excepciones de Diego en la comparación de CR vs. AMBA (aunque estuvo cerca del límite de significancia) y de ABO y de Diego en CR vs. BB (Tabla 3).

Los valores de mezcla génica obtenidos a partir del análisis de los marcadores proteicos presentaron un valor superior de aporte aborigen (37%) en CR respecto a BB (19,5%) y el AMBA (15,5%), mientras que el componente africano registró valores similares en las tres ciudades (3,8%, 3,6% y 3,8% respectivamente).

La presencia del componente subsahariano puede deberse principalmente a las migraciones desde el NOA, donde Alfaro et al. (2005) estiman su prevalencia en un 10%. Sin embargo, no descartamos además un origen sureño, pues en comunidades aborígenes de la Patagonia se ha detectado mezcla génica con africanos (Carnese et al., 1993; 2003; Goicoechea et al., 2001; Parolín y Carnese, 2007), aunque esta prevalencia es menor que en el norte. En 6 individuos se detectó el haplotipo GM\*5 y en 5 el alelo Fy\*null, ambos característicos de poblaciones africanas y de muy baja incidencia en otras poblaciones (Tabla 2).

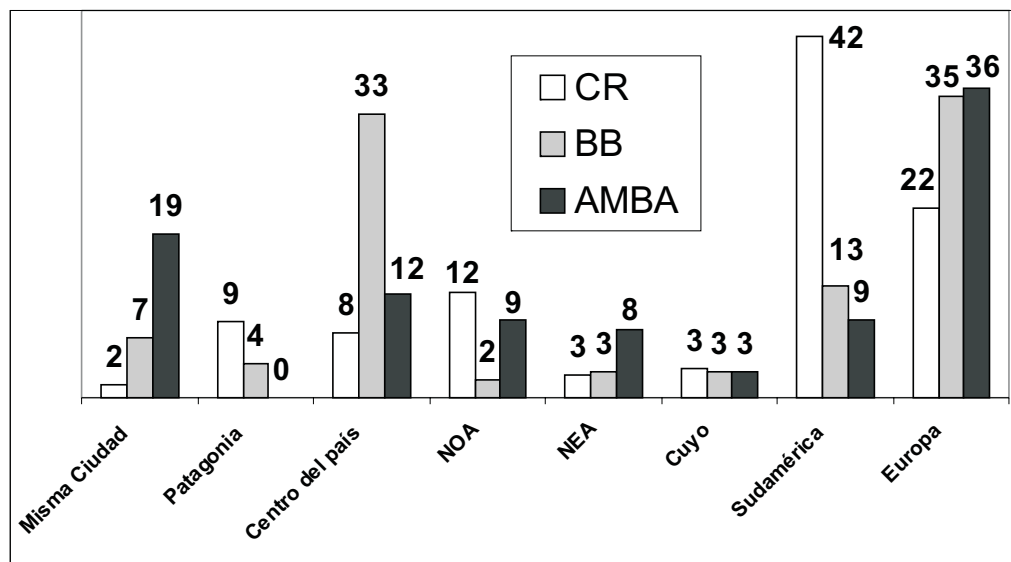


Fig.4. Origen de los abuelos de los donantes de CR, BB y AMBA (en porcentaje).

TABLA 3. Test de Chi cuadrado entre las muestras de CR, AMBA y BB

SISTEMA	CR vs AMBA		CR vs BB	
	X <sup>2</sup>	P	X <sup>2</sup>	P
ABO	8.0	0.046	1.8	0.626
RH	25.9	0.004	22.0	0.015
MNS	28.5	0.0004	22.6	0.004
Diego	3.2	0.07	1.0	0.32
GM	20.3	0.0004	36.0	0.0000003
ADN Mitocondrial	27.7	0.00005	19.8	0.0013
DYS 199	1.9	0.17	0.3	0.557

Un solo dador resultó portador de variantes subsaharianas para los 2 sistemas, pero aún en ese caso presentó el haplogrupo mitocondrial amerindio C. Las otras personas portaban un alelo subsahariano para un sistema, pero no para el otro. Esto resulta compatible con un escenario de activo mestizaje, pues mientras la mezcla génica fue estimada en un 4%, hasta un 14% de las personas muestreadas (10 sobre 72) podría tener algún aporte africano, de acuerdo a

los sistemas analizados. Al observar la genealogía de estos individuos, se encuentra una mayor representación relativa de ancestría originada en el NOA, aunque estas diferencias no fueron significativas.

Recientemente Cotruello et al. (2008) estudiaron 206 habitantes de Rosario, encontrando valores muy similares para Fy\*null (3,64%) y como en nuestra muestra, todos los casos detectados fueron heterocigotas. El análisis de los grupos sanguí-

neos, además de la utilidad en los estudios de miscegenación, tiene evidentemente implicaciones en biomedicina. Estos autores señalan la importancia de la determinación a nivel molecular de este sistema para pacientes politransfundidos, pues dado que las personas determinadas como Fy\*null en sangre expresan Fy\*B en otros tejidos y por lo tanto no poseen anticuerpos anti Fy\*B, no resulta necesario el empleo de sangre Fy(b-) en estas transfusiones.

En lo que respecta al ADN mitocondrial, las diferencias fueron altamente significativas considerando los pares CR vs. BB ( $p = 0.001$ ) y CR vs. AMBA ( $p = 0.00005$ ). En cambio Avena et al. (2007) no observaron diferencias significativas entre BB y AMBA. Estos resultados se explican en parte por el mayor aporte de linajes mitocondriales amerindios registrados en la muestra de CR (70%) respecto de las del AMBA (43,6%) y BB (46,7%). Además de esta diferencia, al analizar la representación de los cuatro haplogrupos autóctonos, se observa otra importante particularidad en la muestra de CR se registró el menor valor de A y el mayor de B. Resulta esperable que el haplogrupo A alcance frecuencias más altas si se registra aporte de grupos donde esa variante está ampliamente representada, por ejemplo entre guaraníes (84%). Este es el caso del AMBA, donde las principales migraciones provienen del nordeste argentino y Paraguay (Avena et al., 2006). En CR, en cambio, se observó mayor aporte de B, cuya frecuencia es muy alta en poblaciones de raíces andinas, como los aymarás (63%), lo que concuerda con el importante flujo migratorio originado desde el NOA hacia la ciudad sureña. Por otra parte, los mayo-

res valores de C y D en CR y BB, respecto del AMBA, guardan relación con la procedencia de los inmigrantes que reciben estas ciudades desde Patagonia, Cuyo y Chile, pues estos haplogrupos alcanzan altas frecuencias en poblaciones nativas de esas regiones como mapuches, tehuelches, pehuenches, huiliches y fueguinos (ver referencias bibliográficas en Tabla 4).

El bajo valor de la transición DYS199\*T (6%) respecto del elevado porcentaje de haplogrupos mitocondriales amerindios (70%) revelan que ha habido un aporte diferencial por género en la historia de la población estudiada. Considerando que CR es una ciudad fundada muy recientemente, este proceso de mestizaje probablemente se produjo con anterioridad, en las regiones desde donde provenían los inmigrantes. El cruzamiento asimétrico comenzó seguramente en el momento mismo de la conquista, con el arribo de hombres europeos sin familia, continuándose posteriormente en la etapa colonial y en menor medida, durante fin del siglo XIX y la primera parte del XX, con las oleadas inmigratorias desde el viejo continente con un alto índice de masculinidad (Lorandi, 1992; Avena et al., 2006). Estos resultados se ubican en la misma línea de lo observado en varias poblaciones urbanas del país, con valores similares a los encontrados en dos poblaciones criollas cordobesas (García y Demarchi, 2006), pero superiores, para ambas líneas uniparentales autóctonas, a los registrados en las ciudades de Buenos Aires (Dejean et al., 2003; Carnese, 2006), La Plata (Martínez Marignac et al., 1999; 2004) y Bahía Blanca (Avena et al., 2007).

Por otra parte todos los varones portadores de la variante T en CR, al igual que

## ANÁLISIS ANTROPOGENÉTICO DE COMODORO RIVADAVIA

TABLA 4. Distribución porcentual de haplogrupos amerindios en CR, BB y AMBA y en poblaciones aborígenes del Cono Sur

Población	% Haplogrupos Amerindios(A-B-C-D)	A*	B*	C*	D*	Cita	N
CR	70	4,2	33,3	29,2	33,3	Este artículo	69
BB	47	12,4	14,1	43,7	29,8	Avena et al., 2007	162
AMBA	44	25,9	22,2	31,4	20,4	Dejean et al., 2003	218
Fueguinos	98	0,0	0,0	43,0	57,0	Lalueza et al., 1997	45
Tehuelche	97	0,0	23,3	20,0	56,7	Bravi et al., 2004	31
Mapuche Arg.	86	6,0	36,0	24,0	34,0	Ginther et al., 1993	58
Mapuche Chile	100	0,0	7,0	44,0	49,0	Moraga et al., 2000	111
Pehuenche	100	3,0	10,0	41,0	46,0	Moraga et al., 2000	105
Chiloé	89	3,3	21,9	38,4	36,4	García et al., 2006	158
Huilliche	100	4,0	28,0	19,0	49,0	Merriwether et al., 1995	80
Aymará	100	6,4	67,4	12,2	14,0	Merriwether et al., 1995	172
Mocoví	100	43,8	18,8	0,0	37,5	Bravi et al., 2004	64
Wichi	100	5,7	64,3	2,9	27,1	Bailliet et al., 1994	72
Guarani	100	84,0	0,0	9,5	6,5	Marrero et al., 2007	200

\* Aporte relativo al total de haplogrupos amerindios (A+B+C+D=100%).

en el AMBA y en Bahía Blanca (Carnese, 2006; Avena et al., 2007), poseían haplogrupos mitocondriales amerindios. Para poder explicar las causas de esta observación será necesario obtener más información de las genealogías y de los tipos de matrimonios de sus ancestros, en los que estarían influyendo diversos factores socioculturales como origen, historia migratoria, lugar de residencia y estratificación socioeconómica.

Dada la escasa población preexistente en la zona donde se fundó Comodoro Rivadavia, el componente autóctono registrado provendría principalmente de las regiones de origen de los ancestros de los dadores. Ya señalamos que el 70% de los linajes mitocondriales resultaron ser amerindios, pero de las 46 personas con líneas maternas originarias de Chile, NOA y Patagonia el 91% presentó haplogrupo aborígen, mientras que en los 26 individuos restantes ese valor se reduce al 27%. Esto ilustra la importancia de contar con la información genealógica de los dadores, porque nos permitió abordar las diferencias regionales existentes y rastrear el origen de las líneas uniparentales.

A su vez, es necesario señalar la concordancia observada entre los datos genéticos, genealógicos, demográficos e históricos recolectados, respecto al origen y conformación de la ciudad de Comodoro Rivadavia. Por consiguiente, la relación entre la información aportada por estas distintas disciplinas, resulta de suma utilidad en el análisis de las diversidades regionales de las poblaciones cosmopolitas de nuestro país.

### AGRADECIMIENTOS

A los dadores de sangre que han participado y dado su consentimiento para la realización de este estudio.

### LITERATURA CITADA

- Alfaro EL, Dipierri JE, Gutiérrez NI, Vulllo CM. 2005. Genetic structure and admixture in urban populations of the Argentine North-West. *Ann Hum Biol* 32(6):724-737.
- Avena SA, Goicoechea AS, Bartomioli M, Fernández V, Cabrera A, Dugoujon JM,

- Dejean CB, Fabrykant G, Carnese FR. 2007. Mestizaje en el sur de la región pampeana (Argentina). Su estimación mediante el análisis de marcadores proteicos y moleculares uniparentales. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 9(2):59-76.
- Avena SA, Goicoechea AS, Dugoujon JM, Slepoy MG, Slepoy AS, Carnese FR. 2001. Análisis antropogenético de los aportes indígena y africano en muestras hospitalarias de la Ciudad de Buenos Aires. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 3:79-99.
- Avena SA, Goicoechea AS, Dugoujon JM, Rey J, Dejean CB, Carnese FR. 2006. Mezcla génica en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Medicina* 66:113-118.
- Baeza B. 2006. Chilenos y bolivianos en Comodoro Rivadavia, (Chubut). En: Grimson A, Jelin E, compiladores. *Migraciones regionales hacia la Argentina. Diferencia, desigualdad y derechos*. Buenos Aires: Prometeo. p 353-378.
- Bailliet G, Rothhammer F, Carnese FR, Bravi CM, Bianchi NO. 1994. Founder mitochondrial haplotypes in Amerindian populations. *Am J Hum Genet* 55(1):27-33.
- Batista dos Santos SE, Rodrigues JD, Ribeiro-dos-Santos AK, Zago MA. 1999. Differential contribution of indigenous men and women to the formation of an urban population in the Amazon region as revealed by mtDNA and Y-DNA. *Am J Phys Anthropol* 109(2):175-180.
- Bedoya G, Montoya P, Garcia J, Soto I, Bourgeois S, Carvajal L, Labuda D, Alvarez V, Ospina J, Hedrick PW, Ruiz-Linares A. 2006. Admixture dynamics in Hispanics: a shift in the nuclear genetic ancestry of a South American population isolate. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(19):7234-7239.
- Bianchi NO, Bailliet G, Bravi CM, Carnese FR, Rothhammer F, Martinez-Marignac VL, Pena SD. 1997. Origin of Amerindian Y-chromosomes as inferred by the analysis of six polymorphic markers. *Am J Phys Anthropol* 102(1):79-89.
- Bortolini MC, Da Silva WA Junior, De Guerra DC, Remonato G, Mirandola R, Hutz MH, Weimer TA, Silva MC, Zago MA, Salzano FM. 1999. African-derived South American populations: A history of symmetrical and asymmetrical matings according to sex revealed by bi- and uni-parental genetic markers. *Am J Hum Biol* 11(4):551-563.
- Bravi CM. 2004. Análisis de linajes maternos en poblaciones indígenas americanas. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Cabral Marques DA, Crespo EL. 2006. Entre el petróleo y el carbón: empresas estatales, trabajadores e identidades sociolaborales en la Patagonia Austral (1907-1976). En: Bandieri S, Blanco G, Varela G, editores. *Hecho en Patagonia: La historia en perspectiva regional*. Neuquén: CEHIR. Universidad Nacional del Comahue. p 301-347.
- Cananor R. 1993. *Cronología patagónica*. Comodoro Rivadavia: Editorial Cananor.
- Carnese FR. 2006. Grupos étnicos y marcadores genéticos uniparentales en muestras poblacionales neoamericanas. *Etnicidad, autodefinición y genética*. 52º Congreso Brasileiro de Genética.

- Foz do Iguazú, Brasil.
- Carnese FR, Avena SA, Goicoechea AS, Dejean CB, Sevin A, Dugoujon JM. 2003. Sistemas Gm y Km en poblaciones aborígenes de la Patagonia Argentina. En: Aluja MP, Malgosa A, Nogués RM, editores. *Antropología y Biodiversidad*. Barcelona: Ediciones Bellaterra. vol 2 p 67-73.
- Carnese FR, Goicoechea AS, Rey JA, Niborski RC, Kohan AI, Arrayago A. 1993. Grupos sanguíneos en una población Mapuche de Blancura Centro, Provincia de Río Negro, Argentina. *Bol Soc Esp Antrop Biol* 14:31-39.
- Chakraborty R. 1985. Gene identity in racial hybrids and estimation of admixture rates. En: Ahuja JR, Neel JV, editors. *Genetic differentiation in human and other animal populations*. Delhi, India: Anthropological Association. p 171-180.
- Chen YS, Olckers A, Schurr TG, Kogelnik AM, Huoponen K, Wallace DC. 2000. mtDNA variation in the South African Kung and Khwe-and their genetic relationships to other African populations. *Am J Hum Genet* 66:1362-1383.
- Ciselli G, Duplatt A. 2006. Km 5. Barrios patagónicos con memoria petrolera y ferroviaria. Buenos Aires: Editorial Dunken.
- Corach D, Sala AA, Marino ME. 2005. Contribución amerindia a la población actual de Argentina. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 7(1):57.
- Cottruelo CM, Fiori SV, Borrás SE, Racca LL, Biondi CS, Racca AL. 2008. Distribution of the FYBES and RHCE\*ce(733C>G) alleles in an Argentinean population: implications for transfusion medicine. *BMC Med Genet* (6)9:40.
- Dejean CB, Goicoechea AS, Avena SA, Salaberry MT, Slepoy AS, Carnese FR. 2003. Linajes mitocondriales amerindios en una muestra poblacional de la región metropolitana de Buenos Aires. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 5(1):65.
- Diario Patagónico. 2007. Cien años del descubrimiento del petróleo. Comodoro Rivadavia. Chubut: Colección de fascículos.
- Dipierri JE, Alfaro E, Martínez-Marignac VL, Bailliet G, Bravi CM, Cejas S, Bianchi NO. 1998. Paternal directional mating in two Amerindian subpopulations located at different altitudes in northwestern Argentina. *Hum Biol* 70(6):1001-1010.
- Dumrauf CI. 1992. *Historia del Chubut*. Buenos Aires: Editorial PlusUltra.
- Edwards AWF. 1984. *Likelihood*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ferro EJ. 1978. *La Patagonia como la conocí*. Buenos Aires: Editorial Marymar.
- Field LL, Dugoujon JM. 1989. Immunoglobulin allotyping (Gm and Km) of GAW5 Families. *Gen Epidem* 6:31-34.
- García A, Demarchi DA. 2006. Linajes parentales amerindios en poblaciones del norte de Córdoba. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 8(1):57-71.
- García F, Moraga M, Vera S, Henríquez H, Llop E, Aspillaga E, Rothhammer F. 2006. mtDNA microevolution in Southern Chile's archipelagos. *Am J Phys Anthropol* 129(3):473-481.
- Ginther C, Corach D, Penacino GA, Rey JA, Carnese FR, Hutz MH, Anderson

- A, Just J, Salzano FM, King MC. 1993. Genetic variation among the Mapuche Indians from the Patagonian region of Argentina: mitochondrial DNA sequence variation and allele frequencies of several nuclear genes. *EXS* 67:211-219.
- Goicoechea AS, Carnese FR, Dejean CB, Avena SA, Weimer TA, Franco MH, Callegari-Jacques MS, Estalote A, Simoes ML, Palatnik M, Salomoni P, Salzano FM. 2001. Genetic relationships between amerindian populations of Argentina. *Am J Phys Anthropol* 115:133-143.
- Laluzza C, Pérez-Pérez A, Prats E, Cornudella L, Turbón D. 1997. Lack of founding Amerindian mitochondrial DNA lineages in extinct aborigines from Tierra del Fuego-Patagonia. *Hum Mol Genet* 6(1):41-46.
- Lopez Camelo JS, Cabello PH, Dutra MG. 1996. A simple model for the estimation of congenital malformation frequency in admixed populations. *Braz J Genet* 19(4):659-663.
- Lorandi AM. 1992. El mestizaje interétnico en el noroeste argentino. *Senri Ethnological Studies* 33:133-166.
- Marino M, Sala A, Corach D. 2007. Genetic attributes of the YHRD minimal haplotype in 10 provinces of Argentina. *Forensic Sci Int Genet* 1(2):129-133.
- Marques D, Palma Godoy M. 1993. Comodoro Rivadavia en tiempos de cambio. *Comodoro Rivadavia: Editorial Proyección Patagónica*.
- Marrero AR, Silva-Junior WA, Bravi CM, Hutz MH, Petzl-Erler ML, Ruiz-Linares A, Salzano FM, Bortolini MC. 2007. Demographic and evolutionary trajectories of the Guarani and Kaingang natives of Brazil. *Am J Phys Anthropol* 132(2):301-310.
- Martínez Marignac VL, Bertoni B, Parra EJ, Bianchi NO. 2004. Characterization of admixture in an urban sample from Buenos Aires, Argentina, using uniparentally and biparentally inherited genetic markers. *Hum Biol* 76(4):543-557.
- Martínez Marignac VL, Bravi CM, Lahitte HB, Bianchi NO. 1999. Estudio del ADN mitocondrial de una muestra de la ciudad de La Plata. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 2:281-300.
- Merriwether DA, Rothhammer F, Ferrell RE. 1995. Distribution of the four founding lineage haplotypes in Native Americans suggests a single wave of migration for the New World. *Am J Phys Anthropol* 98(4):411-430.
- Moraga ML, Rocco P, Miquel JF, Nervi F, Llop E, Chakraborty R, Rothhammer F, Carvallo P. 2000. Mitochondrial DNA polymorphisms in Chilean aboriginal populations: implications for the peopling of the southern cone of the continent. *Am J Phys Anthropol* 113(1):19-29.
- Novella MM. 2005. Composición poblacional del oeste chubutense en 1895. La estadística censal y la "creación" de la Nación en la frontera. *Pueblos y Fronteras* 6(6):22-31.
- Parolín ML, Carnese FR. 2007. Distribución alélica del Locus HLA-DRB1 en poblaciones nativas americanas. Evaluación de afinidades evolutivas intra e intercontinentales. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 9(2):123-144.
- Pogo AO, Chaudhuri A. 2000. The Duffy



- protein: a malarial and chemokine receptor. *Semin Hematol* 37(2):122-129.
- Ramallo V, Salceda S, Zubrzycki B, Bravi C, Bailliet G. 2007. Genealogías y linajes moleculares en Azampay. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 9(1):32.
- Reed T, Schull W. 1968. A general maximum likelihood estimation program. *Am J Hum Genet* 20:579-580.
- Resano M, Esteban E, González-Pérez E, Vía M, Athanasiadis G, Avena SA, Goicoechea AS, Bartomioli M, Fernández V, Cabrera A, Dejean CB, Carnese FR, Moral P. 2007. How many populations set foot through the Patagonian door? Genetic composition of the current population of Bahía Blanca (Argentina) based on data from 19 Alu polymorphisms. *Am J Hum Biol* 19(6):827-835.
- Rocco P, Morales C, Moraga M, Miquel JF, Nervi F, Llop E, Carvallo P, Rothhammer F. 2002. Composición genética de la población chilena: Distribución de poliformismos de DNA mitocondrial en grupos originarios y en la población mixta de Santiago. *Rev Med Chil* 130(2):125-131.
- Sans M, Weimer TA, Franco MH, Salzano FM, Bentancor N, Alvarez I, Bianchi NO, Chakraborty R. 2002. Unequal contributions of male and female gene pools from parental populations in the African descendants of the city of Melo, Uruguay. *Am J Phys Anthropol* 118(1):33-44.
- Seldin MF, Tian C, Shigeta R, Scherbarth HR, Silva G, Belmont JW, Kittles R, Gamron S, Allevi A, Palatnik SA, Alvarellos A, Paira S, Caprarulo C, Guillerón C, Catoggio LJ, Prigione C, Berbotto GA, García MA, Perandones CE, Pons-Estel BA, Alarcon-Riquelme ME. 2007. Argentine population genetic structure: large variance in Amerindian contribution. *Am J Phys Anthropol* 132(3):455-462.
- Solberg C. 1982. *Petróleo y nacionalismo en la Argentina*. Buenos Aires: Emecé editores.
- Torres S. 2006. Grupos inmigratorios y relaciones identitarias en algunos centros urbanos de la Patagonia. En: Bandieri S, Blanco G, Varela G, editores. *Hecho en Patagonia. La historia en perspectiva regional*. Neuquén: CEHIR. Universidad Nacional del Comahue. p 251-278.
- Tournamille C, Colin Y, Cartron JP, Le Van Kim C. 1995. Disruption of a GATA motif in the Duffy gene promoter abolishes erythroid gene expression in Duffy-negative individuals. *Nat Genet* 10(2):224-228.
- Underhill PA, Jin L, Zemans R, Oefner PJ, Cavalli-Sforza LL. 1996. A pre-Columbian Y chromosome-specific transition and its implications for human evolutionary history. *Proc Natl Acad Sci* 93:196-200.
- Wang S, Ray N, Rojas W, Parra MV, Bedoya G, Gallo C, Poletti G, Mazzotti G, Hill K, Hurtado AM, Camrena B, Nicolini H, Klitz W, Barrantes R, Molina JA, Freimer NB, Bortolini MC, Salzano FM, Petzl-Erler ML, Tsuneto LT, Dipierri JE, Alfaro EL, Bailliet G, Bianchi NO, Llop E, Rothhammer F, Excoffier L, Ruiz-Linares A. 2008. Geographic patterns of genome admixture in Latin American mestizos. *PLoS Genet* 4(3):1.