

# Peso al nacimiento en ecosistemas de altura. Noroeste argentino: Susques

## *Child weight at birth in highland ecosystems. The case at Susques, Northwestern Argentina*

Susana MORENO ROMERO<sup>1</sup>, M.<sup>a</sup> Dolores MARRODÁN SERRANO<sup>1</sup>, José E. DIPIERRI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zoología y Antropología, Facultad de Biología (UCM).  
marrodan@bio.ucm.es

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias  
Instituto de Biología de la Altura  
Universidad Nacional de Jujuy  
Argentina

Recibido: 20 de enero de 2003

Aceptado: 18 de febrero de 2003

### RESUMEN

Las condiciones ambientales que caracterizan los ecosistemas de altura suponen un entorno estresante al que biológicamente han debido adaptarse las poblaciones que habitan en ellos. Una de estas adaptaciones parece ser la reducción del peso al nacer. En el presente trabajo se analizan 300 nacimientos, registrados entre 1996 y 2002 en la localidad andina de Susques (3.600 m.s.n.m.), en el noroeste de la República Argentina, de los que se conoce: peso y sexo del neonato, paridad y edad de la madre. Los resultados muestran que el peso al nacimiento es menor en Susques que en zonas de menor altitud de la misma provincia. El porcentaje de recién nacidos con muy bajo peso encontrado en la población estudiada es muy pequeño al igual que en el resto de Jujuy, a diferencia del bajo peso que muestra frecuencias superiores en relación a las regiones ubicadas en altitudes inferiores a los 2.500 m.s.n.m. El peso al nacer presenta un dimorfismo sexual significativo y se ve incrementada con la paridad y edad de la madre. Sin embargo, estas variables por sí solas no explican la variación ponderal observada en los neonatos la cual, por tanto, debe responder a otros factores propios del medio estudiado.

### PALABRAS CLAVE

Ecosistemas de altura  
Peso al nacer  
Entorno estresante

**ABSTRACT**

Human populations living in high altitude ecosystems have had to adapt to the environmental stress that characterized these mediums. One of these adaptations seems to be birth weight reduction. In this paper, 300 births, registered between 1996 and 2002 in the andean department of Susques (3.600 m), northwest of the Republic of Argentina are analyzed. Their weight, sex, mother age and parity are known. Results show that birth weight is smaller in Susques than in zones of lower altitude of the same county. Very low weight newborns percentage is very small as founded in the rest of the county. On the contrary, low weight babies in the studied population shows higher frecuencies than those of the regions situated in altitudes lower than 2.500 m.s.n.m. The birth weight increase with the parity and the mother's age and it presents a significant sexual dimorphism. But these variables don't explain, by themselves, the observed newborns ponderal variation, that should change because of other typical factors of the estudied environment influence.

**KEY WORDS**

High altitude ecosystems  
Child weight  
The environmental stress

**RÉSUMÉ**

Les conditions environnementales qui caractérisent les écosystèmes d'altitude correspondent à un milieu stressant auquel, d'un point de vue biologique, les populations qui y vivent ont dû s'adapter. La réduction de poids du nouveau né semble être une de ces adaptations. Cette étude analyse les données correspondant à 300 naissances enregistrées entre 1996 et 2002 dans la localité andine de Susques (3.600 m), au nord de la République Argentine, et pour lesquelles sont connus le poids de l'enfant, son sexe, ainsi que la parité et l'âge de la mère. Les résultats montrent que le poids à la naissance est moindre à Susques que dans des zones d'altitude inférieure de la même province. Le pourcentage de nouveau-nés de très faible poids corporel dans la population étudiée est très bas, comme dans le reste de Jujuy, au contraire de la catégorie de faible poids qui montre des fréquences supérieures en relation avec les régions situées à des altitudes inférieures à 2.500 m. Le poids à la naissance montre un dimorphisme sexuel significatif et voit sa valeur augmenter avec la parité et l'âge de la mère. Cependant, ces variables en elles-seules n'expliquent pas la variation pondérale observée chez les nouveaux-nés, laquelle, par conséquent, doit répondre à d'autres facteurs propres au milieu étudié.

**MOTS CLÉS**

Écosystèmes d'altitude  
Poids  
Milieu stressant

**SUMARIO** 1. Introducción. 2. Material y métodos. 3. Resultados. 4. Discusión. 5. Conclusiones. 6. Referencias bibliográficas.

## 1. Introducción

Hipoxia, baja humedad relativa, gran amplitud térmica, alta radiación cósmica y, consecuentemente, grandes requerimientos energéticos, son algunas de las características propias de los ecosistemas de altura (Frisancho *et al.*, 1980; Arnaud y Larrouy, 1986). A pesar de tales factores geoclimáticos, extremos para la especie humana, ésta ha conseguido habitar dichas zonas desarrollando adaptaciones, tanto culturales como biológicas, que han garantizado su supervivencia. Como argumentan algunos autores, basándose en pruebas arqueológicas, el poblamiento de estas regiones data de fechas cercanas a 11.000 años BP en el altiplano andino (Aldenderfer, 1999) y de al menos 7000 años BP en el Tibet (Chang, 1992).

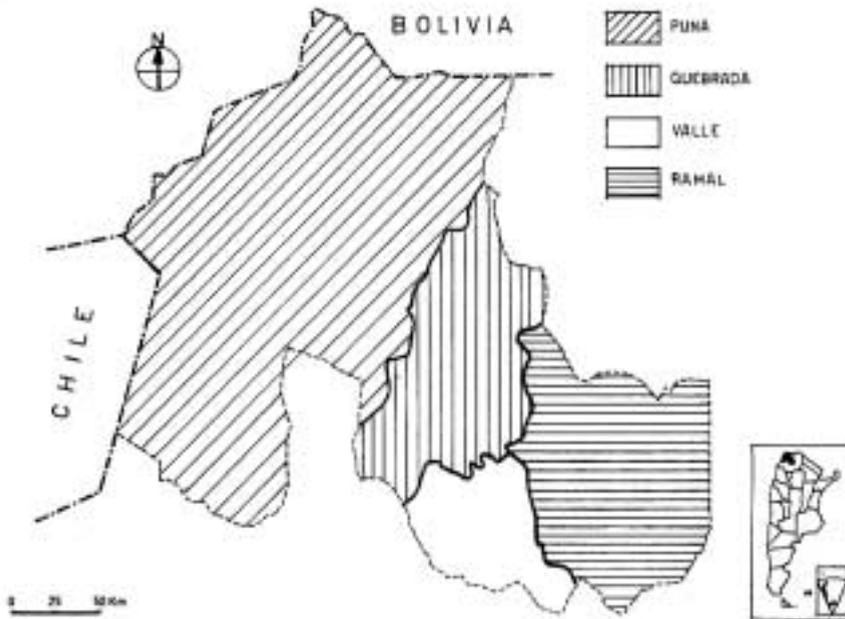
Una de las adaptaciones, de carácter morfofisiológico, es la disminución del peso al nacimiento (PN). Efectivamente, numerosas investigaciones informan acerca de la reducción del PN con la altura geográfica (Weinstein y Hass, 1977; Hass *et al.*, 1980; Dipierri, *et al.* 1992, Ocampo *et al.*, 1993; Álvarez *et al.*, 2002). Estudios llevados a cabo en Bolivia revelaron que el peso óptimo, es decir, el peso medio asociado a la mortalidad media mas baja (Beall, 1976; Fraccaro, 1956; Millis, 1959; Hollingsworth, 1965; Jayant, 1964; Terrenato *et al.*, 1981; Promboon y Chaturachinda, 1983) era inferior en grandes altitudes (niveles superiores a los 2500-3000 m.s.n.m), donde existiría una selección natural direccional en este sentido (Beall, 1976). Por otro lado, el fenómeno aludido conllevaría, teóricamente, un mayor riesgo de que los recién nacidos presenten bajo peso, es decir, un PN inferior a 2500 g, según criterio de la OMS (1995).

El tamaño al nacer y el PN, como una expresión del mismo, es considerado un importante indicador de salud, tanto individual como poblacional, por la estrecha relación que mantiene con la mortalidad neonatal y postnatal, la morbilidad del lactante y el niño (McCormick, 1985 y Nault, 1997) y ciertos trastornos del desarrollo neuropsíquico a largo plazo (Schwarcz *et al.*, 1983 Y Teberg *et al.*, 1988).

Según se ha demostrado, los factores que potencialmente influyen en el PN son numerosos. Por lo que respecta a las características maternas se consideran la estatura y el peso antes del embarazo, la ingesta energética durante la gestación, (Frisancho, 1978; Stein y Susser, 1984; Keirse, 1984; Kramer, 1987 y 1990; Wen, 1990 y Barros *et al.*, 1992;), la edad y el número de hijos (Nault, 1997 y Frisancho, 1987). También son importantes el consumo de tóxicos, la actividad física, los episodios de preeclampsia y demás trastornos hipertensivos (Kramer, 1990), así como las infecciones durante el embarazo. Igualmente, hay que tener en cuenta la heredabilidad de esta característica, como ponen de manifiesto determinados estudios (Johnstone e Inglis, 1974; Klebanoff, 1984; Kramer, 1987; Frisancho, 1987; Leff, 1992 y Alberman *et al.*, 1992). Entre los factores climáticos o exógenos, el mas importante es la hipoxia asociada a la altitud geográfica (Hebbel *et al.*, 1980; Bauer *et al.*, 1981; Frisancho, 1987), agente que caracteriza a la población objeto de estudio y cuyos efectos se han comentado anteriormente.

El propósito de este trabajo es evaluar, en una pequeña comunidad de altura: Susques (provincia de Jujuy, Argentina), la variación del PN en función del comportamiento reproductivo considerando la edad materna (EM) y la paridad (PA). Al mismo tiempo, discutir en qué medi-

da el grupo estudiado puede considerarse adaptado a la hipoxia, tomando como criterio el peso del recién nacido.



**Figura 1.** Situación de las regiones geográficas en la provincia de Jujuy. Noroeste de la República Argentina.

## 2. Material y métodos

La población analizada procede del departamento de Susques, provincia de Jujuy, al noroeste de la República Argentina, situada a 3.600 m.s.n.m., en el sector oriental de la Puna de Atacama, una de las regiones más áridas de las tierras altoandinas.

Geomorfológicamente, Susques se asienta en un semidesierto de altura caracterizado por cierto grado de aislamiento geográfico y marginalidad desde el punto de vista del desarrollo económico. Las adversas condiciones ecológicas han dificultado secularmente el acceso y la estancia prolongada de foráneos, constituyendo en la actualidad un enclave escasamente poblado con un total de 2.847 habitantes y 0.31 hab/km<sup>2</sup> (Censo Nacional de Población de la República Argentina, 1991). Las escasas riquezas potenciales susceptibles de una explotación rentable y su ubicación geográfica, alejada de los centros de poder, han condicionado la particular historia de esta región (Delgado y Göbel, 1995), una de las más pobres del país.

La muestra analizada corresponde a un total de 300 nacimientos que tuvieron lugar en 1996, 1998, 2000 y 2002 y registrados en el Libro de Partos del Puesto Sanitario de la localidad de Susques, cabecera del Departamento con el mismo nombre. En este Puesto de Salud se concentran casi la totalidad de los partos institucionales que se realizan en el Departamento. Además del PN, la información incluye el sexo del recién nacido, la PA y la EM.

Se estimaron la media, valor mínimo y máximo, mediana y los percentiles 25<sup>o</sup> y 75<sup>o</sup> de cada una de las variables consideradas: PN, PA y EM. El PN se clasificó de acuerdo a las tres categorías propuestas por la OMS (1995): a) PN normal (PNN), >2.500 gr; b) bajo PN (BPN), 2.500 a 1.500 gr; c) muy bajo PN (MBPN) <1.500 gr),

Con la finalidad de analizar la influencia de las variables maternas sobre el PN se llevaron a cabo diferentes análisis de la varianza (Anova de 1 y 2 vías), para los que se establecieron distintos agrupamientos. Para EM las categorías fueron 7 (I: < a 16 años; II: 16-19 años; III: 20-24 años; IV: 25-29 años; V: 30-34 años; VI: 35-39 años; VII: ≥ a 40 años). Para PA la muestra se subdividió en 6 grupos (PI: 1 hijo/a; PII: 2 hijos/as; PIII: 3 hijos/as; PIV: 4 y 5 hijos/as; PV: 6, 7 y 8 hijos/as; PVI: 9 a 14 hijos/as).

Con el objeto de comparar, comprobar y facilitar el análisis e interpretación de los resultados se realizaron Ancovas con EM y PA como covariantes y el PN como variable dependiente. Como factores de clasificación se utilizaron los siguientes criterios: a) sexo; b) la condición de la madre con relación a la PA (primípara / no primípara) y el momento de la reproducción respecto a la EM (< y > de 17 años; < y > de 35 años).

Para todo el tratamiento estadístico mencionado se utilizó el software Statistica vs. 6.1.

### 3. Resultados

El PN, considerando ambos sexos conjuntamente, varió entre 1.750 g y 4.600 g, con una media de 3.145,80 g, la mediana fue de 3.150 g y los percentiles 25<sup>o</sup> y 75<sup>o</sup> se ubicaron en 2.900 g y 3.440 g, respectivamente. La PA osciló entre 1 y 14, con una media de 4,39, y la EM entre 12 y 45 años, con un promedio de 26,30 años, siendo a los 19,07 años la media de edad a la que las madres tienen su primer hijo. Cabe resaltar que, aunque son casos excepcionales, en la muestra se encontraron mujeres que a los 19 años ya tenían 8 hijos, o 10 a los 29 años. Estos datos indican que la población femenina susqueña se caracteriza por una maternidad precoz y una elevada tasa de fecundidad.

En la Tabla 1 se observa la distribución de estas medidas de dispersión por sexo. El dimorfismo sexual del PN resultó estadísticamente significativo ( $p < 0,01$ ). Aunque en las niñas el peso mínimo y máximo así como la amplitud del espacio de variación (2.000 g-4.600 g) fue superior al de los varones (1.750 g-4.100 g), la media y dispersión de los datos fue mayor en estos últimos. También se encuentran diferencias cuando se compara la edad de la madre de los recién nacidos en función de su sexo, de modo que las madres de las niñas tienen una edad significativamente superior ( $p < 0,05$ ) a las madres de los varones. Tal situación refleja que a mayor edad materna aumentaría la probabilidad de concebir niñas.

**Tabla 1: Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas según el sexo del recién nacido**

Sexo	Variables	N	Media	S.D.	Mediana	Mínimo	Máximo	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>
Niños	PESO (g)	145	3.212,83 **	418,63	3.260	1.750	4.100	3.000	3.500
	EDAD MATERNA (años)	141	25,11*	7,63	23	13	43	19	31
	PARIDAD	139	4,05	2,81	3	1	14	2	6
Niñas	PESO (g)	153	3.082,22 **	399,61	3.050	2.000	4.600	2.850	3.350
	EDAD MATERNA (años)	140	27,34*	7,61	27,50	12	45	20,50	33
	PARIDAD	147	4,70	3,02	4	1	13	2	7

Dimorfismo sexual: \*: significativo a  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ .

En la Tabla 2 se presenta la distribución de los PN según los criterios de la OMS (1995). Ninguno de los nacimientos presentó MBPN y solamente 18 (6,67%) BPN, mas de la mitad de los cuales eran hijos de madres primíparas menores de 20 años de edad.

**Tabla 2: Categorías de peso de acuerdo a los criterios de la OMS, en función de la paridad, edad de la madre y sexo del recién nacido**

Paridad	Edad	PNN	BPN			MBPN	Total
			Niños	Niñas	Total		
Primíparas	<20	51	7	3	10	-	61
	20-40	22	3	-	3	-	25
	>40	1	-	-	-	-	1
Total		74	10	3	13	-	87
No primíparas	<20	6	-	1	1	-	7
	20-40	160	1	2	3	-	163
	>40	12	-	1	1	-	13
Total		178	1	4	5	-	183
TOTAL		252	11	7	18	-	270

PNN: normopeso (>2.500 g); BPN: bajo peso (1.500 g a 2.500 g); MBPN: muy bajo peso (<1.500 g).

La figura 2 muestra como el PN tiende, independientemente del sexo del recién nacido, a aumentar con la EM, a excepción de las hijas de madres mayores de 35 años. Aunque el análisis de la varianza puso de manifiesto diferencias puntuales, la tendencia general no resultó estadísticamente significativa. Igualmente, se advirtió que la PA parece influir de manera positiva en el PN (figura 3), encontrándose diferencias significativas en el grupo de las niñas; aunque en ambos sexos, se observa un importante incremento del PN en el tercer hijo. La diferencia sexual radica en que a partir de aquí, el peso de los varones se mantiene más o menos constante, mientras que en las niñas se produce una llamativa disminución en el grupo P<sub>4</sub>, de forma que el PN de los varones, en dicho grupo, es significativamente mayor que el de las niñas. Por otra parte, también se obtuvieron diferencias significativas al comparar, en ambos sexos y en cada uno por separado, los promedios de los primogénitos y no primogénitos, siendo el PN de las primíparas (3.032,28 g) menor que el observado en las múltiparas (3.175,85 g) con una  $p < 0.05$ .

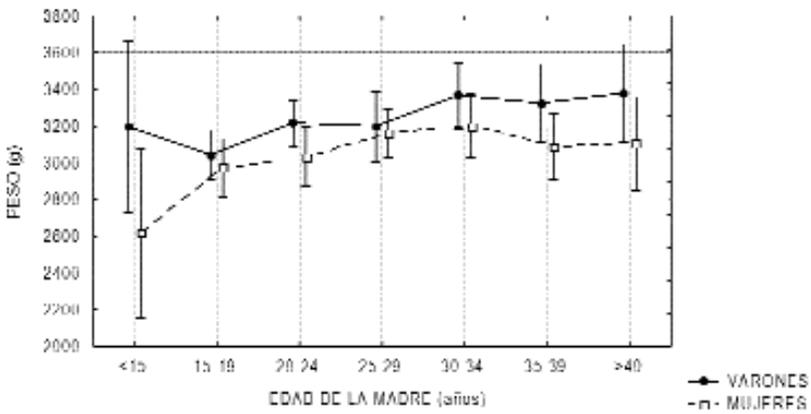


Figura 2. Dimorfismo sexual del PN en función de la edad de la madre.

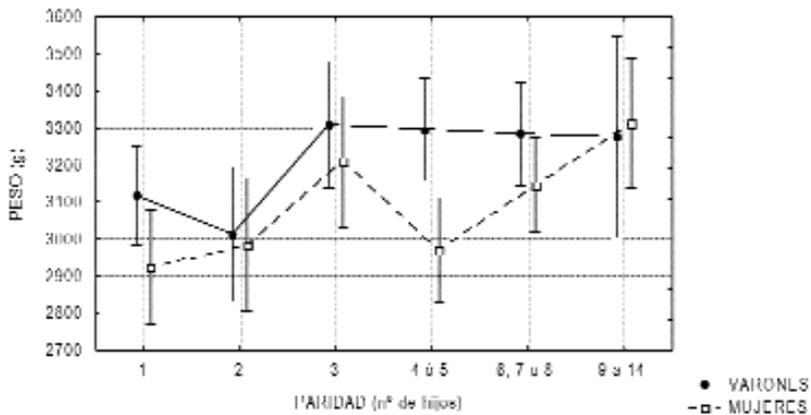


Figura 3. Dimorfismo sexual del PN en función de la paridad.

Los resultados del análisis de la covarianza muestran que, controlando el efecto de la edad de la madre, es decir, considerándola como factor covariante, la influencia de la paridad sobre el PN disminuye. Así, la diferencia de peso entre primogénitos o hijos de madre primíparas y no primogénitos se reduce en 8,16 gr, a costa, principalmente, de un aumento en el peso de los primeros, desapareciendo, con este cambio, la significación estadística de su contraste ( $p > 0,24$ ). No obstante, si se considera en un mismo grupo los nacidos en primer y segundo lugar (P1 y P2) y se compara su PN con el promedio obtenido para el resto de ordenes de nacimiento (P3, P4, P5 y P6), las diferencias siguen siendo estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). Lógicamente, las paridades mas altas corresponden a edades maternas más elevadas. De hecho, el coeficiente de correlación entre ellas ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,05$ ) resulta estadísticamente significativo, razón que sustenta la idea de que la variabilidad del PN en función del aumento de estas dos covariables se debe al efecto sumatorio de ambas.

En relación al PN medio obtenido en años anteriores para otras poblaciones de la misma provincia de Jujuy, así como para la propia población de Susques, y tal como se observa en la tabla 3, los recién nacidos susqueños, considerados en el presente estudio, tienen un peso medio inferior al alcanzado, en cualquiera de las series, por las regiones geográficas mas próximas al nivel del mar, como los Valles o el Ramal. Sin embargo, si en 1986, el Departamento de Susques presentaba un PN medio inferior al encontrado para la Puna, región geográfica a la que pertenece, en el actual estudio, la media obtenida se sitúa por encima, no sólo del conjunto de la Puna, sino también de la Quebrada, región de menor altitud (Dipierre *et al.*, 1992; Ocampo *et al.*, 1993; Álvarez *et al.*, 2002).

**Tabla 3: Media y desviación estándar de PN por región geográfica**

Regiones geográficas	Autor y periodo analizado			
	Ocampo et al. (1993) 1983-1984	Dipierri et al. (1992) 1986	Álvarez et al. () 1985-1993	Presente estudio 1996-2002
<b>PUNA</b> (3.600 m.s.n.m.) Susques	3041 ± 0.365	3060.452 ± 467.748  3045 ± 437.309	3096.414 ± 415.695	3145.80 ± 413.74
<b>QUEBRADA</b> (2.500 m.s.n.m.)	3129 ± 0.371	3077.472 ± 532.107	3120.643 ± 443.335	
<b>VALLES</b> (1200 m.s.n.m.)	3214 ± 0.409	3283.189 ± 578.173	3327.086 ± 461.117	
<b>RAMAL</b> (500 m.s.n.m.)	3252 ± 0.413	3394.977 ± 755.194	3356.484 ± 476.473	

La tabla 4, muestra los porcentajes de BP y MBP de cada una de las cuatro regiones geográficas que constituyen Jujuy. Las series comparadas corresponden a Ocampo *et al.* (1993),

Dipierri *et al.* (1992) y Álvarez *et al.* (2002) y a la aquí considerada. El porcentaje de BP encontrado en este último se sitúa dentro de la variabilidad que para esta categoría han obtenido los autores que han analizado la provincia en años anteriores. Así, el 6,67% que corresponde a Susques, es muy próximo al de las regiones geográficas con altitud media superior a los 1200 m.s.n.m. que, en general, presentan porcentajes mas elevados que aquellas con altitud media inferior. En la muestra analizada no se ha encontrado ningún caso de MBP al nacimiento, categoría que, en líneas generales, presenta frecuencias muy bajas en todas las series contrastadas.

**Tabla 4: Porcentajes de BPN y MBPN por región geográfica**

Regiones geográficas Autor y periodo analizado	PUNA (3.600 m.s.n.m.)		QUEBRADA (2.500 m.s.n.m.)		VALLES (1.200 m.s.n.m.)		RAMAL (500 m.s.n.m.)		TOTAL	
	BP %	MBP %	BP %	MBP %	BP %	MBP %	BP %	MBP %	BP %	MBP %
Ocampo <i>et al.</i> (1993) 1983-1984	9.1	0.6	7.8	0.6	7.4	1.1	7.0	1.2	7.4	1.1
Dipierri <i>et al.</i> (1992) 1986	7.93	0.33	9.96	1.22	5.54	1.09	5.60	1.18	6.03	1.08
Álvarez <i>et al.</i> () 1985-1993	5.55	0.06	6.86	0.07	3.03	0.09	3.17	0.08	3.47	0.08
Presente estudio 1996-2002 SUSQUES	6.67	0								

#### 4. Discusión

El PN promedio en el Departamento de Susques (3.145,80) es muy cercano al registrado en otras poblaciones americanas localizadas a la misma o similar altura sobre el nivel del mar, como es el caso de La Paz (Bolivia) a 3.600 m.s.n.m con un PN promedio de 3.165 g (Beall, 1976) o Colorado (USA) a 3.100 m.s.n.m con un PN de 3126 g (Leibson *et al.*, 1989).

Desde la primera evaluación del PN en la provincia de Jujuy en 1983 (Ocampo *et al.*, 1993) han transcurrido casi 20 años y, aunque las condiciones socioeconómicas son aún muy precarias, estos resultados podrían interpretarse como un incremento secular producido por mejoras en la calidad de vida de esta población. Una de las causas de estos cambios está, probablemente, relacionada con la apertura del paso de Jama, justo hace aproximadamente 20 años. Esta carretera, que constituye uno de los dos pasos que comunican Chile y Argentina, ha traído consigo, entre otras cosas, la llegada de nuevos alimentos no disponibles en esta zona, además del paso o asentamiento de numerosos viajeros atenuando el aislamiento que padecía esta población. Cabe destacar el interés que tendría comparar los resultados que aquí se presentan con datos actualizados de PN procedentes de la Puna, considerando el conjunto de sus departamentos, así como del resto de regiones que conforman la provincia de Jujuy. Esto permitiría

corroborar si, en efecto, en las últimas décadas ha tenido lugar un fenómeno de crecimiento secular para la etapa perinatal, y si éste se ha producido de forma paralela en todas las regiones

La elevada PA responde, posiblemente, a las singulares condiciones de adaptación asociadas, directa o indirectamente, a un contexto ecológico extremo, como son los ambientes de altura (Volland, 1998). Diversas investigaciones recopiladas por Baker (1978), así como estudios más recientes en otras comunidades de altura como la Aymara de Bolivia, a 3.600 m.s.n.m., (Crognier, 1999) revelan un patrón reproductor caracterizado, de forma general, por una alta fertilidad debida, fundamentalmente, a un rápido ritmo de embarazos. Si bien, autores como Baker (1978) describen, para estas poblaciones, un inicio tardío de la vida fértil, concentrándose el mayor número de embarazos entre los 30 y 40 años, el grupo estudiado en el presente trabajo se comporta de manera distinta, observándose un alto porcentaje de madres adolescentes. Un análisis en profundidad de otras particularidades de cada una de estas poblaciones ayudaría a aclarar si el inicio temprano del ciclo reproductivo representa una estrategia alternativa de adaptación a los ecosistemas de altura, exclusiva de esta población, o bien se trata de un carácter independiente de la altitud, asociado a otras peculiaridades de cada comunidad.

Ni la PA ni la EM explican por sí solas la variación encontrada en el PN. Solo la suma e interacción positiva de ambos factores influye de forma significativa sobre el PN, siendo el número de hijos previos la variable que ejerce el efecto más importante. De acuerdo con Frisancho (1987) y Nault (1997), se esperaría una disminución del PN a paridades altas (a partir del sexto hijo) y edades superiores a los 35 años. Sin embargo, en Susques, tal fenómeno no se observa. Si acaso cabe mencionar una cierta disminución de peso en las recién nacidas de madres con edades comprendidas entre 35 y 40 años.

Por otra parte, en Susques se cumple el modelo habitual para poblaciones de muy diversa procedencia que describe un menor PN para el primer hijo, seguido de una tendencia ascendente en función de la paridad (Rosemberg, 1988; Rajanikumari *et al.*, 1986). Sin embargo, el aumento significativo de PN no se produce en el segundo hijo, como ocurre en mujeres bien alimentadas (Guyton, 1989 y Nault, 1997), sino en el tercero, lo cual puede significar dos cosas. Una, que existe un retraso en la adquisición del tamaño de los órganos reproductores y de la capacidad de circulación materna necesarios para albergar y asegurar la nutrición fetal (Zamudio *et al.*, 1993; 1995; Ulrich, 1982) y, que todo ello, se encuentre relacionado con una mala alimentación, con la hipoxia altitudinal, o con cualquier otro factor característico de los ambientes de altura. La otra posibilidad es que no exista tal retraso en el desarrollo ontogénico, y el aumento de capacidad materna se produzca a la misma edad que en otras poblaciones, pero que la mayoría de las madres con dos hijos no hayan llegado aún a esta, dada la precocidad con que se inicia la maternidad en Susques. Probablemente ambas alternativas sean parcialmente ciertas.

De la comparación entre regiones que se muestra en las tablas 3 y 4 se deduce que las poblaciones de mayor altitud (por encima de los 2.500 m.s.n.m.) están expuestas un mayor riesgo de BPN que las ubicadas por debajo de dicho límite. Sin embargo, el MBPN, con frecuencias muy pequeñas en todos los medios comparados, no parece estar asociado a la altitud, debiendo rela-

cionarse su etiología con otros factores independientes a ésta. Para ninguna de las dos categorías, MBPN o BPN, los porcentajes obtenidos en Susques superan los valores propuestos por la OMS (2% y 15%, respectivamente) (1995), a partir de los cuales una población se considera expuesta a un alto riesgo de mortalidad y morbilidad fetal e infantil.

Análisis más complejos, que incluyan un mayor número de variables potencialmente influyentes en el PN, ayudarían a esclarecer en qué medida su reducción característica en los ecosistemas de altura constituye una respuesta adaptativa a las bajas concentraciones de oxígeno atmosférico. Además si tal adaptación se halla o no asociada al aumento de superficie y peso de la placenta encontrada en estas zonas, (Mclung, 1969; Passano, 1969; Kruger y Arias-Estella, 1970 y Frisancho, 1978). Por otra parte, y de forma no excluyente, el estrés nutricional podría ser el origen de este menor PN cuya importancia biológica radicaría en la ventaja que supone tener un menor tamaño corporal y, por tanto, menores requerimientos energéticos en un ambiente que implica un gran gasto energético y una baja disponibilidad de recursos (Frisancho, 1987 y Beall, 1981). En este sentido investigaciones llevadas a cabo por Jensen y Moore, (1997) o Giusani *et al.* (2001) en otras poblaciones, indican que la hipoxia altitudinal actuaría independientemente de otros factores de riesgo concomitantes y/o su exacerbación (estatus socioeconómico, edad gestacional, ganancia del peso materno, paridad, cuidados prenatales, hipertensión etc.) en la reducción del PN. Los trabajos de Mortola *et al.* (2000) en los que se evalúa el PN en 15 comunidades peruanas situadas entre Lima, a nivel del mar, y Cerro de Pasco, a 4.320 m.s.n.m., revelan que la reducción del PN con la altura se produce, independientemente de la influencia de factores socioeconómicos, a un determinado punto crítico de la PB de 590 mm Hg, correspondiente a una altura de 2.000 m.s.n.m.

## 5. Conclusiones

El PN al nacer en Susques es inferior al obtenido en las regiones de menor altitud de la misma provincia y muy similar al de otras poblaciones americanas de altura, sin que ello suponga un riesgo mayor a presentar nacimientos con MBPN. El porcentaje de BPN es superior al hallado en las regiones ubicadas a altitudes inferiores a 2500 m.s.n.m. Sin embargo, para ninguna de las dos categorías, BPN o MBPN los valores superan los establecidos por la OMS como críticos (1995). Consecuentemente, puede inferirse que los susqueños son una población bien adaptada a su entorno ambiental, por lo que se refiere al PN. Análisis adicionales sobre la mortalidad infantil y sus componentes en función del PN, de esta y otras poblaciones de altura, ayudarían a confirmar o desechar esta hipótesis.

El patrón reproductivo está caracterizado por una edad de maternidad temprana y un elevado número de hijos. Otros factores no contemplados en este trabajo, como el estado nutricional, el nivel socioeconómico, la educación, el cuidado pre y postnatal, el estado civil de las madres, la actividad física, hábitos de higiene y condiciones sanitarias de la vivienda, entre otros, pueden influir de forma importante en el PN, ya que la PA y la EM solo explican una pequeña parte (7%) de la variabilidad ponderal encontrada.

Son necesarios estudios más completos para dilucidar en qué medida el menor PN responde, directa y/o indirectamente, a la hipoxia, y cuánto influyen otras condiciones ambientales asociadas a la escasa disponibilidad de recursos que caracteriza a las regiones de altura.

## 6. Referencias bibliográficas

ALBERMAN, E. *et al.*

- 1992      The contrasting effects of parental birthweight and gestational age on the birthweight of offspring. *Pediat. Perinat. Epidem* 6:134-44.

ALDENDERFER, M.

- 1999      The pleistocene/Holocene transition in Peru and its effects upon human use of the landscape. *Quat Int* 53/54:11-19.

ÁLVAREZ, P. B., DIPIERRI, J. E., BEJARANO, I. F. y ALFARO, E. L.

- 1992      Variación altitudinal del peso al nacimiento en la provincia de Jujuy. *Archivos Argentinos de Pediatría*. En prensa.

ARNAUD, J. y LARROUY, G.

- 1986      L'altitude. En: *L'homme son évolution sa diversité*. Manuel d'Anthropologie Physique. Ed. CNRS. Paris. pp: 339-345.

BAKER, P. T.

- 1978      The adaptive fitness of high altitude populations. En *The biology of high altitude peoples*, Ed. por P. T. Baker. International Biological Programme. Cambridge University Press.

BARROS, F. C. *et al.*

- 1992      Comparison of the causes and consequences of prematurity and intrauterine growth retardation: a longitudinal study in southern Brazil. *Pediatrics* 90:238-44.

BAUER, C., JELKMANN, W. y MOLL, W.

- 1981      High oxygen affinity of maternal blood reduces fetal weight in rats. *Resp. Phys.* 43:169-78.

BEALL, C. M.

- 1976      The effects of high altitude on growth, morbidity and mortality of Peruvian infants. Ph.D. dissertation, Pennsylvania State University, University Park, PA.
- 1981      Optimal birthweight in Peruvian populations at high and low altitudes. *Am. J. Phys. Anthrop* 56:209-216.
- 2001      Adaptations to altitude: a current assessment. *Annu Rev Anthropol* 30:423-456.

CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN

- 1991      Rep. Argentina.

CHANG, K-C.

- 1992      China. In *Chronologies in old world archaeology*, ed. RW Ehrich, Chicago/London: Univ. Chicago Press. 3<sup>rd</sup> ed.

CROGNIER, E.

- 1999      Los patrones reproductivos en poblaciones Aymara de Bolivia. Cuartas Jornadas Nacionales de Antropología Biológica, San Salvador de Jujuy.

- DELGADO, F. y GÖBEL, B.  
1995      Departamento de Susques: la historia olvidada de la Puna de Atacama. En: Jujuy en la historia. Avances de Investigación II. Edit. Unidad de Historia Regional, Universidad Nacional de Jujuy.
- DIPIERRI, J. E., OCAMPO, S. B., OLGUÍN, M. E., SUÁREZ, D.  
1992      Peso al nacimiento y altura en la Provincia de Jujuy. *Cuadernos FHYCS-UNJU* 3:156-166.
- FRACCARO, M.  
1956      A contribution to the study of birth weight based on an Italian sample. *Ann. Hum. Genet.* 20:282-287.
- FRISANCHO, A. R.  
1970      Developmental responses to high altitude hypoxia. *Am J. Phys. Anthropol* 32:401-8.  
1978      Human growth and development among high altitude populations. En: The biology of high altitude peoples. P. T. baker ed., Cambridge Univ. press: 117-171.  
1987      Human adaptation and accommodation.
- FRISANCHO, A. R., GUIRE, K., BABLER, W., BORKAN, G. y WAY, A.  
1980      Nutritional influence on childhood development and genetic control of adolescent growth of Quechuas and Mestizos from the Peruvian Lowlands. *Am. J. Phys. Anthropol.* 52:367-375.
- GUYTON, A. C.  
1989      Textbook of medical physiology. Philadelphia, PA. W. B. Saunders.
- GIUSANI, D. A., PHILLIPS, P. S., ANSTEE, S., BARKER, D.  
2001      Effects of altitude versus economic status on birthweight and body shape at birth. *Pediatr. Res.* 49(4):490-494.
- HAAS, J. D.  
1980      Maternal adaptation and fetal growth at high altitude in Bolivia. In L.S. Green and F.S. Johnston, eds., Social and biological predictors of nutritional status, physical growth and neurological development. New York, NY: Academic Press. 257-90.
- HAAS, J. D., FRONCILLO, E. A., STEPICK, C. D., BEARD, J. L. y HURTADO, G. L.  
1980      Altitude, ethnic and sex difference in birth weight and length in Bolivia. *Hum. Biol.* 3:359-477.
- HEBBEL, R. P., BERGER, E. M. y EATON, J. W.  
1980      Effect of increased maternal hemoglobin oxygen affinity on fetal growth in rats. *Blood* 55:969-74.
- HOLLINGSWORTH, M. J.  
1965      Observations on the birth weights and survival of African babies: single births. *Ann. Hum. Genet. Lond.* 28:291-300.
- JAYANT, K.  
1964      Birth weight and some other factors in relation to infant survival. A study on an Indian sample. *Ann. Hum. Genet. Lond.* 27:261-70.

JENSEN, G. M., MOORE, I. G.

- 1997      The effect of high altitude and other risk factors on birthweight: independent or interactive effects? *Am J Pub Health* 87(6):1003-1007.

JOHNSTONE, F. e INGLIS, L.

- 1974      Familial trends in low birth weight. *British Medical Journal* 3:659-61.

KEIRSE, M. J.

- 1984      Epidemiology and aetiology of the growth retarded baby. *Clinical Obstetrics and gynaecology* 11:415-436.

KLEBANOFF, M. A.

- 1984      Low birth across generations. *J. Am. Med. Assoc.* 252:2423-2427.

KRAMER, M. S.

- 1987      Determinants of low birth weight: methodological assesment and meta-analysis. Bulletin of the World Health Organization-Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé, 65:663-737.
- 1990      Determinants of fetal growth and body proporcionality. *Pediatrics* 86:18-26.

KRUGER, H. y ARIAS-STELLA, J.

- 1970      The placenta and the new born infant at high altitudes. *Am. J Obstet. Gynecol* 106:586-91.

LEFF, M.

- 1992      The association of maternal low birthweight and infant low birthweight in a racially mixed population. *Pediat. Perinat. Epidem.* 6:51-61.

LEIBSON, C., BROWN, M., THIBODEAU, S., STEVENSON, D. *et al.*

- 1989      Neonatal hiperbilirubinemia at high altitude. *Am. J. Dis. Child.* 143:983-87.

McCLUNG, J.

- 1969      Effects of high altitude on human birth. Cambridge, M.A. Harvard University Press.

McCORMICK, M. C.

- 1985      The contribution of low birth weight to infant mortality and childhood morbidity. *New England J. of Medicine* 312:82-90.

MILLIS, J.

- 1959      Distribution of birth weights of Chinese and Indian infants born in Singapore: Birth weight and index of maturity. *Ann. Hum. Genet.* 23:164-70.

MORTOLA, J. P., FRAPELL, P. B., ACÜERO, L., ARMSTRONG, K.

- 2000      Birth weight and altitude:a study in Peruvian communities. *J Pediatr* 136(3):324-329.

NAULT, F.

- 1997      Infant mortality and low birthweight, 1975 to 1995. *Health Reports* 9 (3)39-46.

OCAMPO, S. B., DIPIERRI, J. E. y RUSSO, A.

- 1993      Efecto de la variación altitudinal en el bajo y muy bajo peso al nacimiento en la provincia de Jujuy (Argentina). *Bol. Soc. Esp. Antrop. Biol.* 14:9-19.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

- 1995      El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de Informes Técnicos N.º 854.

PASSANO, S.

- 1969      Observaciones humanas de la placenta en Puno 3812m. De altura. *Ginecología y Obstetricia* 15:45-57.

PROMBOON, S., MI, M. P. y CHATURACHINDA, K.

- 1983      Birth weight, placental weight and gestation time in relation to natural selection in Thailand. *Ann. Hum. Genet.* 47:1433-41.

RAJANIKUMARI, J, RAO, T. V., SRIKUMARO, C. R.

- 1986      Proportion of low birth weight infants in Visakhapatnam (India) and its relationship with maternal age, parity and infants survival. *Anthrop. Anz.* 44:13-18.

ROSEMBERG, M.

- 1988      Birth weights in three Norwegian cities, 1860-1984. Secular trends and influencing factors. *Ann. Hum. Biol.* 15: 275-288.

SCHWARCZ, R., DÍAZ, A. G., FESCINA, R., DÍAZ ROSELLO, J. L., BELITZKY, R. y MARTELL, M.

- 1983      El bajo peso al nacer y la mortalidad perinatal en maternidades de América Latina. Publicación científica. C.L.A.P., n.º 975.

STEIN, Z. A. y SUSSER, M.

- 1984      Intrauterin growth retardation: epidemiological issues and public health significance. *Seminars in perinatology*, 8:5-14.

TEBERG, A. J., WALTHER, F. J. y PENA, I. C.

- 1988      Mortality, morbidity and outcome of the small-for-gestational-age infant. *Seminars in perinatology*, 12:84-94.

TERRENATO, L., GRAVINA, M. F. y ULIZZI

- 1981      Natural selection associated with birth weight. I. Selection intensity and selective deaths from birth to one month of life. *Ann. Hum. Genet.* 45:55-63.

ULRICH, M.

- 1982      Fetal growth patterns in a population of Danish newborn infants in relation to gestational age, birth order and sex. *Acta Paediatr. Scand.* 292:5-17.

VOLAND, E.

- 1998      Evolutionary ecology of human reproduction. *Ann Rev Anthropol* 27:347-374.

WEINSTEIN, R. y HASS, J. D.

- 1977      Early stress and later reproductive performance under conditions of malnutrition and high altitude hypoxia. *Med. Anthrop.* 1:25-54.

WEN, S. W.

- 1990      Intrauterin growth retardation and preterm delivery: prenatal risk factors in an indigent population. *Am. J. of Obstetrics and Gynec.* 162:213-218.

- ZAMUDIO, S., DROMA, T., NORKYEL, K. Y., ACHARYA, G., ZAMUDIO, J. A., NIERMEYER, S. N. y MOORE, L. G.  
1993      Protection from intrauterine growth retardation in Tibetans at high altitude. *Am. J. Phys. Anthropol.* Vol. 91,2: 215-224.
- ZAMUDIO, S., PALMER, S. K., DROMA, T., STAMM, E., COFFIN, C. y MOORE, L. G.  
1995      Effect of altitude on uterine artery blood flow during normal pregnancy. *J. Appl. Physiol.* Vol. 79,1:7-14.