

## Artículo original

## Variación altitudinal del peso al nacer en la provincia de Jujuy<sup>#</sup>

Dres. Pamela B. Alvarez\*, José E. Dipierri\*\*, Ignacio F. Bejarano\*\*\* y Emma L. Alfaro\*\*

### Resumen

**Introducción.** La variación del peso al nacer obedece a la interacción de factores genéticos y mesológicos. Geomorfológicamente, la provincia de Jujuy presenta una gradiente altitudinal entre 500 y 4.500 m sobre el nivel del mar (snm); el 13% de los nacimientos se produce en localidades ubicadas por encima de los 2.500 m snm. El objetivo de este trabajo fue analizar la variación altitudinal del peso al nacer de 106.807 nacidos vivos entre 1985 y 1993.

**Población, material y métodos.** Los datos se tomaron de los Informes Estadísticos de Nacidos Vivos (Dirección de Estadística del Ministerio de Bienestar Social de la provincia de Jujuy) y se agruparon por región, sexo, edad gestacional y en tres categorías de peso (normal, bajo y muy bajo) y se estandarizaron mediante la prueba z. Las diferencias interregionales y sexuales se establecieron mediante ANOVA y la altura geográfica se correlacionó con el peso al nacer mediante el coeficiente *r* de Pearson.

**Resultados.** Se observaron diferencias intersexuales e interregionales estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ). Los varones fueron más pesados que las mujeres y el peso se correlacionó negativamente con la altura geográfica. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre sexo y regiones con respecto al peso muy bajo y los valores más bajos de peso normal y bajo peso se presentaron en las regiones de altura. Comparativamente, los niños jujeños, independientemente de la región y el sexo, son menos pesados que los de la referencia nacional, pero independientemente de la región, más del 97% de la población se encuentra entre  $-2z$  y  $+2z$ . Las diferencias interregionales del peso se mantienen cuando se considera su distribución por edad gestacional.

**Conclusiones.** Se observó que el peso al nacer presentó: 1) diferencias intersexuales e interregionales; 2) una correlación negativa con la altura geográfica; 3) diferencias con respecto a la referencia nacional en los varones. La variación del peso al nacer en la provincia de Jujuy podría atribuirse al efecto de la interrelación de factores biológicos y ambientales, entre los que se destacan la altitud geográfica y el nivel socioeconómico. Estos resultados son congruentes con los antecedentes biológicos, históricos, culturales y socioeconómicos que caracterizan a las poblaciones jujeñas.

**Palabras clave:** peso al nacer, altura geográfica, provincia de Jujuy.

### Summary

**Introduction.** Birth weight variation (BW) depends on the interaction between genetic and mesologic factors. Geomorphologically, the province of Jujuy in Northern Argentina presents an altitudinal gradient between 500 and 4,500 m above sea level (asl), while 13 per cent of births take place in towns located above 2,500 m asl. The purpose of this paper

was to analyze BW altitudinal variation of 106, 807 children born alive between 1985 and 1993.

**Population, materials & methods.** Data were grouped by region, sex and gestational age. They were divided into three categories: normal birthweight (NBW), low birthweight (LBW) and very low birthweight (VLBW), and they were standardized using the z test. Interregional and sex differences were set using ANOVA, and geographic height was correlated to BW through Pearson's *r*.

**Results.** Statistically significant ( $P < 0.05$ ) intersexual and interregional variations were found. Boys were heavier than girls, and VLBW was negatively correlated to geographic altitude. No statistically significant differences were observed between sex and VLBW regions. The lowest LBW and NBW values were found in high regions. Comparatively speaking, jujenean children, regardless of region, weigh less than a national population mean, but regardless of region and sex, over 97 per cent of the population in these areas fall between  $-2z$  and  $+2z$ . BW interregional differences were stable when distribution by gestational age was studied.

**Conclusions.** It was observed that BW showed: 1) sexual and regional differences; 2) a negative correlation with geographic altitude; 3) differences with regard to the national reference in the male. BW variation in the province of Jujuy could be attributed to the effect of biological and environmental factors, with geographic altitude and socioeconomic level as outstanding components. These results agree with biological, historical, cultural and socioeconomic antecedents characterizing jujenean populations.

**Key words:** birthweight, geographic altitude, province of Jujuy.

\* Cátedra de Antropología Sociocultural. UNPA. Unidad Académica Río Gallegos.

\*\* Sección Genética. Instituto de Biología de la Altura. Universidad Nacional de Jujuy.

\*\*\*Cátedra Antropología Biológica I. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy.

Correspondencia: J. E. Dipierri. Instituto de Biología de la Altura. Av. Bolivia 1661. (4600) San Salvador de Jujuy. dipierri@inbial.unju.edu.ar

### # Aclaración de

**intereses:** Este estudio se realizó como parte de una tesis de Licenciatura en Antropología en el marco del proyecto "Poblaciones nativas del Norte de la República Argentina: aspectos genéticos y bioantropológicos". Este proyecto está subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy.

### INTRODUCCIÓN

Las poblaciones humanas difieren entre sí respecto de las variables auxológicas, incluido el peso al nacer (PN).<sup>1-3</sup> Estas diferencias obedecen a la interacción de un vasto conjunto de factores genéticos y ambientales. Desde este punto de vista, el crecimiento y desarrollo humano no debe visualizarse como un proceso rígido de acuerdo con un plan genético determinado,<sup>2</sup> sino más bien como un fenómeno biológico que conferiría a los individuos una gran ventaja adaptativa que les permitiría acomodarse a distintas condiciones ambientales.

Más de 25 millones de personas viven en regiones de altura superiores a los 3.000 metros sobre el nivel del mar (snm). En la provincia de Jujuy (noroeste de Argentina), cerca del 13% de los nacimientos provinciales anuales ocurren en localidades ubicadas por encima de los 2.500 m. Los ambientes de altura imponen a las poblaciones residentes en ellos numerosos factores de estrés: hipoxia, gran amplitud térmica, baja humedad relativa, escaso aporte nutricional y alta radiación cósmica.<sup>4</sup> De todos ellos, la hipoxia es el más grave debido a que ninguna adaptación cultural o tecnológica permite disminuir o superar sus efectos.<sup>5</sup> La altura representaría así, un factor evolutivo de gran importancia debido a la permanencia de su acción sobre las poblaciones expuestas a ella,<sup>3</sup> lo que constituye un dato omnipresente de gran interés para médicos, evolucionistas, genetistas, bioantropólogos, fisiólogos y auxólogos.<sup>5</sup>

Se han propuestos distintos diseños para evidenciar las diferencias interpoblacionales en el crecimiento y desarrollo humanos, debidas a las causas mesológicas y biológicas.<sup>3</sup> En algunos casos, se han comparado poblaciones de distinto origen cultural, étnico o geográfico, vivientes en el mismo ambiente, o en ámbitos similares. En otros, las diferencias se establecieron controlando las variables socioeconómicas (educación, ingresos,

acceso a los servicios de salud, etc.).<sup>6,7</sup>

La provincia de Jujuy se caracteriza por una gran heterogeneidad geográfica sobre la que se asientan distintas poblaciones con un origen étnico, genético y cultural común. En efecto, debido a su localización sobre los Andes meridionales, presenta un relieve con grandes variaciones altimétricas que conforman un gradiente altitudinal que se extiende a través de cuatro regiones ecológicas, claramente definidas (Gráfico 1): Puna (3.500 m), Quebrada (2.500 m), Valle (1.200 m), Ramal (500 m). En la composición étnica de la provincia de Jujuy, con aportes caucásico europeo y negro, predomina la contribución de la población amerindia original.<sup>8</sup>

La disminución del PN en relación con la altura geográfica ha sido constatada en todos los continentes donde se presenta este medio ambiente extremo.<sup>3-5,9-14</sup> Existen antecedentes<sup>15,16</sup> sobre la relación entre el PN y altura geográfica en la provincia de Jujuy, que indican que éste disminuye significativamente con el aumento de la altura geográfica. Este trabajo se propone profundizar el análisis de la variación geográfica del PN de los recién nacidos vivos (RNV) de la provincia de Jujuy, entre 1985 y 1993.

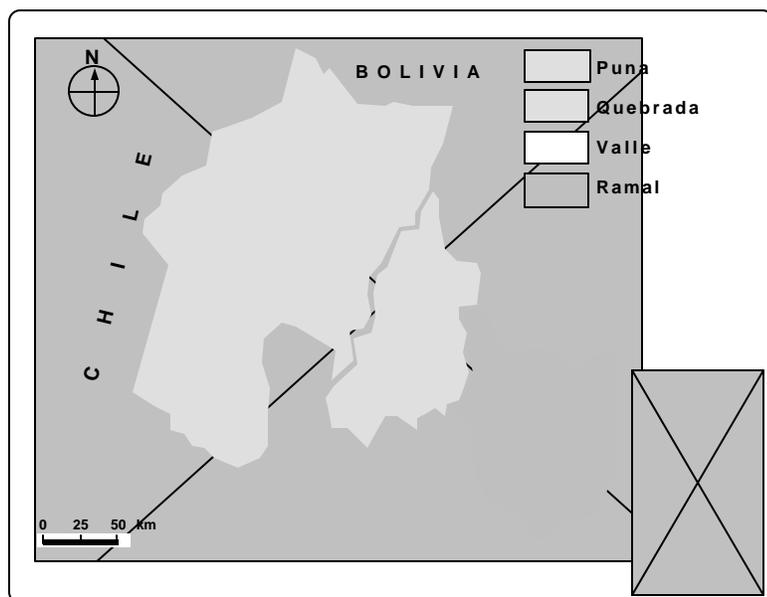
## POBLACIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos procedieron de los Informes Estadísticos de Nacidos Vivos (Dirección de Estadística del Ministerio de Bienestar Social de la provincia de Jujuy) correspondientes al período 1985-1993. Se excluyeron los registros: 1) con un período gestacional menor de 37 semanas; 2) de niños nacidos en otros años o en otras provincias; 3) que no consignaran la información sobre PN, sexo, edad gestacional, lugar o año de nacimiento; 4) con un peso menor de 500 g. La distribución de los registros excluidos fue proporcional al número de nacimientos ocurridos en cada una de las regiones geográficas.

Se calculó la media y el desvío estándar del PN por sexo, región de nacimiento y edad gestacional (37 a 42 semanas). El PN se agrupó en tres categorías: a) normal (PNN) (>2.500 g); b) bajo (BPN) (1.500 a 2.500 g); y c) muy bajo (MBPN) (<1.500 g).

Los datos se estandarizaron con la prueba z, y se utilizó como referencia el PN establecido por Agrelo<sup>17</sup> para la ciudad de

GRÁFICO 1. Provincia de Jujuy: regiones ecológicas



Córdoba, que incluye únicamente RNV a término. La comparación del PN por edad gestacional se estableció con la serie determinada por San Pedro et al.<sup>18</sup> para una maternidad pública del área urbana de la ciudad de Buenos Aires, referencia en la cual la media y el desvío estándar se calcularon agrupando los dos sexos. Se determinó el número y porcentaje de RNV para las tres categorías fenotípicas de la OMS.<sup>19</sup> Las diferencias interregionales y sexuales se establecieron mediante el análisis de la varianza. La altura geográfica se correlacionó con el PN mediante la prueba de Pearson.

## RESULTADOS

El número total de datos analizados correspondió a 106.807 RNV/54.360 varones y 52.447 mujeres). Se excluyeron los datos de 17.431 RNV, la causa más frecuente fue la edad gestacional (82,19%), seguida por ausencia de fecha de nacimiento 7,97%, sin datos de peso 7,22%, sin lugar de nacimiento 2,61% y sexo desconocido 0,01%.

La media ( $\bar{x}$ ), el desvío estándar por región y sexo se presenta en la *Tabla 1*. En las *Tablas 2* y *3* se observan estos datos estadísticos por edad gestacional, sexo y región. Se observaron diferencias intersexuales e interregionales estadísticamente significativas del PN ( $P < 0,05$ ). En todas las regiones los varones fueron más pesados que las mujeres ( $P < 0,05$ ) (*Tabla 1*). Respecto a las diferencias interregionales del PN se observó, en ambos sexos, una distribución de acuerdo a un gradiente altitudinal, con los PN promedio más bajos en la Puna y los más altos en el Ramal. El PN se correlacionó negativamente con la altura geográfica (varones  $r = -0,157$ ; mujeres  $r = -0,165$ ).

Con respecto a los porcentajes de MBPN,

BPN y PNN (*Tablas 4* y *5*), se observaron diferencias entre sexos para PNN y BPN y entre regiones para las tres categorías. En ambos sexos, las cuatro regiones presentan porcentajes de MBPN que no difieren estadísticamente entre sí ( $P < 0,05$ ). En relación con el BPN y PNN, en ambos sexos, las únicas regiones que no difieren estadísticamente son Valle y Ramal. Los valores más bajos de BPN y PNN se presentaron en Quebrada, seguida por Puna.

La comparación del PN promedio con la población cordobesa de referencia<sup>17</sup> indicó que los RNV varones jujeños, independientemente de la región, son menos pesados ( $P < 0,01$ ); no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las mujeres. Independientemente de la región, el sexo y la edad gestacional, más del 97% de la población se ubicó entre  $-2z$  y  $+2z$ . En las regiones de altura (Quebrada y Puna) y en ambos sexos se presentaron los porcentajes más elevados de los RNV ubicados por debajo de  $-2z$ , mientras que las regiones del Valle y Ramal exhibieron los porcentajes más altos de la población por encima de  $2z$  (*Tablas 6* y *7*). Las diferencias interregionales del PN se mantuvieron cuando se consideró su distribución por edad gestacional; las regiones de altura (Puna y

TABLA 1. Tamaño de la muestra, promedio ( $\bar{x}$ ) y desvío estándar (DE) del peso al nacer (g) por región geográfica y sexos

| Regiones geográficas | Varones |                       | Mujeres |                       |
|----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
|                      | N       | $\bar{x} \pm DE$      | N       | $\bar{x} \pm DE$      |
| Ramal                | 16.516  | 3.414,94 $\pm$ 483,48 | 15.790  | 3.295,34 $\pm$ 461,17 |
| Valle                | 30.889  | 3.382,52 $\pm$ 470,80 | 29.885  | 3.269,79 $\pm$ 443,67 |
| Quebrada             | 2.916   | 3.184,57 $\pm$ 449,89 | 2.826   | 3.054,68 $\pm$ 426,54 |
| Puna                 | 4.039   | 3.151,93 $\pm$ 424,33 | 3.946   | 3.039,59 $\pm$ 398,74 |

TABLA 2. Tamaño de la muestra, promedio ( $\bar{x}$ ) y desvío estándar (DE) del peso al nacer (g) por edad gestacional y región geográfica en varones

| Edad gestacional (semanas) | Ramal  |                       | Valle  |                       | Quebrada |                       | Puna |                       |
|----------------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|----------|-----------------------|------|-----------------------|
|                            | N      | $\bar{x} \pm DE$      | N      | $\bar{x} \pm DE$      | N        | $\bar{x} \pm DE$      | N    | $\bar{x} \pm DE$      |
| 37                         | 554    | 2.821,18 $\pm$ 492,95 | 928    | 2.746,75 $\pm$ 469,05 | 104      | 2.685,48 $\pm$ 401,37 | 228  | 2.822,50 $\pm$ 428,73 |
| 38                         | 1.516  | 3.080,03 $\pm$ 473,01 | 2.288  | 3.014,61 $\pm$ 455,71 | 320      | 2.900,17 $\pm$ 398,11 | 646  | 2.987,67 $\pm$ 405,12 |
| 39                         | 2.676  | 3.287,84 $\pm$ 453,67 | 3.961  | 3.242,94 $\pm$ 433,42 | 798      | 3.134,13 $\pm$ 408,20 | 1212 | 3.103,32 $\pm$ 367,08 |
| 40                         | 10.573 | 3.498,83 $\pm$ 433,75 | 21.907 | 3.454,33 $\pm$ 428,21 | 1.453    | 3.261,69 $\pm$ 412,09 | 1677 | 3.268,18 $\pm$ 401,45 |
| 41                         | 788    | 3.670,70 $\pm$ 488,33 | 1.235  | 3.612,75 $\pm$ 469,49 | 164      | 3.466,34 $\pm$ 502,01 | 151  | 3.359,54 $\pm$ 499,72 |
| 42                         | 409    | 3.630,56 $\pm$ 510,51 | 570    | 3.605,44 $\pm$ 540,88 | 77       | 3.482,87 $\pm$ 447,98 | 125  | 3.365,53 $\pm$ 506,15 |

Quebrada) presentaron, para ambos sexos, los promedios más bajos y en general, los promedios de todas las regiones fueron inferiores a los de la referencia establecida para el área urbana de Buenos Aires,<sup>18</sup> sobre todo en las mujeres (Gráficos 2 y 3). Se debe señalar el particular comportamiento de la evolución del PN en relación con la edad gestacional en la Puna. A las 37 semanas de gestación en ambos sexos, el PN en esta región es similar al registrado en Ramal (Tablas 2 y 3); sin embargo, con la progresión de la gestación se presenta un aumento diferencial del PN en ambas regiones (Gráficos 2 y 3).

### DISCUSIÓN

En este trabajo se observó que: a) existen diferencias interregionales estadísticamente significativas del PN; b) hay una correlación

negativa entre éste y la altura geográfica; c) estas diferencias no están sesgadas por el tiempo de gestación, ya que esta variable fue neutralizada por la eliminación de las gestas menores de 37 semanas.

Los antecedentes locales de estudios auxológicos, en otros grupos de edad y recurriendo a otros parámetros, concuerdan con los resultados encontrados en este trabajo, lo que indica que en la provincia de Jujuy existe, al igual que con las características genéticas de sus poblaciones,<sup>8,20-22</sup> una distribución regional diferencial de las variables auxológicas.<sup>23-25</sup>

Uno de los paradigmas de la adaptación biológica humana es precisamente la hipoxia en la altura,<sup>26</sup> la que induce importantes cambios fisiológicos necesarios para el ajuste a la crónica condición hipoxémica-hipobárica existente en este hábitat.<sup>3,4,27</sup> La abundante

TABLA 3. Tamaño de la muestra, promedio ( $\bar{x}$ ) y desvío estándar (DE) del peso al nacer (g) por edad gestacional y región geográfica en mujeres

| Edad gestacional (semanas) | Ramal |                       | Valle  |                       | Quebrada |                       | Puna  |                       |
|----------------------------|-------|-----------------------|--------|-----------------------|----------|-----------------------|-------|-----------------------|
|                            | N     | $\bar{x} \pm DE$      | N      | $\bar{x} \pm DE$      | N        | $\bar{x} \pm DE$      | N     | $\bar{x} \pm DE$      |
| 37                         | 589   | 2.793,19 $\pm$ 480,11 | 930    | 2.695,99 $\pm$ 433,83 | 87       | 2.610,46 $\pm$ 423,27 | 233   | 2.767,08 $\pm$ 397,05 |
| 38                         | 1.651 | 2.968,27 $\pm$ 425,12 | 2.567  | 2.942,77 $\pm$ 427,69 | 347      | 2.842,78 $\pm$ 377,88 | 647   | 2.881,93 $\pm$ 384,21 |
| 39                         | 2.812 | 3.183,52 $\pm$ 426,57 | 4.363  | 3.140,27 $\pm$ 400,14 | 875      | 3.004,98 $\pm$ 385,96 | 1.231 | 3.013,31 $\pm$ 348,02 |
| 40                         | 9.696 | 3.391,43 $\pm$ 413,97 | 20.572 | 3.349,37 $\pm$ 405,32 | 1.301    | 3.147,22 $\pm$ 409,33 | 1.613 | 3.151,23 $\pm$ 391,84 |
| 41                         | 693   | 3.511,74 $\pm$ 475,16 | 1.012  | 3.468,79 $\pm$ 456,16 | 155      | 3.242,45 $\pm$ 432,80 | 126   | 3.155,96 $\pm$ 420,83 |
| 42                         | 349   | 3.491,81 $\pm$ 534,28 | 441    | 3.495,65 $\pm$ 484,47 | 61       | 3.155,74 $\pm$ 579,69 | 96    | 3.071,88 $\pm$ 465,03 |

TABLA 4. Distribución regional del número (N) y porcentaje (%) de RNV varones según categorías de peso<sup>19</sup>

| Categoría | Puna  |       | Quebrada |       | Valle  |       | Ramal  |       | Total  |       |
|-----------|-------|-------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|           | N     | %     | N        | %     | N      | %     | N      | %     | N      | %     |
| MBPN      | 2     | 0,05  | 3        | 0,10  | 28     | 0,09  | 16     | 0,10  | 49     | 0,09  |
| BPN       | 180   | 4,46  | 161      | 5,53  | 827    | 2,68  | 452    | 2,74  | 1.620  | 2,98  |
| PNN       | 3.857 | 95,56 | 2.752    | 94,44 | 30.034 | 97,23 | 16.048 | 97,17 | 52.691 | 96,93 |
| Total     | 4.039 | 100   | 2.916    | 100   | 30.889 | 100   | 16.516 | 100   | 54.360 | 100   |

ANOVA interregional  $P < 0,05$ .

RNV= Recién nacidos vivos; MBPN= Muy bajo peso al nacer; BPN= Bajo peso al nacer; PNN= Peso normal al nacer.

TABLA 5. Distribución regional del número (N) y porcentaje (%) de RNV mujeres según categorías de peso<sup>19</sup>

| Categoría | Puna  |       | Quebrada |       | Valle  |       | Ramal  |       | Total  |       |
|-----------|-------|-------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|           | N     | %     | N        | %     | N      | %     | N      | %     | N      | %     |
| MBPN      | 3     | 0,08  | 1        | 0,04  | 25     | 0,08  | 11     | 0,07  | 40     | 0,08  |
| BPN       | 263   | 6,66  | 233      | 8,24  | 1.014  | 3,39  | 571    | 3,62  | 2.081  | 3,97  |
| PNN       | 3.680 | 93,26 | 2.592    | 91,72 | 28.846 | 96,52 | 15.208 | 96,36 | 50.326 | 95,95 |
| Total     | 3.946 | 100   | 2.826    | 100   | 29.885 | 100   | 15.790 | 100   | 52.447 | 100   |

ANOVA interregional  $P < 0,05$ .

RNV= Recién nacidos vivos; MBPN= Muy bajo peso al nacer; BPN= Bajo peso al nacer; PNN= Peso normal al nacer.

literatura sobre la adaptación fisiológica a la altura no permitiría establecer una clara separación entre su componente natural o biológico del adquirido o ambiental.<sup>3-5</sup> Los cambios hematológicos, musculares, respiratorios, cerebrales, cardiovasculares, hormonales, etc., encontrados, tanto en seres humanos como en otros animales nativos de altura no aclimatados recientemente, sugieren que los factores genéticos jugarían un papel importante en la aclimatación a la altura.<sup>10,21,27</sup> Sin embargo, la cuestión de la importancia de los factores genéticos en el fenotipo de los habitantes de altura resulta muy difícil de establecer en razón de que: a) se conoce muy poco acerca de la determinación genética de los parámetros fisiológicos; b) hasta ahora no se ha encontrado ningún gen mendeliano o marcador genético asociado con la adaptación a la altura.<sup>26,28</sup> Sólo es posible la separación entre los componentes ambientales y genéticos de la varianza de un rasgo cuando se estudian poblaciones genéticamente homogéneas localizadas en distintos ambientes ecológicos.<sup>3</sup> La población jujeña, distribuida en un gradiente altitudinal, reuniría parcialmente estos requisitos debido a que las poblaciones menos miscegenizadas se encuentran localizadas a mayor nivel altitudinal.<sup>20-22</sup>

Los antecedentes genéticos previamente considerados, sumados al hecho de que existen escasos relevamientos en el país sobre el crecimiento físico de los niños en distintos grupos poblacionales,<sup>18,29-32</sup> justifican la consideración del factor étnico para caracterizar las variables auxológicas en la provincia de Jujuy. Las normas o estándares argentinos son representativos de niños descendientes de caucásicos europeos.<sup>29,30,32,33</sup> En ellos se admite que aproximadamente el 90% de los niños argentinos presentan características étnicas caucásicas y que solamente el 10% restante son de origen indígena.<sup>33</sup> Los estudios genéticos llevados a cabo en poblaciones jujeñas<sup>8,20-22</sup> indicarían que probablemente exista una gran variabilidad en la composición étnica de las poblaciones argentinas, de acuerdo con las regiones de donde éstas provengan.

Respecto a la relación entre el binomio altura geográfica-factores genéticos y los procesos del desarrollo y crecimiento, diversos estudios<sup>3</sup> demuestran que la máxima expresión del potencial genético de niños y adolescentes es suprimida por la altura geográfica,

la que actuaría a través de todo el período de crecimiento.<sup>4</sup> Estos antecedentes también indican que la realización de este potencial dependería de la compleja interacción de factores sociales, económicos y otros factores ecológicos, como la relación medio urbano/medio rural.<sup>25,34</sup> Sin embargo, estudios recientes apoyan el punto de vista de que la hipoxia tendría escasa influencia sobre el crecimiento y desarrollo en la niñez tardía y la adolescencia.<sup>12,35-37</sup> El mayor efecto de la hipoxia sobre el crecimiento lineal probablemente ocurra durante el período prenatal; en el crecimiento posnatal, éste se limitaría a los primeros 6 meses de vida. Esto significaría que la respuesta adaptativa a la hipoxia de altura, tanto fisiológica como morfológica, se manifestaría desde el período prenatal. Esta adaptación no sólo se traduciría a través de la disminución del PN, sino también del peso de la placenta, con placentas más pesadas en promedio e índices placentarios más altos en regiones de altura que a nivel del mar.

El patrón de crecimiento y desarrollo en la altura también constituye una respuesta a un ambiente social limitado en energía.<sup>38</sup> En la mayor parte de los países en vías de desarrollo, amplios sectores de la comunidad están expuestos a una subalimentación crónica que incide negativamente en el crecimiento y desarrollo y en la salud de esas poblaciones.<sup>39</sup> El grupo más vulnerable, por sus características

TABLA 6. Distribución porcentual del Pz por regiones geográficas en varones

| Regiones geográficas | Puntos de corte |      |                |       |      |      | Total  |        |
|----------------------|-----------------|------|----------------|-------|------|------|--------|--------|
|                      | <-2Z            |      | Entre -2 y +2Z |       | >+2Z |      |        |        |
|                      | N               | %    | N              | %     | N    | %    | N      | %      |
| Ramal                | 274             | 1,66 | 16.179         | 97,94 | 63   | 0,40 | 16.516 | 100,00 |
| Valle                | 466             | 1,51 | 30.339         | 98,22 | 84   | 0,27 | 30.889 | 100,00 |
| Quebrada             | 79              | 2,71 | 2.833          | 97,15 | 4    | 0,14 | 2.916  | 100,00 |
| Puna                 | 107             | 2,65 | 3.930          | 97,30 | 2    | 0,05 | 4.039  | 100,00 |

TABLA 7. Distribución porcentual del Pz por regiones geográficas en mujeres

| Regiones geográficas | Puntos de corte |      |                |       |      |      | Total  |        |
|----------------------|-----------------|------|----------------|-------|------|------|--------|--------|
|                      | <-2Z            |      | Entre -2 y +2Z |       | >+2Z |      |        |        |
|                      | N               | %    | N              | %     | N    | %    | N      | %      |
| Ramal                | 96              | 0,61 | 15.674         | 99,27 | 20   | 0,12 | 15.790 | 100,00 |
| Valle                | 169             | 0,57 | 29.594         | 99,02 | 122  | 0,41 | 29.885 | 100,00 |
| Quebrada             | 37              | 1,31 | 2.786          | 95,58 | 3    | 3,11 | 2.826  | 100,00 |
| Puna                 | 41              | 1,04 | 3.902          | 98,88 | 3    | 0,08 | 3.946  | 100,00 |

biológicas, es el materno-infantil, que proporcionalmente tiene mayores requerimientos nutricionales y, por lo tanto, menos capacidad de adaptación al déficit. La dieta y el consumo de nutrientes se encuentran estrechamente ligados al nivel socioeconómico de las comunidades y ambos factores afectan el

crecimiento y desarrollo humanos. Las poblaciones de altura jujeñas se caracterizan por altos índices de desnutrición proteico-calórica y porcentajes elevados de necesidades básicas insatisfechas.<sup>40,41</sup>

Se han proporcionado diversas explicaciones para justificar la reducción del PN en la altura desde el punto de vista fisiológico, anatómico y genético: disminución del flujo uterino y alteración del flujo sanguíneo pelviano,<sup>42,43</sup> cambios en la conductancia difusiva de la placenta y del feto,<sup>44,45</sup> etc. Según Beall,<sup>11</sup> como resultado de un proceso adaptativo y de la influencia de características biológicas adquiridas a través de un largo proceso de selección natural, existiría un peso óptimo para distintos ambientes. Este peso óptimo es menor en las poblaciones de altura, de modo tal que, por ejemplo, la mayor incidencia de BPN observada en estas poblaciones sería probablemente el resultado de la selección natural y representaría, más que una labilidad, una adaptación particular a un ambiente extremo. Esta hipótesis se relacionaría con el comportamiento del PN según la edad gestacional encontrado en la Puna, en donde este peso óptimo se alcanzaría tempranamente (a las 37 semanas) y luego presentaría poca variación con el avance de la gestación *Gráficos 2 y 3*). La verificación de esta observación requeriría la consideración y comparación de nacimientos con menor edad gestacional a distintos niveles de altura.

El BPN sin prematuridad, es decir, con gestas iguales o mayores a 37 semanas, es el resultado del retardo del crecimiento durante la vida fetal. Las causas de este retardo son múltiples: trastornos congénitos o hereditarios del feto, insuficiencia placentaria, enfermedad y malnutrición materna, etc. Sin embargo, la mayor incidencia del BPN y del MBPN se atribuye a causas socioeconómicas. En este trabajo se observa que las regiones no difieren entre sí respecto a la proporción de MBPN pero sí de BPN y PNN. Sin embargo las tasas de BPN y MBPN no supe-

GRÁFICO 2. Comparación del PN promedio por edad gestacional y región geográfica en varones con la referencia de San Pedro et al. (1994)

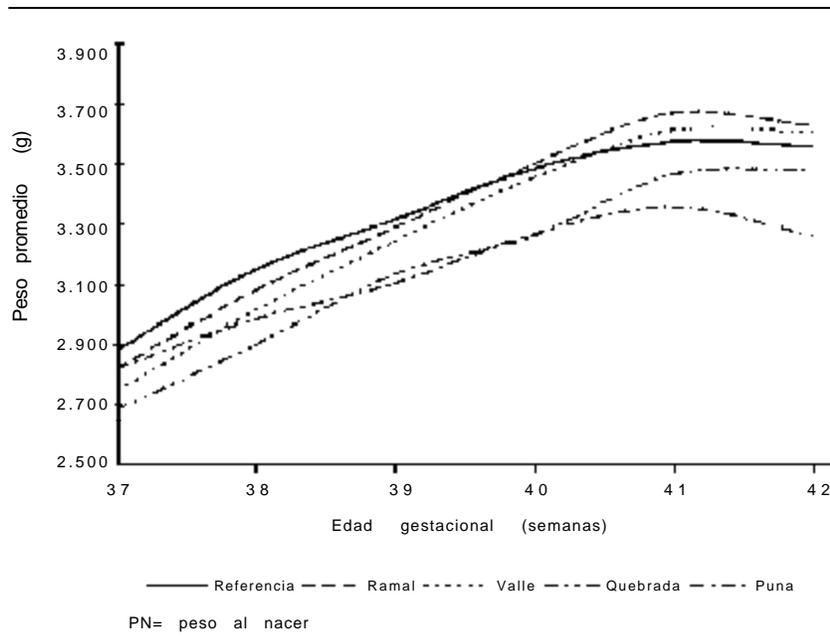
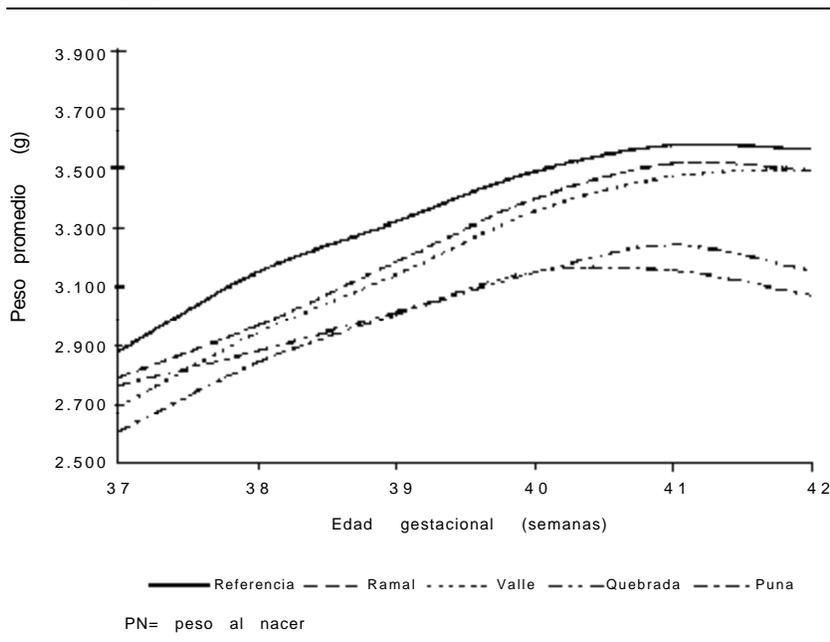


GRÁFICO 3. Comparación del PN promedio por edad gestacional y región geográfica en mujeres con la referencia de San Pedro et al. (1994)



ran en ninguna de las regiones los valores propuestos por la OMS<sup>19</sup> (15% y 2% respectivamente) para considerar que una población se encuentra expuesta a un alto riesgo de mortalidad y morbilidad fetal e infantil. Los porcentajes más altos de BPN se presentan en las regiones de las tierras altas (Puna y Quebrada) y los de PNN en el Valle y Ramal (Tablas 3 y 4). Estos resultados apoyarían la hipótesis de Beall,<sup>11</sup> la cual plantea que en las regiones de altura, por un mecanismo evolutivo, se produciría una eliminación prenatal de los BPN y MBPN. Ocampo,<sup>16</sup> al analizar el efecto de la variación altitudinal en el porcentaje de BPN y MBPN de los niños nacidos en la provincia de Jujuy durante 1983 y 1984, observó una relación inversa entre altura y BPN, y directa con MBPN. Para este autor, en las regiones de altura existiría un peso mínimo por debajo del cual los fetos que no lo alcanzaran serían abortados o nacerían muertos. Dipierri y col.,<sup>15</sup> al analizar la distribución regional del BPN y MBPN de los niños nacidos en 1992 en la provincia de Jujuy, observaron que: a) la proporción de RNV con MBPN fue menor en la Puna, con respecto a las restantes regiones tomadas conjuntamente; b) la proporción de BPN de Quebrada y Puna fue mayor que la de Valle y Ramal; c) la proporción de BPN es mayor en Puna que en las otras tres regiones en conjunto. En todos los casos, las diferencias fueron estadísticamente significativas. Pese a que estos autores no controlaron el efecto de la edad gestacional, los resultados son similares a los encontrados en este trabajo.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos acerca de la distribución altitudinal del PN en la provincia de Jujuy permiten concluir que, independientemente de la edad gestacional, existen: 1) diferencias intersexuales e interregionales para el PNA; 2) una correlación negativa entre éste y la altura geográfica; 3) diferencias con respecto a la referencia nacional en los varones. El Pz indica que sólo el 1,19% de los RNV jujeños se encontraron por debajo de  $-2z$ , esta prevalencia no es relevante si se considera que, de acuerdo con la OMS,<sup>19</sup> en una población con condiciones sociosanitarias y económicas adecuadas sólo el 2,3% de los niños debe encontrarse por debajo de  $-2z$ .

Las diferencias observadas en la variación del PN podrían atribuirse al efecto de la interrelación de factores biológicos y ambientales, entre los que se destaca la altitud geográfica y el nivel socioeconómico. Estos resultados son congruentes con los antecedentes biológicos, históricos, culturales y socioeconómicos que caracterizan a la provincia de Jujuy.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración técnica en la traducción al inglés del resumen a la Prof. A. M. Luxuardo de Vargas, del Departamento de Inglés de la UNJU. ■

## BIBLIOGRAFÍA

1. Tañer JM. Fetus into man. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
2. Lasker GW. Human biological adaptability. Science 1969; 166:1480-1486.
3. Bogin B. Patterns of human growth. Cambridge Studies in Biological Anthropology 3. Londres: Cambridge University Press, 1988.
4. Frisancho RA, Baker PT. Altitude and growth: a study of the patterns of physical growth of a high altitude Peruvian Quechua population. Am J Phys Anthropol 1970; 32:279-292.
5. Aunaud J, Larrouy J. L'Altitude. En: Ferembach D, Susanne Ch, Chamla MC: L'homme son evolution, sa diversité. Manuel d'Anthropologie Physique. Editions du CNRS. Doin Editeurs, 1986.
6. Rona RJ, Chinn S. National study of health and growth: social and biological factors associated with height of children from ethnic groups living in England. Ann Hum Biol 1978; 50:477-486.
7. Bogin B, Mac Vean RB. Growth in height and weight of urban Guatemalan primary schoolchildren of low and high socio-economic class. Hum Biol 1978; 50:477-486.
8. Dipierri JE, Alfaro EL, Bejarano I. El patrimonio biológico de la provincia de Jujuy. XUXUY-SECTER. Revista de Ciencia y Tecnología 1997; 2:13-21.13.
9. Lichty JA, Ting Ry, Bruns P, Dyar E. Studies of babies born at high altitude. 1. Relation of altitude of birthweight. Am J Dis Chil 1957; 93:666-669.
10. Hass JD, Frongillo EA, Stepick CD, Beard JL, Hurtado L. Altitude, ethnic and sex differences in birthweight and length in Bolivia. Hum Biol 1980; 52 (3):459-477.
11. Beall CM. Optimal birthweights in Peruvian population at high and low altitudes. Am J Phys Anthropol 1981; 56 (3):209-216.
12. Haas JD, Moreno Black G, Frongillo EA, Pabón J, Pareja G, Ybarnegaray A, Hurtado L. Altitude and infant growth in Bolivia: A longitudinal study. Am J Phys Anthropol 1982; 59 (3):251-262.
13. Yip R, Binkin NJ, Trowbridge FL. Altitude and childhood growth. J Pediatr 1988; 113 (3):486-489.
14. Leonard WR. Nutritional determinants of high altitude growth in Nuñoa, Perú. Am J Phys Anthropol 1989; 80:341-352.
15. Dipierri JE, Ocampo SB, Olguín ME, Suárez D. Peso

- al nacimiento y altura en la provincia de Jujuy. Cuadernos FHYCS-UNJU 1992; 3:156-166.
16. Ocampo SB, Dipierri JE, Russo A. Efecto de la variación altitudinal en el bajo y muy bajo peso al nacimiento en la provincia de Jujuy (República Argentina). *Rev Esp Antropol Biol* 1993; 14:9-19.
  17. Agrelo F. Crecimiento en niños normales durante su primer año de vida. *Estudios CLACYD* 1997; 1:55-58.
  18. San Pedro M, Largaía M, Grandi C, Solana C, Chiesa M. Estudio del peso de nacimiento en 30.249 recién nacidos de una maternidad pública del área de Buenos Aires. *Arch.argent.pediatr* 1994; 92:259-270.
  19. Organización Mundial de la Salud (OMS). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. *Serie de Informes Técnicos N°854*. 1995.
  20. Dipierri J, Alfaro E, Martínez Marignac VL, Bailliet G, Bravi C, Cejas S, Bianchi N. Paternal directional mating in two Amerindian subpopulations located at different altitudes in North-western Argentina. *Hum Biol* 1998b; 70 (6):1001-1010.
  21. Dipierri JE, Alfaro EL, Bejarano I. Surnames, ABO system and miscegenation in highlands population of province of Jujuy (Northwest Argentine). *Homo* 1999; 50(1):14-20.
  22. Demarchi D, Claria D, Dipierri JE, Cardenal C. Genetic structure of native Andean populations from Argentina inhabiting different altitudes. *Hum Biol* 2000; 72:519-525.
  23. Bejarano I, Dipierri JE, Ocampo SB. Variación regional de la tendencia secular de la talla adulta masculina en la provincia de Jujuy. *Rev Asoc Antrop Biol Rep Arg* 1996; 1(1):7-18.
  24. Dipierri JE, Bejarano Y, Spione C, Etchenique MC, Macías G, Alfaro E. Variación de la talla en escolares de 6 a 9 años de edad en la provincia de Jujuy. *Arch.argent.pediatr* 1996; 94:369-375.
  25. Dipierri J, Bejarano I, Alfaro E, Spione C. Rural and urban child's height and its relation to geographic altitude in the province of Jujuy (Argentina). *Acta Med Aux* 1998a; 30(1):11-17.
  26. Eckes L. Altitude adaptation. IV. Fertility and reproduction at high altitudes. *Gegenbaurs Morphol Jahrb* 1976; 122 (5):761-770.
  27. Ramirez G, Bittle PA, Rosen R, Rabb H, Pineda D. High altitude living: genetic and environmental adaptation. *Aviat Space Environ Med* 1999; 70(1):73-81.
  28. Chakraborty R, Clench J, Ferrel R, Barton SA, Schull W. Genetic components of variation of red cell glycolytic intermediates at two altitudes among the South American Aymaras. *Ann Hum Biol* 1983; 10:174-184.
  29. Fúnez Lastra P, Agrelo F, Guita S, Chiquillito F, Borgarello LT, Videla N, Foscarini CC, Abdony B, Lerman A, Safocardá E. Estudio del crecimiento y desarrollo de niños normales de la ciudad de Córdoba a través de una muestra representativa. Secretaría de Estado de Salud Pública de la provincia de Córdoba, 1974.
  30. Cusminsky ME, Castro E, Lejarraga H, De Azcona LCH, Rodríguez A. Tablas normales de peso, estatura y perímetro cefálico desde el nacimiento hasta los 12 años de edad. *Arch.argent.pediatr* 1980; 74(2):281-295.
  31. Lomaglio B. Evaluación nutricional en niños de comedores escolares en la provincia de Catamarca. *Arch.argent.pediatr* 1985; 83:43-51.
  32. Lejarraga H, Pieletti I, Biocca S, Alonso V. Peso y talla de 15.214 adolescentes de todo el país. Tendencia secular. *Arch.argent.pediatr* 1986; 84:219-235.
  33. Sociedad Argentina de Pediatría. Crecimiento y desarrollo humano. Criterios de diagnóstico y tratamiento. Secretaría de Publicaciones y Biblioteca, 1986.
  34. Episkoposyan LM, Akopyan SB. Genetic and ecological factors of variability of growth and development rates in postnatal human ontogeny. *Ru J Gen Ecological Genetics* 1994; 30 (2):253-255.
  35. Greksa LP, Spielvogel H, Paredes Fernández L, Paz Zamora M, Cáceres E. The physical growth of urban children's at high altitude. *Am J Phys Anthropol* 1984; 65:315-322.
  36. Greksa LP. Development responses to high altitude hipoxia in Bolivian children of European ancestry: a test of the developmental adaptation hypothesis. *Am J Hum Biol* 1990; 2:603-612.
  37. Leonard WL, DeWalt KM, Stansbury JP, Mc Caston MK. Growth differences between children's of highland and coastal Ecuador. *Am J Phys Anthropol* 1995; 98:47-57.
  38. De Meer K, Bergman R, Kusner JS, Voorhoeve HWA. Differences in physical growth of Aymaras and Quechua children living at high altitude in Peru. *Am J Phys Anthropol* 1993; 90:59-75.
  39. Guimarey LM, Carnese FR, Puciarelli HM. La influencia ambiental en el crecimiento humano. *Ciencia Hoy* 1995; 5(30):41-47.
  40. Isla A. Diagnóstico de la situación de la provincia de Jujuy. Documento de Trabajo UNICEF, 1992.
  41. Centro de Estudios de la Pobreza Argentina. Mapas de la pobreza en la Argentina. Documento de Trabajo. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, 1994.
  42. Zamudio S, Droma T, Nokyel KY, Acharya G, Zanudio JA, Niermeyer SN, Moore LG. Protection from intrauterine growth retardation in Tibetans at high altitude. *Am J Phys Anthropol* 1993; 91(2):215-224.
  43. Zamudio S, Palmer SK, Droma T, Stamm E, Coffin C, Moore LG. Effect of altitude on uterine artery blood flow during normal pregnancy. *J Appl Physiol* 1995; 79(1):7-14.
  44. Mayhew TM, Jackson MR, Haas JD. Oxygen diffusive conductance of human placenta from term pregnancies at low and high altitudes. *Placenta* 1990; 11(6):493-503.
  45. Mayhew TM. Scaling placental oxygen diffusion to birthweight. Studies on placenta from low and high altitude pregnancies. *J Anat* 1991; 175:187-194.