

# CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS NIÑOS VENEZOLANOS EN LA ALTURA

Ivonne Pereira Colls<sup>1</sup>

**RESUMEN** En un estudio transversal de crecimiento y desarrollo de 3.547 escolares andinos, 1.691 varones y 1.856 hembras, cuyas edades estaban comprendidas entre 6 y 20 años. Se realizaron 21 mediciones antropométricas de acuerdo a las normas establecidas por el Programa Internacional de Biología (IBP). En este trabajo reportamos los valores de talla y peso, desarrollo puberal de acuerdo a los estadios de Tanner, valores de hemoglobina y hematócrito. Además se les practicó examen médico general, para constatar su estado de salud, estudio de maduración ósea, valores hormonales, evaluación nutricional y clasificación social que reportaremos en otras comunicaciones. Estudiamos el efecto total de la nutrición en las dimensiones corporales señaladas. No se encontraron diferencias significativas por razón de la altura entre los habitantes de El Vigía (130 m.) y de San Rafael de Mucuchies (3.140 m.) al final del crecimiento (20 años), sin embargo habían diferencias entre las edades. El patrón nutricional fue diferente pero cualitativamente malo, entre las poblaciones de El Vigía y San Rafael de Mucuchies. El desarrollo sexual fue retardado en los niños de la altura en relación a los de la ciudad de Mérida; los de El Vigía fueron "maduradores tempranos" a pesar de la ingesta de alimentos inadecuada. Los valores de Hemoglobina y Hematócrito fueron bajos en la altura a pesar del posible efecto de la hipoxia, y reflejan la mala alimentación, o quizás el hecho, que esa altura (3.140 m), puede no ser suficiente para causar cambios, descritos por otros autores. Se discuten las posibles explicaciones a los resultados obtenidos, pero no se puede concluir que la altura o la hipoxia son los únicos factores participantes. Es necesario ahondar en investigaciones que permitan entender los complejos mecanismos que conlleva el crecimiento y la adaptación del hombre a diferentes medios ambientes.

**PALABRAS CLAVES:** Crecimiento, Desarrollo, Crecimiento en la Altura, Talla, Peso y Sexual.

## Introducción

Durante el crecimiento y desarrollo los factores del medio ambiente están continuamente modificando y condicionando la expresión del potencial genético del individuo. La contribución de ambos factores (genético y medio ambiente) influenciarán en forma distinta acorde con la etapa de crecimiento y desarrollo del individuo;

asi mientras más temprana la edad, mayor será la influencia del medio ambiente.

Estudios experimentales en animales expuestos a la altura han mostrado que independientemente de los factores nutricionales los animales reducen su tasa de crecimiento y el tamaño de los animales adultos (1, 2). Este crecimiento retardado se ha atribuido a la anorexia que se presenta en estos animales (3) y a deficiencia en la absorción intestinal de nutrientes (4, 5, 6, 7). Estos factores aisladamente no pueden explicar los cambios morfológicos y el patrón del crecimiento, revelando estudios microscópicos

<sup>1</sup> Profesor Titular Facultad de Medicina, U.L.A.  
Lab. de Investigaciones en Crecimiento,  
Desarrollo y Nutrición.

que el retardo observado en la altura se relaciona con un número menor de células, mientras que el retardo del crecimiento producido por la desnutrición obedece a una disminución del citoplasma (8), independientemente de sus condiciones nutricionales y socio-económicas (9-16).

De acuerdo a los resultados de Frisancho, el crecimiento de los niños en la altura parece estar caracterizado por: retardo puberal, crecimiento lento y prolongado, "spurt" o brote de estatura tardío y maduración esquelética retardada (17).

La literatura abunda en resultados contradictorios o disímiles sobre las características de los niños de altura (11, 13, 15, 18-24), unos señalan como antes hemos dicho un crecimiento retardado, lo cual daría como resultado una talla menor en los pobladores de altura a cualquier edad (13), otros dicen que son apenas un poco más pequeños (11, 15), del mismo tamaño (25) o incluso más altos (2, 26).

Recientemente la literatura sobre la población del Himalaya presenta resultados distintos en comparación con los hallazgos de los Andes (27, 28). La región andina venezolana ha sido muy poco estudiada (29, 30), en ella se encuentran alturas desde 5 m. hasta 3.500 m. Decidimos estudiar el crecimiento de los niños de esta región y establecer una comparación entre los residentes en diferentes niveles de altitud.

### Material y Métodos

La presente investigación incluye los datos correspondientes a un estudio transversal del crecimiento y desarrollo de escolares de la ciudad de Mérida (30), realizado entre los años 1978-79 y datos provenientes de la segunda etapa de este estudio que incluyó la población del estado Mérida, la cual se estudió en el lapso comprendido entre 1981-83.

Se estudiaron 3.547 escolares andinos, 1.691 varones y 1.856 hembras, cuyas edades estaban comprendidas entre 6 y 20 años, se realizaron 21 mediciones antropométricas de acuerdo a las normas establecidas por el Programa Internacional de Biología (IBP). En este trabajo reportamos los valores de talla, peso, desarrollo puberal de acuerdo a los estadios de Tanner, va-

lores de Hemoglobina, Hematócrito. Además se les hizo un examen médico general para constatar su estado de salud, estudio de maduración ósea, valores hormonales, evaluación nutricional y clasificación social que reportaremos en otras comunicaciones.

Estudiamos el efecto total de la altura y la nutrición en las dimensiones corporales, señaladas entre los habitantes de El Vigía (130 m.) y de San Rafael de Mucuchies (3.140 m.) al final del crecimiento (20 años).

### Resultados

#### Mujeres

La talla de las niñas de 7 años de El Vigía estuvo (Gráfico 1), ligeramente por encima del percentil 50 de Mérida y Mucuchies, a partir de esta edad estuvieron por debajo de los de Mé-

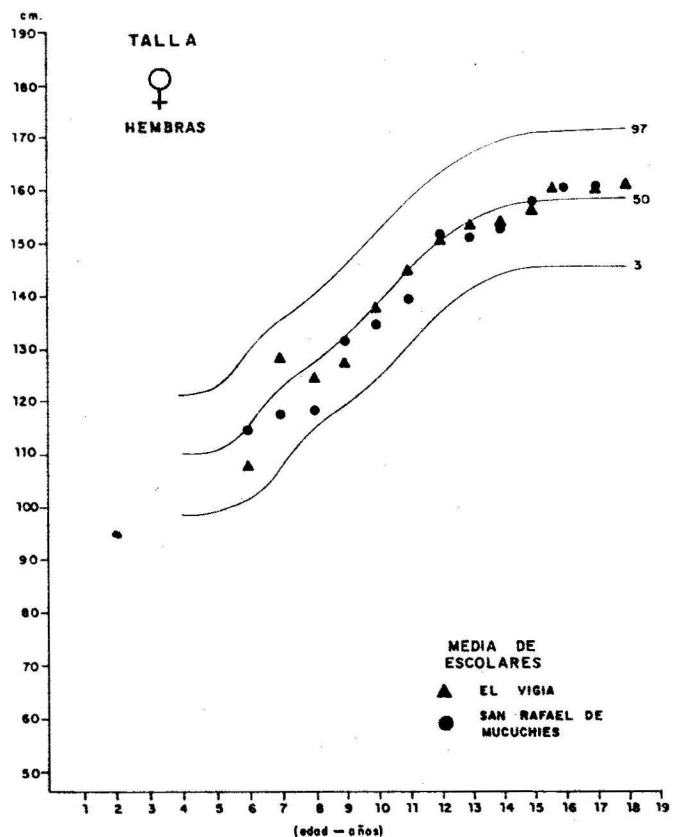


GRAFICO 1

FUENTE: Estudio transversal de crecimiento y desarrollo Mérida 1978-1979 y proyecto M-195-81 CDCH. ULA. Comparación de percentiles 3,50 y 97 de talla de la ciudad de Mérida con los valores medios de menores femeninos de El Vigía (Δ) y de San Rafael de Mucuchies (o).

rida igualándolos alrededor de los 10 años. Las de Mucuchies se mantuvieron entre el percentil 10 y 25 de los estandares de Mérida a excepción de los 6, 9 y 12 años y finalizaron igual que las

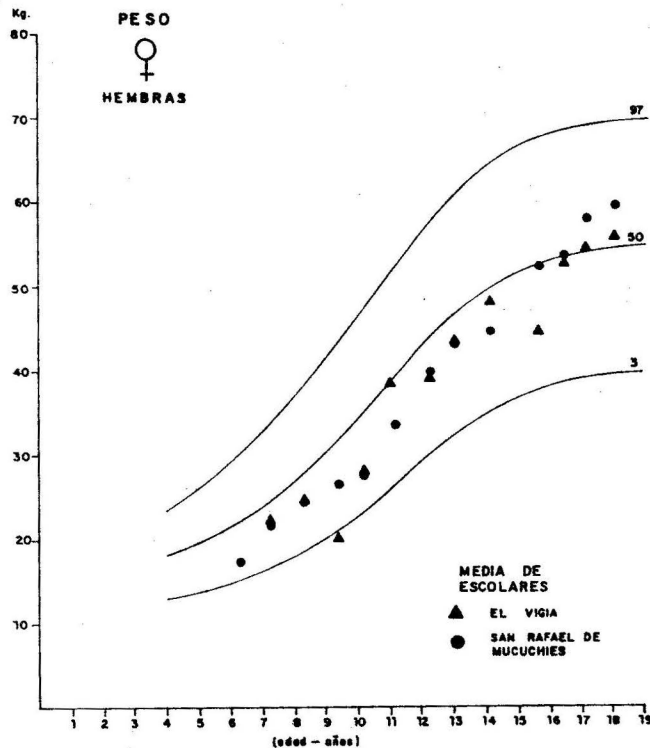


GRAFICO 2

FUENTE: Estudio transversal de crecimiento y desarrollo. Mérida 1978-1979 y proyecto M-195-81 CDCH. ULA.

Comparación de percentiles 3,50 y 97 de peso de la ciudad de Mérida con los valores medios de escolares femeninos de El Vigía (Δ) y de San Rafael de Mucuchies (o).

de Mérida y El Vigía alrededor de los 16 años, con una talla adulta de  $1.58 \pm 0.07$  cm.

El peso de las niñas (Gráfico 2) de Mucuchies estuvo por debajo del percentil 50 de Mérida desde los 6 hasta los 16 años para finalizar por encima de estas a partir de los 16 años, lo mismo ocurrió con el peso de las niñas de El Vigía con excepción de los 5 años, alcanzaron a las de Mérida a los 17 para terminar, directamente por encima de las de Mérida pero por debajo de las de Mucuchies. Las diferencias no fueron significativas. El peso alcanzado a los 20 años fue de  $55 \pm 7$  kg.

En el Cuadro 1 se reportan los valores encontrados para el desarrollo de Glandula Mamaria (GM), Vello Pubiano (VP) y Menarquia (M). La niña que inició su desarrollo mamario más temprano tenía 11.23 años en el grupo de El Vigía, la más tardía para este mismo estadio (GM2) fue de 14.42 años y era de San Rafael de Mucuchies. Para el estadio adulto GM5 la más temprana presentaba una edad de 13.37 años en El Vigía y la más tardía 18.92 años en San Rafael de Mucuchies, sin embargo es de señalar que esta joven tuvo su Menarquia a los 11.92 años sin que podamos precisar a que edad exacta alcanzó este estadio.

La edad de la Menarquia (M) fue más tardía en el grupo de San Rafael de Mucuchies pero las diferencias no fueron significativas.

Las cifras de Hemoglobina y Hematócrito para El Vigía fueron  $13.08 \pm 1.41$  y  $40.01 \pm 2.86$  respectivamente. En Mérida  $13.20 \pm 0.98$  gr % de Hb. En Mucuchies  $14.42 \pm 1.03$  gr % de Hb y  $45.07 \pm 3.23$  de Hematócrito.

CUADRO 1

DESARROLLO PUBERAL DE ESCOLARES FEMENINOS EN POBLACIONES DEL ESTADO MERIDA

Estadio	El Vigía ( $\bar{X} \pm E.E.$ )	Mérida ( $\bar{X} \pm E.E.$ )	San Rafael de Mucuchies ( $\bar{X} \pm E.E.$ )
GM2	$12.66 \pm 0.43$	$12.19 \pm 0.2$	$13.35 \pm 0.35$
VP2	$12.21 \pm 0.62$	$12.14 \pm 0.1$	$13.21 \pm 0.14$
GM5	$14.57 \pm 0.26$	$16.05 \pm 0.1$	$16.72 \pm 0.59$
VP5	$14.07 \pm 0.34$	$15.90 \pm 0.1$	$16.28 \pm 0.77$
M	$12.65 \pm 0.24$	$12.55 \pm 0.1$	$12.96 \pm 0.27$

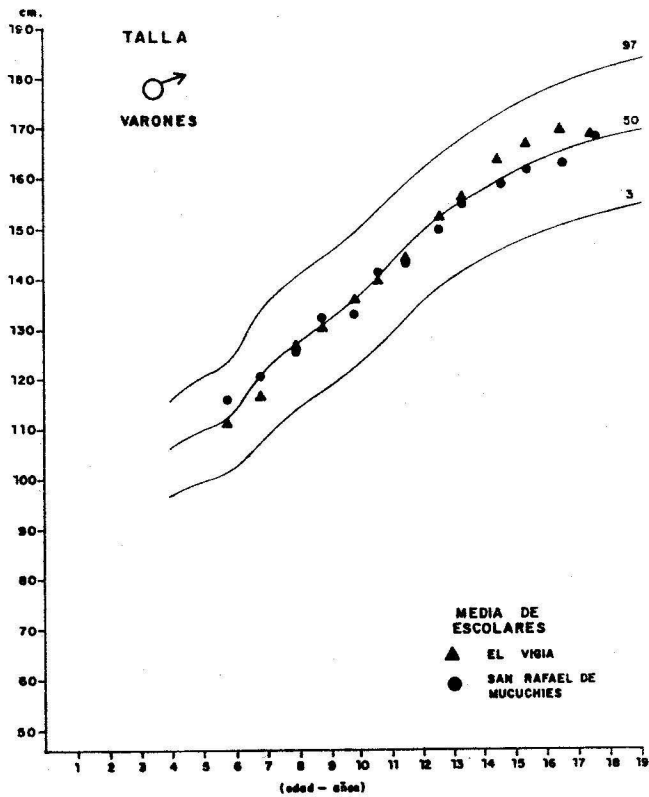


GRAFICO 3

FUENTE: Estudio transversal de crecimiento y desarrollo. Mérida 1978-1979 y proyecto M-195-81. CDCH. ULA.

Comparación de percentiles 3,50,97 de talla de la ciudad de Mérida con los valores medios de escolares masculinos de El Vigía ( $\Delta$ ) y de San Rafael de Mucuchies (o).

### Varones

La talla de los niños (Gráfico 3) de Mucuchies y de El Vigía se ubican por debajo del percentil 50 entre los 6 y 15 años excepto para El Vigía que se encuentra ligeramente por encima a los 5, 8, 15, 16 y 17 años y en Mucuchies a los 18 años. Las diferencias no fueron significativas. La talla adulta fue de  $1.72 \pm 0.08$  cm.

El peso (Gráfico 4) presenta mayor variación a todas las edades en El Vigía, en tanto que los niños de Mucuchies se ubican en el percentil 50 de los de Mérida, y están ligeramente por encima entre los 11, 12, 13 y 18 años, a esta edad el peso fue de  $61 \pm 9$  kg.

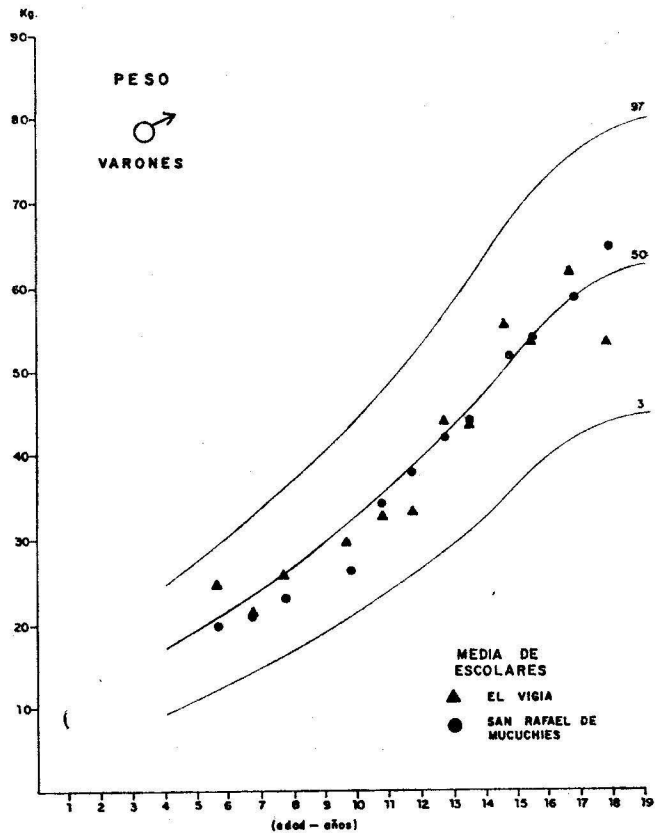


GRAFICO 4

FUENTE: Estudio transversal de crecimiento y desarrollo. Mérida.

Comparación de percentiles 350,97 de peso de la ciudad de Mérida con los valores medios de escolares masculinos de El Vigía ( $\Delta$ ) de San Rafael de Mucuchies (o).

Los valores de Hemoglobina y Hematócrito para El Vigía fueron  $13.68 \pm 1.10$  gr % y  $40.36 \pm 3.56$  vol. % respectivamente. En Mérida la Hb fue  $13.90 \pm 1.01$  y en Mucuchies  $14.94 \pm 0.84$  y  $45.73 \pm 2.16$  de Hm.

En el (Cuadro 2) se presentan los valores encontrados para el desarrollo puberal de los niños de las poblaciones estudiadas, en estos los de la ciudad de Mérida fueron los más tardíos, pero la variación fue mucho mayor y al igual que las hembras los varones de El Vigía fueron "maduradores tempranos".

CUADRO 2

DESARROLLO PUBERAL EN ESCOLARES EN POBLACIONES DEL ESTADO MERIDA

Estadio	El Vigía ( $\bar{X} \pm E.E.$ )	Mérida ( $\bar{X} \pm E.E.$ )	San Rafael de Mucuchies ( $\bar{X} \pm E.E.$ )
G2	11.92 $\pm$ 0.31	13.35 $\pm$ 0.90	12.51 $\pm$ 0.61
VP2	12.57 $\pm$ 1.29	13.37 $\pm$ 1.13	12.97 $\pm$ 0.70
G5	14.52 $\pm$ 0.45	16.59 $\pm$ 1.94	16.06 $\pm$ 2.90
VP5	14.76 $\pm$ 0.51	16.79 $\pm$ 2.33	16.02 $\pm$ 2.08

El Estado Nutricional fue distinto en las poblaciones comparadas. Los habitantes de la zona alta presentaron las mayores cifras de desnutridos en las hembras; la obesidad en ambos sexos predominó en la ciudad de Mérida y los varones de la zona baja registraron el mayor número de niños desnutridos y en zona crítica.

Al analizar la dieta de estos jóvenes, se observó que los habitantes de la zona alta tuvieron un consumo proteico a expensas de la leche, en tanto que los de la zona baja tuvieron mejor consumo de carnes. En ambos casos la dieta fue cualitativamente mala, con bajo consumo de alimentos del II y III grupo.

**Discusión**

Los resultados obtenidos muestran en ambos sexos variaciones en los parámetros antropométricos entre las poblaciones estudiadas durante el período de crecimiento, las diferencias entre poblaciones por sexo y edad tienden a eliminarse en las edades adultas, finalizando varones y hembras aproximadamente igual en las poblaciones estudiadas. Este comportamiento es distinto a lo señalado por Young y otros autores (20, 24, 31, 11, 27, 32), en las poblaciones Sherpa y en Los Andes peruanos, quienes señalan una talla adulta inferior en los pobladores de altitudes elevadas y son coincidente con los resultados de Pawson y Greska (25, 28), quienes no encontraron diferencias de la talla adulta final en poblaciones residentes en zonas elevadas. Las diferencias halladas entre nuestras muestras en las diferentes edades y su minimización hacia las edades adultas, podrían sugerir que ese patrón se debe a diferencias en la crono-

logía y ritmo del crecimiento que no son necesariamente consecuencia de las diferencias de altitud.

Algunos investigadores han mostrado que el efecto de la hipoxia sobre el crecimiento físico puede ser enmascarado cuando hay una historia y riesgo de enfermedades mayores en las poblaciones de bajas alturas (8,9); lo cual es cierto en nuestra muestra, donde las enfermedades inherentes al medio ambiente son mayores en la zona de El Vigía que en San Rafael de Mucuchies.

En un estudio realizado por Hartung y colaboradores en 1967, la talla promedio adulta que encontraron para hombres fue de 1.65 m. en El Vigía, 1.66 m. para Mérida y 1.64 m. en Mucuchies la talla media de nuestra muestra fue de 1.70 m. en las tres poblaciones estudiadas, lo cual podría quizás reflejar una "tendencia secular" en el crecimiento de los varones. Esto se ha señalado como el producto de mejores condiciones socio-económicas, de higiene y nutrición en las poblaciones. Lamentablemente no encontramos datos relativos a la talla adulta de mujeres.

El desarrollo puberal en estos grupos demuestra que los niños de El Vigía se comportan como "maduradores tempranos", finalizando su desarrollo con casi dos años de diferencia de sus congéneres de Mucuchies y un año con los de Mérida. En tanto que los de Mucuchies se comportan como "maduradores tardíos" en un todo de acuerdo, con lo descrito por Eveleth (33) y Frisancho (32) para poblaciones residentes en alturas, sin embargo, si consideramos que la dieta fue calificada como mala en El Vigía y San Rafael de Mucuchies, esto debería traer

como consecuencia un retardo puberal en los niños de El Vigía, lo cual no encontramos. Sin embargo la Menarquia es un poco más tardía en las niñas de El Vigía y San Rafael de Mucuchies que en Mérida; esto podría explicarse porque, las condiciones del medio ambiente y nutricionales en Mérida son mejores que en las otras poblaciones consideradas como rurales. Además de los factores señalados para la talla, esto pudiera ser la manifestación de factores étnicos, ya que la población de El Vigía tiene un mayor componente negro y la de San Rafael de Cucuchíes, es más indígena.

Por otra parte, vale la pena destacar el hecho que las cifras de hemoglobina reportadas en Mucuchies fueron bajas, y reflejan la dieta inadecuada que encontramos. También pudiera señalarse que, a la altura de 3.140 m donde se encuentra esta población, la hipoxia es de tal magnitud como para que su efecto se refleje, tanto sobre las cifras hemáticas, como sobre el crecimiento físico. Esto es sólo una elucubración teórica, que no podemos probar con nuestros datos, pero que quizás debería investigarse.

En síntesis podemos señalar que el crecimiento de nuestros niños en la altura se caracteriza por:

1. Gran variación en los parámetros estudiados en las edades intermedias del crecimiento.
2. Valores adultos semejantes, independientes de la altura de las poblaciones.
3. Retardo puberal (maduradores tardíos) en la altura y adelanto (maduradores tempranos) en el nivel del mar.
4. Alargamiento del período puberal en la altura con una diferencia de dos años en relación a los del nivel del mar.
5. Alimentación inadecuada en ambas poblaciones.
6. Alto mestizaje en las tres poblaciones.

De nuestros resultados es imposible concluir que, la hipoxia por la altura sea la responsable de las variaciones encontradas, creemos que son por el contrario los otros factores del medio ambiente biológicos, nutricionales, culturales y socio-económicos, los que podrían estar modulando todo el proceso con el resultado final que hemos encontrado. Esto amerita otros estudios que permitan explicar esta situación que presenta características particulares.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Timiras, P.S.; Krunn, A.A.; Pace, N. Body and organ weight of rats during acclimatization to an altitude of 12470 feet. *Am. J. Physiol.* 191: 598-604. 1957.
2. Clegg, E.J.; Pawson, I.G.; Ashton, E.M.; Fhim, R.M. The growth of children at different altitudes in Ethiopia. *Philos. Trans. R. Soc. London (Biol.)* 264: 403-407. 1972.
3. Schnakenberg, D.D.; Krabill, L.F.; Weiser, P.C. The anorexic effect of high altitude on weight gain, nitrogen retention and body composition of rats. *J. Nutr.* 101: 787-796. 1971.
4. Van Liere, E.J.; Crabtree, W.B.; Nathup, D.W.; Stckney, J.C. Effect of anoxia on propulsive activity of the small intestine. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 67: 331-332. 1984.
5. Chinn, K.S.K.; Hannon, J.P. Efficiency of food utilization at high altitude. *Fed. Proc.* 28: 944-947, 1969.
6. Cheek, D.J.; Graystone, A.; Rowe, R.A. Hypoxia and Malnutrition in newborn rats: Effect on RNA, DNA, and protein tissues. *Am. J. Physiol.* 217: 642-645. 1969.
7. Petropoulos, E.A. Dabol, K.B.; Timiras, P.S. Biological effect of high altitude on myelogenesis in brain of the developing rat. *Am. J. Physiol.* 223: 951-957. 1972.
8. Naeye, R.L. Organ and celular development in mice growing at simulated high altitude. *Lab. Invest.* 5: 700-705. 1966.
9. Haas, J.D. Prenatal and infant growth and development. En: *Man in the Andes. A Multidisciplinary study of high altitude Quechua.* Ed. P.T. Baker y M.A. Little. Stroudsburg Pennsylvania. Dowden, Hutchinson & Ross. 1976.
10. Bouloux, C.J. Contribution a l'etude biologique des phenomenes pubertaire en tres hautes altitude (La Paz). Centre de hematypologie du centre national de la recherche scientifique. Centre Regional de Transfusion sanguine et Hematologie. Toulouse. Francia. 1968.

11. Hoff, C. Altitudinal variation in the physical growth and development of Peruvian Quechua. *Homo*. 24: 87-99. 1974.
12. Hurtado, A. Respiratory adaptation in the indian natives of the Peruvian Andes. *Studies at high altitude*. *Am. J. Phys. Anthropol.* 48: 171-176. 1932.
13. Beall, C.M.; Baker, P.T.; Baker, T.S.; Haas, J.D. The effects of high altitude on adolescent growth in southern Peruvian Amerindians. *Hum. Biol.* 49: 109-124. 1977.
14. Stinson, J. The physical growth of high altitude Bolivian Aymara children. *Am. J. Phys. Anthropol.* 53: 377-386. 1980.
15. Mueller, W.H.; Schull, W.J.; Soto, P.; Rothhammer, F. A Multinational Andean genetic and Health Programm: Growth and development in a hypoxic environment. *Ann. Hum. Biol.* 5: 329-352. 1978.
16. Palomino, H.; Mueller, W.H.; Schull, W.I. Altitude heredity and body proportion in northern Chile. *Am. J. Phys. Anthropol.* 50: 39-50. 1979.
17. Frisancho, A.R. Human adaptation and functional interpretation. University of Michigan Press. Ann Arbor. 1981.
18. Backer, P.T.; Dutt, J.S. Demographic variables as measure of biological adaptation: A case study of high altitude populations. En: *The structure of Human Populations*. Ed. G.A. Harrison y A.J. Boyce. Oxford: Caredon Press. 1972.
19. Cruz-Coke, R. A genetic description of high altitude populations. En: *The biology of high altitude peoples*. Ed. P.T. Baker. Cambridge University Press. 1977.
20. Gupta, R.; Basú, A. Variations in body dimensions in relation to high altitude among the Sherpas of eastern Himalayas. *Ann. Hum. Biol.* 8: 145-152, 1981
21. Mazess, R.B. Human adaptation to high altitude. En: *Physiological Anthropology*. Ed. P.T. Baker. Cambridge University Press. 1975.
22. Mirrakhimov, M.M. Biological and physiological characteristics of high altitude natives of Tien Shan and the Pamirs. En: *The biology of High Altitude Peoples*. Ed. P.T. Baker. Cambridge University Press 1978
23. Schull, V.J.; Rothhammer, F. A Multinational Andean genetic and health program: Rationale and design for a study of adaptation to the hypoxia altitude. En: *Physiological Variation and its genetic basis*. Ed. J.S. Weiner. Society for the Study of Human Biology. Symposia Vol. 17. London. Taylor & Francis. 1977.
24. Harrison, G.A.; Kuchemann, C.F.; Moore, M.A.; Boyce, A.J.; Bajju, T.; Mourant, A.E.; Godber, M. J.; Glasgow, B.G.; Kopec, A.C.; Tills, T.D.; Clegg, E.J. The effects of altitudinal variation in Ethiopian populations. *Phil. Trans. Roy. Soc. Biol.* 256: 147-182. 1969.
25. Pawson, I.G. Growth Characteristics of population of Tibetan origin in Nepal. *Am. J. Phys. Anthropol.* 47: 473-482. 1977.
26. Frisancho, A.R. Growth and functional development at high altitude. En: P.T. Baker y M.A. Little eds. *Man in the Andes: a multidisciplinary study of high altitude Quechua natives*. Dowden. Hutchinson & Ross. Inc. Stroudsburg, Pa. 1976.
27. Beall, C.M. Some aspects of the study of physical growth at high altitude in Asia. En: *Environmental and human population problems at high altitude*. Paris. Ed. du C.N.R.S. 1981.
28. Greska, L.P.; Spielvogel, H. Paredes-Fernandez, L.; Paz-Zamora, M.; Caceres, E. The physical growth of urban children at high altitude. *Amer. J. of Phys. Anthropol.* 65: 315-322. 1984.
29. Hartung, M.; Vethencourt, S.T.; Briceño, C. Evaluación de la capacidad física global en personas sanas y en pacientes. Centro de Investigaciones de las Alturas. Fac. de Medicina. ULA. Mérida. 1967 (Mimeografiado).
30. Pereira-Colls, I. El Crecimiento en Niños Adolescentes (4-20 años) de la ciudad de Mérida - Venezuela. Facultad de Medicina. ULA. Mérida - Venezuela. 1980.
31. Young, J.Z. An Introduction to the study of man. Oxford. University Press. 1971.
32. Frisancho, A.R. Human growth and development among high altitude population. En: P.T. Baker ed. *The biology of high altitude peoples*. Cambridge University Press. New York. 1978.
33. Eveleth, P.B.; Tanner, J.M. Worldwide variation in human growth. Cambridge University Press. 1976.