

# **CRECIMIENTO FISICO Y MENARQUIA EN ADOLESCENTES DE GUATEMALA<sup>1, 2</sup>**

*Hernán L. Delgado<sup>3</sup> y Elena Hurtado<sup>4</sup>*

**Instituto de Nutrición de Centro América  
y Panamá (INCAP),  
Guatemala, Guatemala, C.A.**

## **RESUMEN**

Se efectuó un estudio sobre medidas antropométricas y la edad de menarquia en un grupo de adolescentes de las áreas urbana y rural de Guatemala. Los resultados indican que la edad de menarquia es mayor en las adolescentes indígenas residentes en el medio rural, que en las no indígenas, siendo más baja en las adolescentes urbanas. La edad de menarquia está directamente asociada a medidas de crecimiento físico (peso, perímetro del brazo y talla) y de composición corporal (índice de masa corporal). Esto sugiere que ambos, crecimiento físico y maduración sexual, son procesos interrelacionados en un mismo fenómeno conocido como la edad de desarrollo.

## **INTRODUCCION**

Estudios sobre el crecimiento físico efectuados en la región centroamericana en general, y en Guatemala, en particular, han permitido determinar indirectamente la magnitud de la desnutrición proteínico-energética durante la infancia y en edades preescolares (1, 2). Más recientemente, la información derivada de los Censos de Talla de Escolares efectuados en todos los países del área ha confirmado la existencia de retardo en la estatura en niños de primer grado del primer ciclo escolar, sugiriendo la existencia de un problema

---

Manuscrito modificado recibido: 2-07-89.

- 1 Las investigaciones en que se basa este informe fueron patrocinadas por los Institutos Nacionales de Salud (Contrato No. 1-HD-5-0640) y la Agencia para el Desarrollo Internacional (Contrato AID/TAC/1342 y AID/ROCAP No. 569-0115).
- 2 Los autores agradecen los valiosos comentarios de dos Revisores anónimos, que contribuyeron de manera importante a mejorar este documento.
- 3 Jefe de la División de Nutrición y Salud cuando se llevó a cabo este estudio, y actual Director del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.
- 4 Antropóloga de la citada División.

nutrición crónica en la mayoría de los países del Istmo Centroamericano (3).

Por otra parte, la información sobre crecimiento físico y estado nutricional durante la adolescencia es relativamente escasa en todos los países centroamericanos. Aún más limitada es la información sobre indicadores de la maduración sexual durante la adolescencia, como la edad de la menarquia. En este trabajo, por lo tanto, se analiza información sobre el crecimiento físico y la edad de la menarquia en adolescentes de Guatemala.

## MATERIAL Y METODOS

En el período comprendido entre los años 1981 y 1986, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), llevó a cabo tres encuestas transversales sobre crecimiento físico y maduración sexual en adolescentes del sexo femenino, residentes en áreas urbanas y rurales de Guatemala (4-6). Las poblaciones incluidas en dichos estudios comprenden:

1. La totalidad de las adolescentes indígenas del área rural residentes en 12 plantaciones de café, de tres departamentos de Guatemala (Suchitepéquez, Quetzaltenango y Alta Verapaz). Esta población se puede clasificar como pobre rural, y fue estudiada en 1981 incluyendo 444 adolescentes de 10 a 20 años de edad, residentes en esas plantaciones en la fecha de la encuesta, y

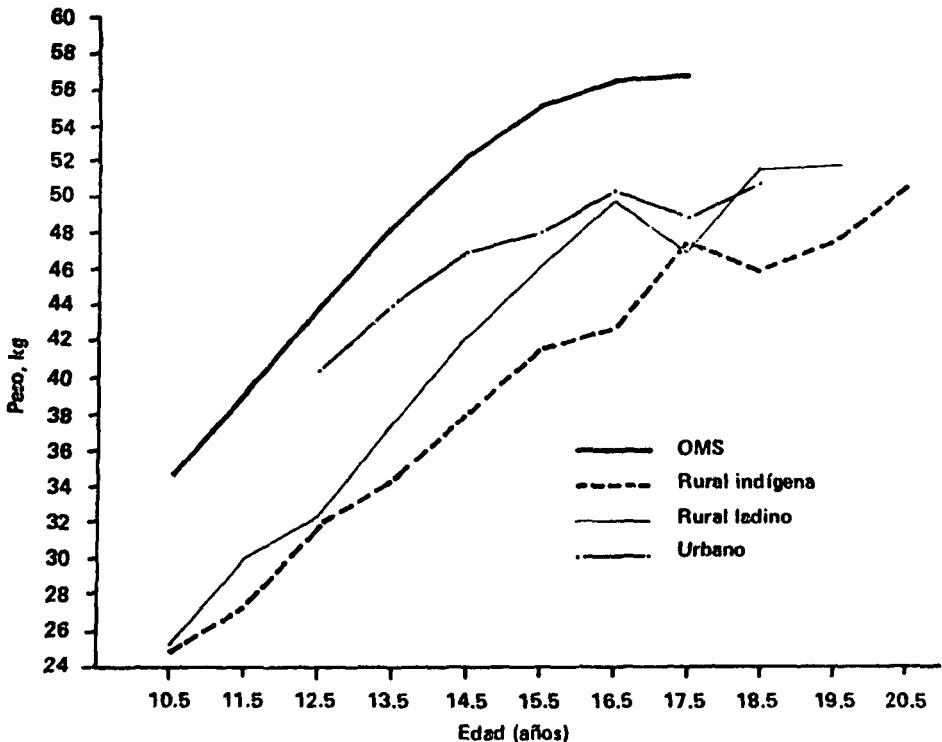
2. La totalidad de adolescentes ladinas, es decir no indígenas, entre 10 y 19 años de edad (390 casos) residentes en 1982 en seis comunidades rurales ladinas, en el departamento de El Progreso en la región oriental de Guatemala. Esta población, que también es pobre, fue sometida a estudio previamente como parte del estudio longitudinal de crecimiento y desarrollo que el INCAP llevó a cabo entre 1969 y 1977; y

3. Una muestra aleatoria, representativa, que comprendió 516 adolescentes de 12 a 18 años de edad que asistían a escuelas secundarias oficiales en la ciudad de Guatemala, durante el ciclo lectivo de 1986. Esta población puede clasificarse como perteneciente al grupo socioeconómico medio-pobre del área urbana.

Como parte de estas investigaciones se recabó información sobre la fecha de nacimiento de las adolescentes y del estado actual de menarquia, por el método de *status quo*, es decir, si había tenido o no la menarquia cuando se efectuó la encuesta. La selección de la metodología de *status-quo* para la estimación de la edad de menarquia se basa en la mayor confiabilidad de esa información, comparada con el método de recordatorio, en el que se obtiene la edad cuando se inician las menstruaciones. El interrogatorio acerca de la menarquia, así como la obtención de las medidas antropométricas, se efectuó en un ambiente de privacidad adecuada y confianza. Además se hicieron mediciones antropométricas que incluyeron la toma del peso, de la estatura y del perímetro de brazo de las adolescentes. Para la obtención de la información, realizada a través de visitas domiciliarias en las poblaciones rurales y en las escuelas en el área urbana, se utilizaron procedimientos estandarizados y personal debidamente capacitado en la recolección de mediciones antropométricas (7).

## RESULTADOS

Las Tablas 1 a 3 y las Figuras 1 a 4 presentan información sobre el porcentaje de adolescentes en las que había ocurrido la menarquia, previo a la fecha de la encuesta, así como el promedio y la desviación estándar del peso, la talla, el índice de masa corporal o índice de Quetelet (que resulta de la aplicación de la fórmula:  $IMC = \text{peso (en kg)}/\text{talla}^2 \text{ (en m}^2\text{)}$ ), y el perímetro del brazo de las adolescentes residentes en el área rural, indígenas y ladinas, y del área urbana, respectivamente. En las Figuras 1 a 3 se comparan esas medidas con las de la población de referencia recomendada por la OMS, derivada del NCHS (8). En realidad, la OMS no recomienda la utilización de los datos del NCHS como población de referencia en la adolescencia. No obstante, su uso es apropiado para fines descriptivos.



Incap 88-7

FIGURA 1

Promedio del peso de adolescentes del sexo femenino, por categorías de edad, Guatemala 1986

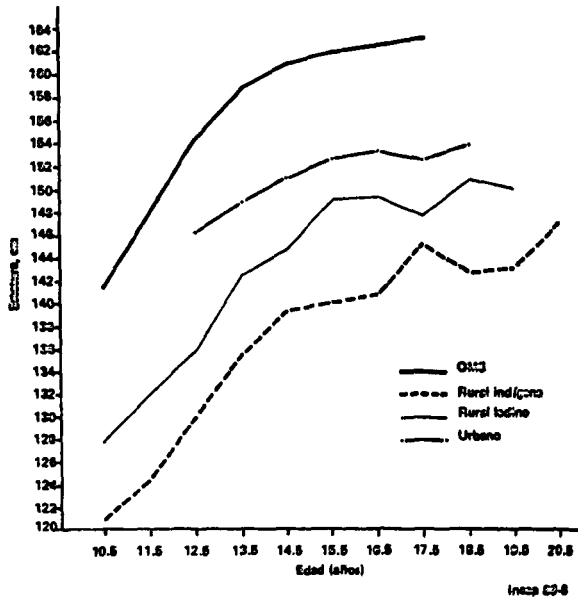


FIGURA 2

Promedio de estatura en adolescentes del sexo femenino, por categorías de edad, Guatemala, 1983

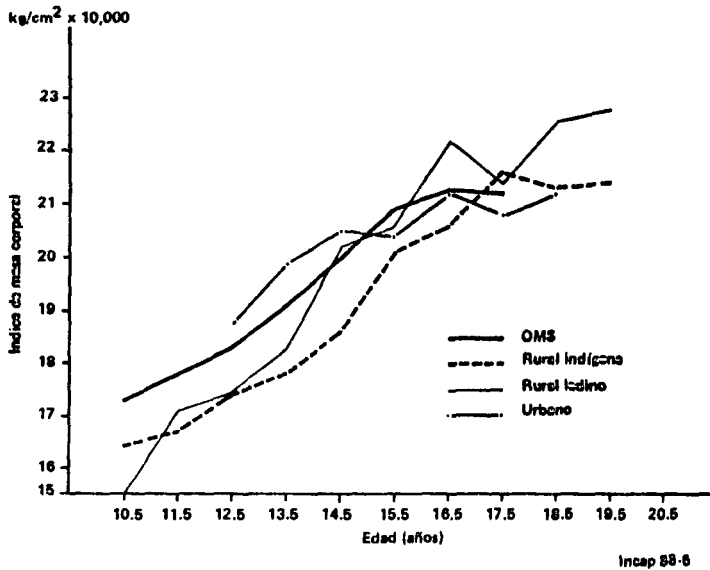
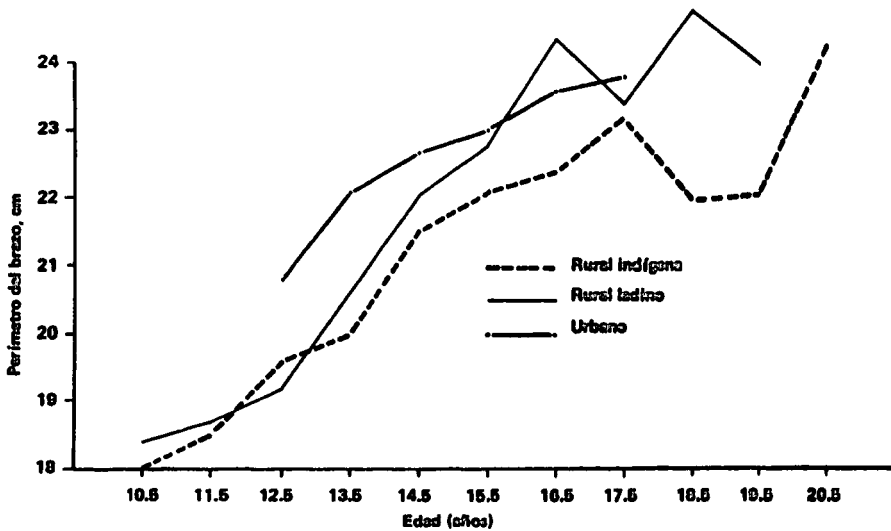


FIGURA 3

Promedio del indice de masa corporal en adolescentes del sexo femenino, por categorías de edad, Guatemala 1986



Incap 69-2

FIGURA 4

**Promedio del perímetro de brazo en adolescentes del sexo femenino, por categorías de edad, Guatemala 1986**

Las adolescentes indígenas del área rural tenían menos peso que las ladinas residentes en el área rural; las del área urbana eran las de mayor peso en todas las edades estudiadas. Una tendencia similar se observa al analizar la estatura y el perímetro del brazo. Por otra parte, hasta los 14 años de edad, las adolescentes del área urbana tenían los valores más altos en el índice de masa corporal (índice de Quetelet) y las indígenas del área rural acusaban los más bajos. A partir de los 15 años de edad las adolescentes ladinas del área rural alcanzan valores más altos de masa corporal que las del área urbana y, a partir de los 17 años, las adolescentes indígenas del área rural también muestran valores más elevados de índice de masa corporal que las adolescentes del área urbana.

Según se aprecia en las Tablas 1 a 7, un porcentaje más elevado (44.3%) de adolescentes del área urbana habían tenido menarquia a los 12 años de edad, en comparación con las del área rural, en las que solamente el 14.6% y el 8.8% de las adolescentes ladinas e indígenas, respectivamente, habían experimentado la menarquia a esa edad. Por otra parte, mientras que en cerca del 100% de las adolescentes del área urbana había ocurrido la menarquia a los 15 años de edad, sólo el 85% de las adolescentes ladinas del área rural y el 60% de las adolescentes indígenas del área rural había tenido menarquia a esa edad. Con base en esta información se calculó la mediana de la edad de menarquia, por medio del ajuste a la curva logística, utilizando el paquete estadístico SAS (9). Las medianas de la edad de menarquia fueron estimadas en 14.9, 13.8 y 12.9 años, para la población indígena rural, ladina rural y urbana, respectivamente. La información sobre la probabilidad de que la

TABLA 1

**CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS Y MENARQUIA EN ADOLESCENTES  
INDIGENAS DEL AREA RURAL DE GUATEMALA**

Grupos de edad (años)	Proporción de casos con menarquia (casos/total)	Peso (kg)	Talla (cm)	Indice de masa corporal 2 (kg/m)	Perímetro del brazo (cm)
10.0 - 10.9	1/61	24.8 ± 3.9*	120.9 ± 7.8	16.4 ± 1.8	18.0 ± 1.7
11.0 - 11.9	3/55	27.3 ± 5.7	124.5 ± 7.7	16.7 ± 2.2	18.5 ± 1.9
12.0 - 12.9	5/57	31.8 ± 6.3	130.1 ± 9.1	17.4 ± 2.6	19.6 ± 2.0
13.0 - 13.9	11/54	34.3 ± 6.3	135.7 ± 7.7	17.8 ± 2.1	20.0 ± 2.2
14.0 - 14.9	21/43	37.9 ± 7.4	139.5 ± 8.6	18.6 ± 2.8	21.5 ± 2.2
15.0 - 15.9	30/50	41.6 ± 7.1	140.1 ± 8.1	20.1 ± 3.2	22.1 ± 2.2
16.0 - 16.9	30/36	42.6 ± 6.0	140.8 ± 6.6	20.6 ± 3.4	22.4 ± 2.3
17.0 - 17.9	31/37	47.4 ± 6.3	145.3 ± 6.8	21.6 ± 2.6	23.2 ± 1.9
18.0 - 18.9	22/24	45.9 ± 5.5	142.7 ± 6.9	21.3 ± 2.3	22.0 ± 1.8
19.0 - 19.9	24/24	47.4 ± 9.6	143.2 ± 6.8	21.4 ± 3.1	22.1 ± 1.8
20.0 - 20.9	5/5	50.4 ± 7.6	147.0 ± 5.0	23.2 ± 2.5	24.3 ± 2.4

\* Promedio ± desviación estándar.

**TABLA 2****CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS Y MENARQUIA EN ADOLESCENTES  
LADINAS DEL AREA RURAL DE GUATEMALA**

Grupos de edad (años)	Proporción de casos con menarquia (casos/total)	Peso (kg)	Talla (cm)	Indice de masa corporal 2 (kg/m)	Perímetro del brazo (cm)
10.0 - 10.9	0/15	25.3 ± 5.7*	127.8 ± 6.2	15.5 ± 3.0	18.4 ± 2.2
11.0 - 11.9	2/35	30.1 ± 5.6	132.3 ± 8.8	17.1 ± 1.8	18.7 ± 1.6
12.0 - 12.9	7/48	32.2 ± 4.8	135.9 ± 8.3	17.4 ± 2.2	19.2 ± 1.6
13.0 - 13.9	10/33	37.5 ± 6.7	142.6 ± 6.8	18.3 ± 2.2	20.6 ± 1.9
14.0 - 14.9	39/46	42.3 ± 6.1	144.8 ± 6.6	20.2 ± 2.2	22.1 ± 1.9
15.0 - 15.9	41/48	46.1 ± 7.0	149.3 ± 5.5	20.6 ± 2.5	22.8 ± 2.4
16.0 - 16.9	33/33	49.8 ± 6.2	149.6 ± 5.2	22.2 ± 2.1	24.4 ± 2.3
17.0 - 17.9	37/37	47.0 ± 4.9	147.9 ± 5.5	21.4 ± 1.6	23.4 ± 1.8
18.0 - 18.9	49/49	51.6 ± 7.1	151.6 ± 6.0	22.6 ± 2.3	24.8 ± 2.3
19.0 - 19.9	46/46	51.6 ± 6.8	150.2 ± 4.6	22.8 ± 2.6	24.0 ± 2.0

\* Promedio ± desviación estándar.

**TABLA 3**  
**CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS Y MENARQUIA EN ADOLESCENTES**  
**EN EL AREA URBANA\* DE GUATEMALA**

Grupos de edad (años)	Proporción de casos con menarquia (casos/total)	Peso (kg)	Talla (cm)	Indice de masa corporal 2 (kg/m)	Perímetro del brazo (cm)
12.0 - 12.9	27/61	40.4 ± 8.6**	146.3 ± 6.0	18.8 ± 3.1	10.8 ± 3.4
13.0 - 13.9	46/65	44.2 ± 7.0	149.0 ± 6.1	19.9 ± 2.9	22.1 ± 2.2
14.0 - 14.9	114/124	46.9 ± 5.6	151.1 ± 5.7	20.5 ± 2.4	22.7 ± 2.0
15.0 - 15.9	94/95	47.9 ± 7.2	152.9 ± 5.6	20.4 ± 2.6	23.0 ± 2.2
16.0 - 16.9	75/76	50.2 ± 7.8	153.6 ± 5.3	21.2 ± 2.8	23.6 ± 2.3
17.0 - 17.9	54/54	48.8 ± 8.2	152.9 ± 6.6	20.8 ± 2.9	23.6 ± 2.3
18.0 - 18.9	39/41	50.6 ± 9.2	154.1 ± 6.4	21.2 ± 3.0	23.8 ± 2.4

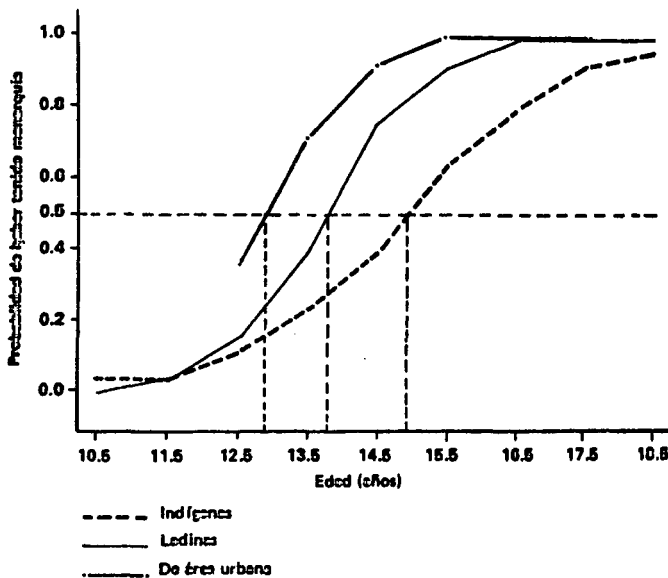
\* Estudiantes de Secundaria en establecimientos oficiales de la Ciudad de Guatemala.

\*\* Promedio ± desviación estándar.

menarquia haya ocurrido, se expone en la Figura 5, por años de edad, en las tres poblaciones que integraron el estudio. Según se aprecia, la mediana de la probabilidad de menarquia es significativamente menor en las niñas del área urbana y en las ladinas del área rural, en contraste con las indígenas del área rural.

El promedio y la desviación estándar del peso y estatura de adolescentes, con y sin menarquia, a los 12 y 13 años de edad figuran en la Tabla 4. Como puede verse, en todas las comparaciones las adolescentes en las que la menarquia había ocurrido tienen peso y estatura mayores que aquéllas que no la habían tenido, independiente del área de procedencia y grupo étnico.

Finalmente, las Figuras 6 a 8 muestran gráficamente la relación entre la menarquia y las medidas antropométricas de peso y estatura, y el índice de masa corporal. Es evidente que ambas, la edad y las medidas antropométricas, se asocian directamente con la menarquia, de modo que las adolescentes con mayor peso, talla e índice de masa corporal, en cada año de edad, son aquéllas en las que había ocurrido la menarquia. Por otro lado, para una misma categoría de peso, talla e índice de masa corporal, las adolescentes de mayor edad tienen mayor probabilidad de haber tenido menarquia que las más jóvenes. Por último, y especialmente en la relación entre la menarquia y el índice de masa corporal que muestra la Figura 8, existen diferencias entre las adolescentes indígenas, las ladinas del área rural y las del área urbana. La menarquia había ocurrido en un porcentaje menor que las indígenas, para una misma categoría de edad y de índice de masa corporal, que en las adolescentes



Incap C0-1

FIGURA 5

Probabilidad de haber tenido menarquia por categorías de edad, Guatemala 1986

**TABLA 4**  
**PESO Y TALLA EN ADOLESCENTES DE GUATEMALA, CON Y SIN MENARQUIA,**  
**POR PROCEDENCIA - GRUPO ETNICO - Y GRUPOS DE EDAD**  
**GUATEMALA**

	Peso (kg)				Talla (cm)			
	Con menarquia		Sin menarquia		Con menarquia		Sin menarquia	
<i>12 años de vida</i>								
Rural - Indígena	(5)	40.5 ± 5.7*	(52)	34.0 ± 6.0	(5)	141.0 ± 5.5	(52)	129.6 ± 3.6
Rural - Ladino	(7)	38.2 ± 2.3	(41)	31.0 ± 4.2	(7)	145.5 ± 5.2	(41)	134.0 ± 7.5
Urbano	(27)	43.9 ± 7.3	(34)	37.6 ± 8.6	(27)	147.3 ± 5.1	(34)	145.0 ± 6.4
<i>13 años de vida</i>								
Rural - Indígena	(11)	41.1 ± 4.5*	(43)	32.6 ± 5.5	(11)	143.2 ± 6.0	(43)	134.8 ± 7.2
Rural - Ladino	(10)	42.1 ± 3.3	(22)	35.7 ± 5.2	(10)	143.2 ± 6.0	(23)	142.5 ± 6.3
Urbano	(46)	46.2 ± 6.7	(19)	39.3 ± 5.2	(46)	149.6 ± 6.3	(13)	147.5 ± 5.5

\* Promedio ± desviación estándar.  
 En paréntesis, número de casos.

ladinas del área rural y que en las adolescentes del área urbana. Entre estas últimas una proporción mayor de las adolescentes había tenido la menarquia, en cada categoría de edad y de índice de masa corporal. Sin embargo, resultados de una regresión múltiple logística, en la que se examinó la capacidad predictiva de índices antropométricos nutricionales (talla e índice de masa corporal) sobre la menarquia, en categorías de edad y estudios (rural ladino, rural indígena y urbano), indicaron que no existen diferencias significativas entre estudios que no sean explicables por las diferencias encontradas en los índices antropométrico-nutricionales entre las poblaciones sometidas a estudio. Este análisis también confirmó las asociaciones entre la menarquia y los índices antropométricos del estado nutricional pasado y actual, talla e índice de masa corporal, respectivamente; éstos se mantienen estadísticamente significativos al incluir edad de la adolescente en la ecuación, siendo esta última también estadísticamente significativa.

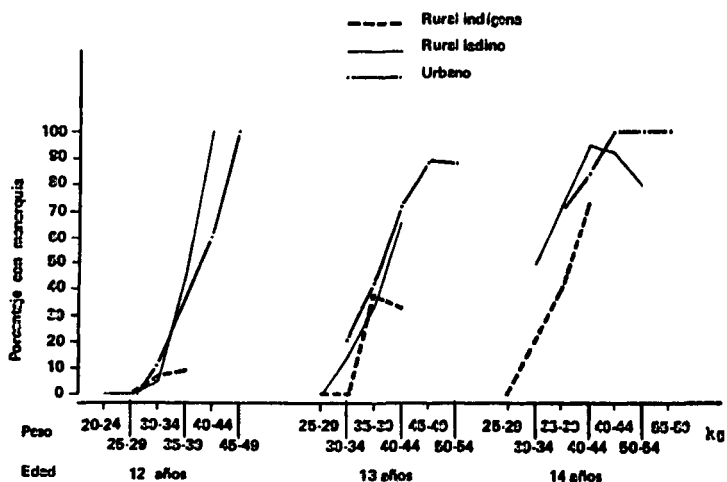
## DISCUSION

El peso, la estatura y el perímetro del brazo en grupos específicos de edad de las adolescentes indígenas residentes en el área rural de Guatemala son significativamente menores que las medidas de las adolescentes ladinas, también residentes en el área rural. Por otra parte, el crecimiento alcanzado por las ladinas rurales, a una edad dada, es menor que el de las residentes en el área urbana, a esa misma edad. Asimismo, las menores de 15 años del área urbana tienen promedios más altos en el índice de masa corporal que las residentes en el área rural; a partir de esa edad las adolescentes del área rural acusan valores promedio de masa corporal ligeramente superiores a las del área urbana. Además, el crecimiento físico en adolescentes del sexo femenino, residentes en áreas rurales y urbanas de Guatemala es significativamente menor, en términos de peso y estatura, que el crecimiento físico en la población de referencia recomendada a nivel mundial por la Organización Mundial de la Salud. Por el contrario, después de los 14 años de edad no se detectan diferencias al comparar el índice de masa corporal —estimado para la población de referencia de la OMS— con los datos de las adolescentes de Guatemala. En edades más tempranas el índice de masa corporal es considerablemente menor en las adolescentes del área rural, tanto ladinas como indígenas.

Esta información parecería sugerir la existencia de un problema de desnutrición proteínico-energética crónica en la población estudiada, estimado por el retardo en talla y, en menor grado, de problemas nutricionales agudos en las adolescentes del área rural y urbana incluidas en el estudio, reflejado en los valores bajos del índice de masa corporal.

Las diferencias detectadas entre el crecimiento físico de las adolescentes indígenas en comparación con el de las ladinas del área rural y con las escolares del área urbana, también se observan en relación a la edad de menarquia. La mediana de la edad de menarquia es significativamente mayor en la población indígena que en la ladina rural y que en la urbana. La mediana de la edad de menarquia en todos estos grupos es más tardía que la notificada para países desarrollados (10, 11).

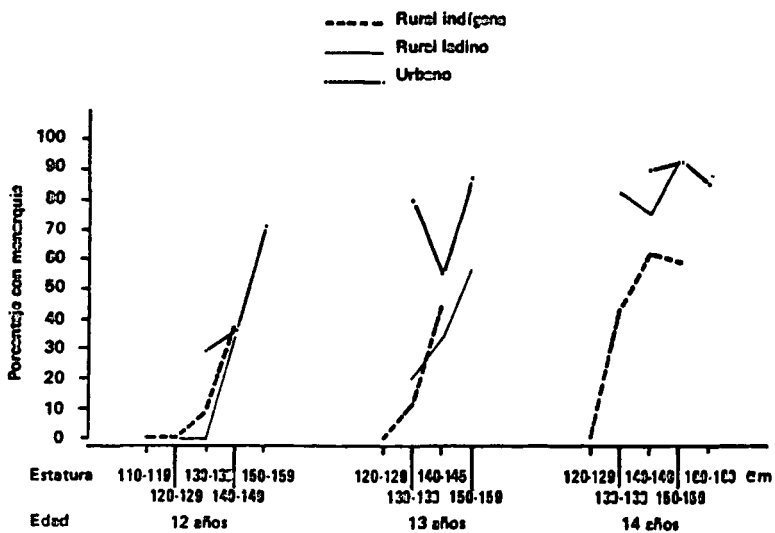
Por último, se logró establecer la existencia de una relación inversa entre



Incap 88-4

FIGURA 6

**Relación entre el peso corporal y la menarquia en adolescentes de área urbana y rural de Guatemala por categorías de edad, Guatemala 1986**



Incap 88-5

FIGURA 7

**Relación entre la estatura y la menarquia en adolescentes de áreas urbana y rural de Guatemala por categorías de edad, Guatemala 1986**

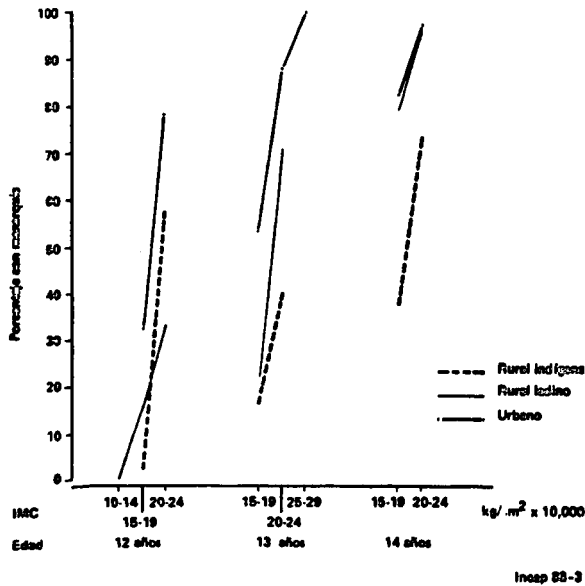


FIGURA 8

**Relación entre el índice de masa corporal (Quetelet) y la menarquia en adolescentes de áreas urbana y rural de Guatemala por categorías de edad, Guatemala 1986**

el crecimiento físico y la edad de menarquia en las tres poblaciones estudiadas, así como cierta tendencia a una menarquia más tardía en las adolescentes indígenas del área rural, en comparación a las ladinas rurales y con las del área urbana, para las mismas categorías de edad, medidas antropométricas, e índice de masa corporal.

La asociación entre la menarquia y el crecimiento físico se ha comprobado en múltiples investigaciones a nivel mundial (12-14). Mientras que algunos autores han propuesto que el estado nutricional de las adolescentes se asocia causalmente al inicio de las menstruaciones (15, 16), la mayoría ha concluido que ambos, el crecimiento físico y la maduración sexual son procesos interrelacionados de un mismo fenómeno conocido como edad de desarrollo (17, 18). La edad de desarrollo resume las interrelaciones de varios aspectos medibles del mismo proceso de desarrollo. Con base en lo expuesto, los datos que aquí se presentan no apoyan ni rechazan la hipótesis que postula la interrelación entre el estado nutricional y la edad de menarquia en la adolescencia.

## SUMMARY

PHYSICAL GROWTH AND MENARCHE IN  
GUATEMALAN ADOLESCENTS

The relationship between anthropometric measurements and age at menarche was studied in a group of Guatemalan adolescents, from urban and rural areas. The data indicate that median age at menarche is significantly higher in Indian adolescents living in rural areas than in non-Indian, the lowest age at menarche being that of adolescents living in urban areas. The age at menarche is positively associated with anthropometric measurements (weight, arm circumference and height) and body composition (body mass index), suggesting that both physical growth and sexual maturation are interacting processes of the same phenomenon known as the development age.

## BIBLIOGRAFIA

1. Valverde, V., H.L. Delgado, A. Noguera & R. Flores. Malnutrition in tropical America. In: *Malnutrition: Determinants and Consequences*. P.L. White & N. Selvey (Eds.). New York, N.Y., Alan R. Liss, 1984, p. 3-17.
2. Delgado, H.L. *Situación Alimentaria Nutricional de Centroamérica y Panamá*. Guatemala, INCAP, junio 1987, 41 p.
3. INCAP. *Memorias - II Seminario Taller Subregional: Aporte de los Censos de Talla de Escolares a los Sistemas de Vigilancia Alimentario-Nutricional, Antigua Guatemala, Guatemala 9-13 de noviembre, 1987*. Guatemala, INCAP, 1987.
4. Klein, R.E., J-P. Habicht & C. Yarbrough. Some methodological problems in field studies of nutrition and intelligence. In: *Nutrition, Development and Social Behavior*. D.J. Kallen (Ed.). Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1973.
5. Delgado, H.L., E. Hurtado & V. Valverde. Physical growth, age at menarche and age at first union in rural Guatemala. *Ecol. Food Nutr.*, 16: 127-133, 1985.
6. Zuleta, C. *Estado Nutricional de Adolescentes de la Ciudad de Guatemala*. Tesis. Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, marzo de 1987.
7. Delgado, H.L. & V. Valverde. *Manual de Antropometría Física (Manuales de Capacitación de Investigación de Campo No. 3)*. INCAP, L-38, 1986.
8. World Health Organization. *Measuring Change in Nutritional Status*. Geneva, WHO, 1983.
9. Rothman, K.J. & J.D. Boice, Jr. *Epidemiologic Analysis with a Programmable Calculator*. Washington, D.C., U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, National Institutes of Health, 1979.
10. Gray, R.H. Biological factors other than nutrition and lactation which may influence natural fertility: A review. In: *Natural Fertility*. H. Leridon and J. Menken (Eds.). Liege, Belgium, Ordine Editions, 1979, p. 217-251.
11. Zacharias, L. & R.J. Wurtman. Age at menarche. Genetic and environmental influences. *N. Engl. J. Med.*, 280: 868-875, 1969.
12. Chowdhury A.K.M.A., S.L. Huffman & G.T. Curlin. Malnutrition, menarche and marriage in rural Bangladesh. *Sec. Biol.*, 24: 316-325, 1977.
13. López, C.M., G. Tobar, N. Farid, M. Landaeta & H. Méndez. Estudios comparados de la estatura y edad de menarquia según estrato socioeconómico en Venezuela. *Arch.*

- Latinoamer. Nutr.**, 31: 740-757, 1981.
14. Frisch, R.E. Weight at menarche: Similarity for well-nourished and under-nourished girls at differing ages, and evidence for historical constancy. *Pediatrics*, 50: 445-450, 1972.
  15. Frisch R.E., R. Revelle & J. Cook. Components of weight at menarche and the initiation of adolescent growthspurt in girls: Estimated total water, lean body weight and fat. *Human Biol.*, 45: 469-483, 1973.
  16. Frisch, R.E. & R. Revelle. Height and weight at menarche and a hypothesis of critical body weight and adolescent events. *Science*, 169: 397-399, 1979.
  17. Johnston F.E., R.M. Molina & M.A. Galbraith. Height, weight and menarche and the critical weight hypothesis. *Science*, 174: 1148, 1971.
  18. Billewicz, W.Z., H.M. Fellowes & C.A. Hytten. Comments on the critical metabolic mass and the age of menarche. *Ann. Human Biol.*, 3: 51-59, 1976.
  19. Trussell, J. Statistical flows in evidence for the Frisch hypothesis that fatness triggers menarche. *Human Biol.*, 52: 711-720, 1980.