

## INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE HIERRO Y ZINC SOBRE EL RENDIMIENTO ESCOLAR

Jair Oswaldo Balza Márquez, Erik Javier Monsalve Linares y Andrés Eduardo Moreno Espinoza

Unidad Educativa Fundación Colegio "Monseñor Bosset"

Mérida, estado Mérida. 2008

### RESUMEN

El propósito de este estudio es confirmar que el rendimiento escolar en los adolescentes está relacionado con el consumo de alimentos con altas concentraciones de hierro y zinc. El estudio estuvo conformado por 60 alumnos de sexo masculino y sexo femenino, voluntarios, con edades comprendidas entre 14 y 17 años, cursantes del primero y segundo año del ciclo diversificado de dos instituciones: una, perteneciente a una zona rural, Liceo Bolivariano "Estado Portuguesa" y, otra, a una zona urbana del estado Mérida: Unidad Educativa Colegio Monseñor Bosset. Para el estudio, la población se dividió en cuatro grupos de acuerdo al alto y bajo rendimiento escolar en cada institución. Los niveles séricos de hierro y zinc se midieron por Espectroscopía de Absorción Atómica en Llama. Se observó que las concentraciones de hierro en los grupos con bajo rendimiento escolar fueron menores que las de los grupos con alto rendimiento escolar y no hubo diferencias significativas entre ambos sexos. Los grupos con alto rendimiento escolar presentaron niveles superiores en las concentraciones séricas de zinc. El promedio de la talla y peso fue mayor en la institución del área urbana. Al comparar los grupos con bajo rendimiento escolar de ambos colegios no se observaron diferencias significativas con respecto a la sideremia, zincemia, ni a la talla y peso. En conclusión los resultados sugieren que los jóvenes con bajo rendimiento escolar en ambas instituciones están expuestos a posibles condiciones medio ambientales que inciden desfavorablemente en su crecimiento y rendimiento escolar y que los jóvenes con bajo rendimiento en el liceo de la zona rural son los que presentan el menor acceso a los micronutrientes hierro y zinc aportados en la alimentación.

**Palabras clave:** minerales, hierro, zinc, adolescentes, absorción atómica

### INTRODUCCIÓN

Una alimentación balanceada en un adolescente debe proporcionar la energía, proteínas y vitaminas recomendadas para su edad en forma fraccionada durante las 24 horas. El desayuno, que es la primera comida del día debe proveer 25% de la recomendación de nutrientes para un día. En América Latina muchos niños salen por la mañana de sus hogares y asisten a la escuela sin desayunar, siendo ignoradas por parte de los padres y representantes las consecuencias negativas que esta práctica pueda ocasionar sobre el funcionamiento cognoscitivo, en el aprendizaje y en el rendimiento escolar. En

países desarrollados, la costumbre de no desayunar representa hasta un 20% de la población general. López y col (1993). La ausencia del desayuno, implica un período de ayuno de más de doce horas durante las cuales el organismo no tiene una fuente exógena de combustible; macro y micronutrientes. Durante el ayuno el organismo no cuenta con el aporte dietético de proteínas y aminoácidos, los cuales son necesarios para la síntesis de neurotransmisores implicados en el funcionamiento cerebral y en diferentes fases del proceso cognoscitivo. (Wurtman, 1982). La síntesis de neurotransmisores

está influenciada por los niveles dietéticos y las concentraciones plasmáticas de los aminoácidos precursores de estas sustancias. Así como también requiere de niveles adecuados de vitaminas y minerales, ya que el déficit de algunos de estos puede ser un factor limitante en la producción de los transmisores necesarios para la función cerebral. Los niveles cerebrales de neurotransmisores y otras sustancias que están relacionadas con la función cognoscitiva, con la atención, la memoria y, por lo tanto, con la efectividad del trabajo intelectual del individuo, dependen minuto a minuto de lo que hemos consumido en la alimentación. (Pollitt, 1993).

En lo que respecta a nutrición y rendimiento intelectual de los estudiantes adolescentes, todavía existen grandes vacíos de conocimiento, debido quizás a la complejidad de los factores comprometidos (genéticos, hereditarios, ambientales, psicosociales, educativos y nutricionales), que dificultan su evaluación e interpretación. La salud y respuesta del escolar a los procesos educativos está condicionada, de alguna manera, por variables nutricionales y psicosociales que han rodeado su infancia y adolescencia, la información que se tenga sobre la calidad de nutrición y desarrollo intelectual, es una forma apropiada para abordar la comprensión de estos eventos. Reconocidas estas limitaciones, el presente trabajo enfatiza sobre la composición mineral de los alimentos que proporcionan la dieta apropiada para el crecimiento y desarrollo físico e intelectual del adolescente.

Debido a la relación estrecha entre crecimiento físico, desarrollo cognoscitivo y estado emocional durante la pubertad, en algunos casos se observa una falta de proporcionalidad donde pueden observarse trastornos psicológicos y de comportamiento que puede experimentar el adolescente. Durante este período crítico de la vida, por consiguiente, es fundamental conocer los procesos

relacionados con el crecimiento y desarrollo intelectual, para comprender la dinámica de la salud y los factores que determinan el comportamiento del adolescente y condicionan su rendimiento escolar.

La mal nutrición no solo se refiere a desnutrición que ocasiona bajo peso y talla sino también al consumo excesivo e inadecuado de alimentos que conducen a peso elevado que igualmente presenta factores de riesgo como obesidad, enfermedades cardiovasculares, depresión, entre otros, que influyen en el desarrollo cognitivo. En los últimos años se ha observado un incremento progresivo de la malnutrición por exceso en varios países de Latinoamérica, debido entre otros factores, al desequilibrio entre consumo y gasto calórico, que ocasiona una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad, tanto en grupos afluentes como en estratos de bajos ingresos de la sociedad. (Uauy y Castillo, 2001).

Venezuela no escapa a esta situación y en la mayoría de los colegios del estado Mérida puede observarse como los estudiantes no consumen una dieta adecuada, lo que causa gran preocupación a representantes y profesores, debido a que por otro lado también puede apreciarse que los escolares de familias de bajos ingresos están a menudo mal alimentados y presentan signos de malnutrición, incluyendo índices antropométricos por debajo de los promedios nacionales, con baja talla o insuficiencia ponderal para la estatura y poca grasa subcutánea, aunque sin síntomas suficientes para justificar su asistencia a un servicio de salud. Pude observarse que en comparación con alumnos bien nutridos, el niño mal alimentado casi siempre es indiferente, apático, desatento, con una capacidad limitada para comprender y retener hechos, y con frecuencia se ausenta de la escuela. Todo ello se refleja en el proceso de aprendizaje y en el rendimiento escolar.

Pero la problemática existente en las aulas escolares no es un tema que afecta

solo a los colegios públicos sino también a los privados, donde a pesar de contar con un mejor nivel socioeconómico, hay malos hábitos alimenticios, los alimentos que se consumen son pobres en micronutrientes.

Un estudio científico de esta problemática nos facilita la comprensión y manejo de las desviaciones que se produzcan como resultado de los desequilibrios, por exceso o por defecto, en el consumo de nutrientes que pueden influenciar el desarrollo y comportamiento de los jóvenes. Una dieta inadecuada se acompaña frecuentemente de deficiencia de algunos micronutrientes, lo cual hace imperativo incluir su evaluación sistemática en aquellas regiones o países donde se sabe que son más prevalentes como en Venezuela, donde la deficiencia de hierro se ha asociado con trastornos en el desarrollo cognoscitivo y neurointegrativo de niños en edad preescolar y escolar. (Sally y Cornelius, 2001). No existen estudios previos concretos sobre la relación de la nutrición con el rendimiento intelectual del estudiante adolescente, pero sí se ha demostrado que la desnutrición puede afectar el comportamiento y el desarrollo físico en esta etapa de su vida. (González y col, 2003).

La iniciativa del presente trabajo de investigación surgió al observar la problemática de un consumo inadecuado de alimentos junto con los trastornos del comportamiento alimentario que está afectando, cada vez más tempranamente, a una creciente población infantil y juvenil. A esto se suma el bajo nivel de rendimiento escolar que se observa en la mayoría de las instituciones educativas del estado Mérida, por lo que surge la necesidad de conocer y analizar la relación existente entre la calidad de la alimentación y el rendimiento académico; para ello, fue necesario obtener datos representativos de los niveles de hierro y zinc en un grupo de estudiantes representantes de una zona rural y otro grupo de una zona urbana del estado Mérida.

El propósito de esta investigación fue determinar los niveles séricos de hierro y zinc en adolescentes, y su relación con el rendimiento escolar en los municipios Libertador y Sucre del estado Mérida.

## **MATERIALES, MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

### **Materiales**

Para la recolección de datos se utilizaron: encuestas para evaluar a los adolescentes seleccionados, el cuestionario fue previamente validado, elaborado y sometido a la prueba piloto que corresponde al 10% de la población estudiada con la finalidad de obtener los datos nutricionales, de rendimiento escolar y nivel socioeconómico. Aparte se emplearon las mediciones antropométricas y las mediciones espectrofotométricas para la determinación de las concentraciones de los micronutrientes.

Los materiales empleados en el estudio son: espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 3110, centrífuga, pipetas automáticas graduables, cronómetro, congelador para almacenaje de muestras (-20 °C), pipetas volumétricas y serológicas, tubos de ensayo, vasos de precipitado, matraces aforados, agujas y tubos Venoyet, algodón, gradillas, torniquetes, alcohol, agua desionizada, ácido nítrico al 10%, sulfato de hierro, cloruro de zinc (preparación de curvas de calibración).

### **Voluntarios**

Se estudiaron 60 adolescentes de sexo masculino y sexo femenino, voluntarios, con edades comprendidas entre 14 y 17 años, cursantes del primero y segundo año del ciclo diversificado. De los cuales 30 eran estudiantes del Liceo Bolivariano "Estado Portuguesa", dividiéndose para su estudio en grupo 1 (bajo rendimiento escolar) y grupo 2 (alto rendimiento escolar); y 30 estudiantes de la unidad educativa Fundación Colegio

“Monseñor Bosset”: grupo 3 (bajo rendimiento escolar), grupo 4 (alto rendimiento escolar).

Se solicitó a los representantes de los adolescentes una autorización por escrito para la incorporación al estudio. A todos los grupos se les realizó una encuesta (para obtener información complementaria acerca de la edad, medidas antropométricas [talla y peso], nutrición, nivel socioeconómico y rendimiento escolar).

Se utilizó el índice antropométrico peso/talla. La estatura se midió en posición de pie utilizándose una cinta métrica metálica graduada en cm y mm, apoyada sobre una superficie vertical plana y firme (pared), haciendo coincidir el cero con el plano horizontal (piso). Los pacientes se midieron sin calzado ni objetos en la cabeza. El peso se obtuvo por medio de una balanza Health o Meter (precisión 0,1 kg). El índice de masa corporal (IMC) fue calculado según la fórmula  $\text{peso} / \text{talla}^2$  ( $\text{kg} / \text{m}^2$ ). El rendimiento escolar se midió por medio de las calificaciones individuales del período escolar 2006-2007.

### **Obtención de muestras**

La toma de muestras se realizó entre las 7 y las 9 am (después de un ayuno de 12 horas) por punción venosa (4 ml) empleando tubos vacutainer (sin anticoagulantes). Después de centrifugar a 3.000 rpm durante 15 minutos, con la finalidad de separar el paquete globular del suero, este último se separó y se colocó en tubos de polipropileno y almacenados a  $-20^\circ\text{C}$  hasta el análisis.

### **Preparación de material y reactivos**

Limpieza del material: los materiales utilizados en cada uno de los pasos desde la toma de la muestra hasta el análisis fueron controlados para asegurar la ausencia de contaminación exógena por metales. Lavados previamente con agua destilada, luego sumergidos en solución de ácido nítrico al 10% por 24 horas y enjuagados con agua desionizada.

Preparación de reactivos: se prepararon las soluciones patrones de hierro y zinc utilizando reactivos grado analítico y enrasando con agua desionizada de 18 M $\Omega$ .

### **Procedimiento analítico**

Las muestras se descongelaron minutos antes del análisis bioquímico. Se utilizó una solución patrón para cada elemento (hierro y zinc). Se fijaron en el espectrofotómetro las condiciones de longitudes de onda: 259.94 nm para el hierro, 213.86 nm para el zinc de acuerdo a recomendaciones del Manual Perkin Elmer del equipo como se muestra en la Tabla 1. En este método la muestra es aspirada, nebulizada y transportada en forma de aerosol a la llama.

El espectrofotómetro de absorción atómica cuenta con un estabilizador, fuente de radiación: lámpara de cátodo hueco, fuente de atomización, monocromador, sistema de detección, medidor digital.

Se procedió a la calibración del equipo mediante diluciones de las soluciones patrones estándar para cada elemento, realizando el control de linealidad, precisión y exactitud respectivo. El instrumento debe ser previamente calibrado antes de la medición por medio de una curva de calibración que consiste en una gráfica de absorbancias contra concentraciones que debe generar una línea recta (curva de calibración o de trabajo). Esta gráfica se obtiene a partir de las absorbancias producidas por soluciones de concentraciones conocidas (patrones), y con ella se puede establecer la concentración del analito existente en una solución desconocida (Bishop, 2007).

Para los análisis, los sueros fueron diluidos 1:5 con agua desionizada. Todas las muestras se analizaron el mismo día en un espectrofotómetro de absorción atómica modelo 3110 de la casa comercial Perkin Elmer.

Los valores de referencia de Fe en suero (definido como sideremia) son de 0,5 a 1,5

mg/L y de Zn en suero (zincemia) de 0,5 a 1,2 m/L, establecidos según el manual de procedimiento utilizado.

El material y equipo necesario para la cuantificación de los micronutrientes así como el procedimiento metodológico seguido en la investigación se resume en las Figuras 4 y 5.

### Análisis estadístico

Las determinaciones analíticas de los micronutrientes se realizaron por triplicado y estos datos fueron procesados en un computador personal para su análisis mediante representación de tablas y gráficos. Se obtuvieron los promedios, las desviaciones estándar, aplicando un análisis de varianza mediante un programa estadístico ANOVA, se estableció la comparación entre los niveles de estos minerales en los grupos de niños con alto y bajo rendimiento escolar.

**Tabla 1**

Condiciones estándar para la determinación de Fe y Zn en el espectrofotómetro de absorción atómica en llama con mezcla aire/acetileno

| Longitud onda (nm) | Rendija (nm) | Sensibilidad (mg/L) | Rango lineal (mg/dL) |
|--------------------|--------------|---------------------|----------------------|
| Fe (248.3)         | 0,2          | 0,10                | 0,5                  |
| Zn (213.9)         | 0,7          | 0,018               | 0,1                  |

Fuente: Spectroscopy Atomic Manual Perkin Elmer 3110 1982.

## RESULTADOS

### Edad

El promedio de edades de los jóvenes del Liceo rural Estado Portuguesa fue en el grupo 1 (bajo rendimiento escolar) de 15,67 años, grupo 2 (alto rendimiento escolar) de 16,33 años. En el Colegio privado del área urbana Monseñor Bosset el grupo 3 (bajo rendimiento escolar) de 15,60 años y en el grupo 4 (alto rendimiento escolar) de 16 años. La propor-

ción de varones y hembras en el grupo 1 fue de: (3 y 12); grupo 2: (5 y 10); grupo 3 :( 5 y 5); grupo 4 (14 y 6) como se muestra en la Tabla 1.

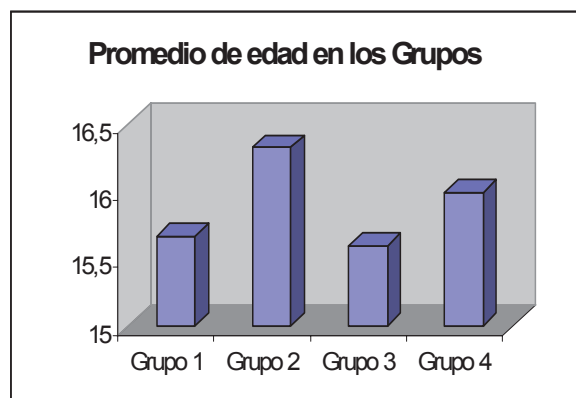
**Tabla I**

Edades promedio en los grupos de bajo rendimiento escolar (1 y 3) y en los grupos de alto rendimiento escolar (2 y 4) y distribución de sexos.

| Subgrupos               | Promedio edad (años) |
|-------------------------|----------------------|
| Grupo 1 n=15 3M y 12F   | 15,67                |
| Grupo 2 n=15 5M y 10 F  | 16,33                |
| Grupo 3 n=10 5M y 5F    | 15,6                 |
| Grupo 4 n=20 14 M y 6 F | 16                   |

**Figura 1**

Comparación del promedio de edad en los diferentes subgrupos de alumnos.



### Índice antropométrico: peso / talla

No se encontraron diferencias significativas en el promedio de talla, peso e IMC entre los dos sexos del Liceo Estado Portuguesa pero sí en el Colegio Monseñor Bosset. El grupo 1 presentó un promedio de talla y peso ligeramente menor al grupo 2 y se observaron diferencias significativas entre los grupo 3 y 4, El promedio de peso fue significativamente mayor en el grupo 4 en relación al grupo 3; sin observarse diferencia en el índice de masa corporal como se muestra en

la Tabla 3 y se representa en las Figuras 7 y 8 la comparación en los diferentes grupos.

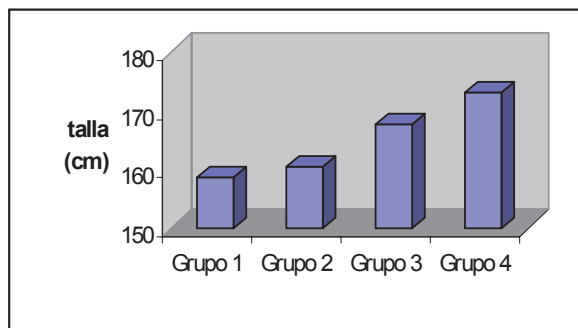
**Tabla II**

Variables clínicas de los grupos

| Variable                 | Grupo 1<br>n= 15 | Grupo 2<br>n=15 | Grupo 3<br>n=10 | Grupo 4<br>n=20 |
|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Talla(cm)                | 158,6            | 160,6           | 167,9           | 173,3           |
| Peso(kg)                 | 55,67            | 54,6            | 66,1            | 69,15           |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 21,86            | 20,88           | 23,75           | 23,18           |

**Figura 2**

Comparación del promedio de talla (cm) en los diferentes grupos: bajo rendimiento escolar (1 y 3) y alto rendimiento escolar (2 y 4).



### Concentraciones de hierro y zinc

La Tabla III muestra como el grupo 4 presentó un promedio de concentraciones de Fe ( $0,98 \pm 0,03$ ) mayores que el grupo 3 ( $0,91 \pm 0,09$ ) y que el grupo 1 ( $0,51 \pm 0,01$ ) respectivamente). El contenido sérico de hierro, si bien tendió a ser mayor en el grupo 4 en relación con el grupo 3, no alcanzó a ser significativamente diferente, en cambio sí se observó un nivel significativamente mayor de hierro en el grupo 4 en comparación con el 1. Los niveles séricos de zinc del grupo 2 ( $0,61 \pm 0,04$ ) fueron mayores a los del grupo 1 ( $0,45 \pm 0,08$ ) y los del grupo 4 ( $0,93 \pm 0,08$ ) mayores que el grupo 3 ( $0,89 \pm 0,09$ ). No se observaron diferencias significativas en los niveles de zinc entre los grupos 4 y 3. La

comparación entre los diferentes niveles de estos minerales se representa en la Figura 4.

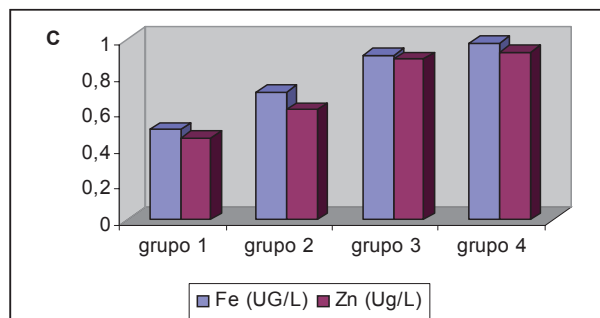
**Tabla III**

Niveles séricos de micronutrientes en los cuatro grupos. Los resultados se expresan como promedio  $\pm$  DS.

| Variable                   | Grupo 1<br>n= 15 | Grupo 2<br>n=15 | Grupo 3<br>n=10 | Grupo 4<br>n=20 |
|----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Fe<br>( $\mu\text{g/ml}$ ) | $0,51 \pm 0,01$  | $0,71 \pm 0,02$ | $0,91 \pm 0,09$ | $0,98 \pm 0,03$ |
| Zn<br>( $\mu\text{g/ml}$ ) | $0,45 \pm 0,08$  | $0,61 \pm 0,04$ | $0,89 \pm 0,09$ | $0,93 \pm 0,08$ |

**Figura 3**

Comparación de los niveles promedio de Fe ( $\mu\text{g/L}$ ) y Zn ( $\mu\text{g/L}$ ) en los diferentes grupos.



### DISCUSIÓN

Al considerar todos los sujetos, se encontró una correlación positiva de la talla con los niveles séricos de Zn ( $r = 0,29$ ,  $p < 0,05$ ) y de Fe ( $r = 0,32$ ,  $p < 0,05$ ). Además se observó una correlación positiva entre peso y zinc ( $r = 0,29$ ,  $p < 0,05$ ), peso y hierro ( $r = 0,39$ ,  $p < 0,05$ ). Esta relación parece estar mediada por el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-I). Investigaciones en ratas jóvenes han demostrado que la deficiencia de zinc provoca disminución del crecimiento corporal, de los niveles plasmáticos de IGF-I y de la proteína enlazante de la hormona de crecimiento

(GH) con una reducción concomitante de las concentraciones hepáticas de los RNA mensajeros del IGF-I y del receptor de la GH y en un trabajo efectuado con niños japoneses que presentaban baja talla y deficiencia de zinc, la administración de este micronutriente fue seguida por un incremento significativo de IGF-I y un aumento de la velocidad de crecimiento corporal (Nakamura y col. 1993).

Es interesante señalar que aplicando la misma metodología analítica, el rango de referencia para Fe no difiere del reportado por Lockitch G y col. (1989) para adultos, sin embargo, en el caso del Zn el rango reportado es menor.

Este estudio debe complementarse posteriormente con otras investigaciones donde se aumente el número de la población en estudio y donde se apliquen los test de inteligencia para poder tener un mejor criterio a la hora de clasificar los grupos en alto y bajo rendimiento escolar debido a que la medición del rendimiento cognitivo es una materia muy compleja.

## CONCLUSIONES

El promedio de las concentraciones séricas de hierro y zinc fue menor en los niños con promedios más bajos en ambos colegios y al comparar ambas instituciones se encontró que los estudiantes del instituto de la zona rural presentaron los niveles más bajos de estos elementos, probablemente porque tienen menos acceso a estos micronutrientes provenientes de la dieta diaria, afectando su rendimiento escolar.

Los adolescentes de la institución pública de la zona rural presentaron un promedio de tallas menores a las de los niños del colegio privado de la zona urbana de la ciudad de Mérida lo que indica una correlación positiva de la talla y el peso con los niveles séricos de hierro y Zinc. Se observó que la deficiencia de estos minerales, puede incidir negativamente

sobre el crecimiento saludable, nivel cognitivo y el rendimiento escolar.

## RECOMENDACIONES

Es necesario mencionar que los estudiantes del colegio de la zona rural están sometidos a situaciones económicas más difíciles. Considerando que la posibilidad de mejorar las condiciones de vida es limitada desde el punto de partida, desde la infancia, a menos de encontrar e implementar mecanismos que garanticen un aporte adecuado de micronutrientes a toda la comunidad.

Los estudios anteriores realizados muestran que los niños sanos y bien nutridos aprenden más, los hallazgos que pudimos encontrar en este estudio son consistentes con esta afirmación, por lo que se recomienda a los profesores y padres vigilar la alimentación de los jóvenes tanto dentro como fuera de las instituciones educativas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, C. D. y otros. (1997). Valores de zinc plasmático en una población infantil marginal de Maracaibo, Venezuela. *ALAN Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 47 (1), 23 – 28.
- Arévalo, E. y Linares, L. (1998). Determinación de Mg y zinc en mujeres menopáusicas con osteoporosis por espectroscopia de Absorción Atómica. *Revista Española de Enfermedades Metabólicas*, 20 (8) 20-24.
- Black, M. (1998). Zinc deficiency and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68 (2), 464 – 469.
- Black, M. (2003). Micronutrient deficient and cognitive functioning. Department of Pediatrics University of Maryland school of Medicine. *The American Society for Nutritional Sciences. Journal of Nutrition* .133: 3927s- 3931s.
- Burguera, J. y Burguera, M. (1991). An automated microtechnique for zinc for atomic absorption spectrophotometry. *L.R.A.*, 3: 119-124.
- Burguera, M. y Matousek, A. (1993). Determinación de elementos esenciales y tóxicos. *Am J. Clin Nutr*, 31: 1409-1412.
- Goldn, B. (1981). Plasma zinc, rate of weight gain and energy cost of tissue deposition in children recovering from severe malnutrition on cow's milk or soya protein based diet. *Am J Clin Nutr*. 34: 892- 9.
- Janezic, M. y Balzán, N. (2000). *Comparación del estado Nutricional entre escolares de Instituciones públicas y privadas.* Instituto Universitario de Ciencias de la Salud. Buenos Aires.
- Jiménez, A., Herrador, M., Navas, M., y Asuero, A. (1995). Métodos espectrofotométricos para la determinación de elementos esenciales. *Alimentaria*, 1: 25-28.
- Kaplan, L. y Pesce, A. (1996). *Elementos trazas. Química Clínica.* 3ª edición. Pp. 746-758.
- Lockitch, G. y Halstead, A. C. (1989). En S. Meites, editor. *Pediatric clinical chemistry. Reference (normal) values.* 3rd. Washington, DC: AACC Press; p. 102.
- López, M., Hernández, Y., Landaeta, M. y Henríquez, G. (1993). Crecimiento y nutrición en la región latinoamericana. *Anal Venez Nutr* Vol 6.
- González-Gross, M. J., Castillo, L. y col. (2003). Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles. *Nutr. Hosp.* v.18 n.1 Madrid.
- Muñoz, C. y P. Rodríguez. (1976). Factores determinantes de los niveles de rendimiento escolar asociados con diferentes características socioeconómicas de los educandos. CEE-ECIEL.
- Nakamura, T., Nishiyama, S., Futagoishi-Suginohara, Y., Matsuda, Y. y Higashi, A. (1993). Mild to moderate zinc deficiency in short children: effect of zinc supplementation on linear growth velocity. *J Pediatr*. 123: 65-9.
- Organización Mundial de la Salud y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2004). *Focusing on anaemia: Towards an integrated approach for effective anaemia control.* Comunicado conjunto. Ginebra.

- Pollitt, E. (1993). Ayuno y desayuno: Implicaciones para el funcionamiento cerebral y la capacidad de aprendizaje. *Dieta y Salud*, 2 (1): 5-7, 1er semestre.
- Ramírez, J. y Ortiz, A. (2002). Elementos trazas en niños de la Ciudad de México. *Act. Pediatric Mex.* 23(5) 304-310.
- Sally, G y Cornelius, A. (2001). Estudios sobre los efectos de la deficiencia de hierro sobre el desarrollo en niños. *Journal of Nutrition*. 131: 649s – 668s.
- Sheard, F. (1994). Iron deficiency and Infant Development. *Nutrition Reviews*, 52 (4) 137 – 139.
- Shinijini, B. y Sunita, T. (2001). Zinc and cognitive development. *Journal of Nutrition*, 85 (2), s139-s145.
- Sansón, B. y Yenkaresh. (1978). Simple preparation methods for the analyses of trace elements. *Technical report series*, 227: 03-46.
- Stanco, G. (2006). Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro. *Colombia Médica*. Universidad Metropolitana de Caracas, Caracas, Venezuela.
- Stolzfus, R. J., Albonico, M., Tielsh, J. M., Chwaya, H. M. y Savioli, L. (1997). Linear growth retardation in Zanzibari school children. *J Nutr* .7; 127: 1099-105
- Toshiro, N. y otros (1993). Mild to moderate Zinc deficiency in short children: Effect of Zinc supplementation on linear growth velocity. *The Journal Of Pediatrics*, 123 (1) 65-69.
- Uauy, R. y Castillo, C. (2001). Nutrición en niños y adolescentes. *Rev. Chil. Pediatr.* 72 (1); 1-5.
- Verdalet Guzmán, Iñigo y Silva Hernández, Erick. (2001). Elementos antropométricos para evaluar el estado de nutrición. *Textos Universitarios*. Universidad Veracruzana.
- Whittaker, P. (1998). Iron and Zinc interactions in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68 (2), 442-463.