

# Deficiencia de micronutrientes en salud pública

*Sonia Rodríguez, Erick Boy, Teresa González-Cossío*

## ABSTRACT

*In terms of their overall impact on health and disease burden, iron, vitamin A, iodine and zinc deficiencies are the four most important micronutrient deficiencies. We describe the significance of these deficiencies to public health based on the most recent available data from national surveys for most countries and modeled estimates for others. It is estimated that nearly 48% of children under 5 years in the world are anemic (hemoglobin < 110 g/L) and ~50% of these have iron deficiency. In Latin America (LA), Haiti (60.6%), Brazil (56.9%), and Bolivia (51.6%) observe the highest anemia prevalences. Vitamin A deficiency (VAD) affects more than 200 million children in the world. Haiti (32%) is the only country with a prevalence considered as a severe public health in LA (serum retinol < 70 µmol/L). It is estimated that 36.5% of the world's population has is at risk of iodine deficiency. As judged by the proportion of the population with urinary iodine excretion below 100 µg/L, in LA the risk of IDD remains as public health problems in Haiti (58.9%) and Brazil (32.9%). The World Health Organization estimates a global 31.3% prevalence of dietary zinc inadequacy. Haiti and Guatemala present the highest risk of dietary zinc inadequacy in LA. These deficiencies continue to be public health problems globally, but IDD and VAD have declined considerably in LA, with few notable exceptions. It is necessary to implement combinations of interventions integrated to other public health measures tailoring them for each country's specific context in order to achieve the effective control of micronutrient malnutrition and contribute effectively to the attainment of several Millennium Development Goals by 2015.*

## RESUMEN

Existen cuatro principales deficiencias de micronutrientes en términos de frecuencia y consecuencias de salud (deficiencias de hierro, vitamina A, yodo y zinc). La deficiencia de hierro es la deficiencia más común, tanto en países desarrollados como en desarrollo, se estima que cerca de 48% de los niños menores de 5 años en el mundo tienen anemia (hemoglobina < 110 g/L). En América Latina, los países con mayor prevalencia de anemia son Haití (60.6%), Brasil (56.9%) y Bolivia (51.6%).

La deficiencia de vitamina A (DVA) afecta a más de 200 millones de niños en el mundo, de los cuales 4 millones tienen xeroftalmia. Haití es el país con mayor prevalencia de deficiencia de vitamina A (retinol sérico < 70 µmol/L) en América Latina (32%).



La deficiencia de yodo es otro de los problemas de salud pública. Se estimó, hasta el año de 2003, que 36.5% de la población de niños escolares a nivel mundial tenía una ingesta insuficiente de yodo. Haití y Brasil en 2002 muestran que esta deficiencia es un importante problema de salud pública, con una prevalencia de deficiencia de yodo (yodo urinario <100 mcg/L) de 58.9 y 32.9%, respectivamente.

La deficiencia de zinc afecta principalmente a niños y mujeres en edad fértil. La OMS (1996) estimó una prevalencia de 31.3% de inadecuación dietética de zinc a nivel mundial. Haití es el país con mayor riesgo de inadecuación dietética de zinc (55.6%) y Guatemala con mayor prevalencia de talla baja (46.4%).

Estas cuatro deficiencias siguen siendo problemas de salud pública y contribuyen de manera importante a la carga global de la enfermedad, por lo que es necesario implementar o modificar estrategias adecuadas para cada contexto en cada país que permitan controlar de una manera efectiva la deficiencia de micronutrientes y contribuir para el logro de varios objetivos de desarrollo del milenio para el año 2015.

## Introducción

Aunque se muestra una tendencia en la reducción en las prevalencias de desnutrición y de deficiencia de micronutrientes, éstas continúan siendo un grave problema de salud pública a nivel mundial.<sup>1</sup> Se estima que más de 2 000 millones de personas en el mundo son deficientes en por lo menos un micronutriente clave para el desarrollo, particularmente vitamina A, yodo, hierro y zinc.<sup>2</sup> Estas deficiencias de micronutrientes tienen efectos sobre la salud y cuando su prevalencia es elevada éstas repercuten negativamente sobre la economía de un país. Además, las deficiencias contribuyen de manera importante a la carga global de la enfermedad, estimada en número de muertes y años perdidos que les son atribuidos.<sup>3-5</sup> El principal origen de las deficiencias radica en la pobreza, los países en vías de desarrollo presentan las mayores prevalencias.

Aunque hay diferentes deficiencias de micronutrientes que progresivamente han llegado a ser relevantes para la salud pública (i.e. selenio, calcio, vitamina D, B<sub>12</sub> y B<sub>2</sub>), esta revisión se enfoca en las cuatro principales deficiencias de micronutrientes en términos de frecuencia y consecuencias de salud. Estas cuatro deficiencias son hierro, vitamina A, yodo y zinc.

Se presenta la prevalencia de las deficiencias (a nivel mundial y en América Latina), principalmente en niños menores de 5 años, sus principales causas, sus consecuencias en términos de desenlaces en salud y un esbozo breve de las estrategias diseñadas para la prevención y corrección de dichas deficiencias. Presenta también las consecuencias de las deficiencias de micronutrientes en términos de Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) y en términos de número de muertes.

Respecto a las prevalencias de deficiencia de micronutrientes, los diferentes países de América Latina se han dado a la tarea de documentar la situación de la prevalencia de deficiencia de micronutrientes, para lo cual han realizado encuestas ya sea con representatividad nacional, regional, estatal o por lo menos información local que describan la magnitud de los problemas de deficiencia de micronutrientes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha dado a la tarea de hacer una compilación y actualización de estos datos periódicamente. En este documento se presentan los resultados recopilados por la OMS y las actualizaciones de los mismos a partir de datos de encuestas más recientes para algunos países.



La prevalencia de deficiencia de micronutrientes se presenta en tablas que incluyen detalles sobre el año de recolección de los datos, la representatividad del estudio, el grupo de edad evaluado, el porcentaje de niños con la deficiencia del micronutriente en cuestión y la referencia de donde se obtuvieron los datos. Los datos que se presentan en su mayoría son para niños menores de 5 años, pero para algunas deficiencias y para algunos países los datos disponibles tienen un rango de edad más amplio o son para niños en edad escolar. Por otra parte, para algunos países no contamos con información nacional por lo que se presentan datos a nivel de ciudad o región y para algunos países no se contó con ningún tipo de información.

Para la inclusión de los datos de prevalencia de deficiencia de micronutrientes se tomaron como criterios de inclusión reportes y publicaciones de las encuestas poblacionales con diseño definido claramente y cuyos métodos de determinación de las mediciones bioquímicas y puntos de corte utilizados para la estimación de la deficiencia, fueran los aceptados internacionalmente.<sup>6</sup> Se aceptó como tamaño mínimo de muestra 100 sujetos.

## Deficiencia de hierro

### Situación mundial

La deficiencia de hierro es la deficiencia más común, tanto en países desarrollados como en desarrollo. Se estima que más de 2 000 millones de personas en el mundo son deficientes de hierro,<sup>7,8</sup> principalmente niños y mujeres en edad fértil. De acuerdo con una revisión de encuestas con representatividad nacional de 1993-2005, cerca de 48% de niños menores de 5 años a nivel mundial tienen anemia, de los cuales al menos la mitad es por deficiencia de hierro.<sup>9</sup>

En los últimos años *Micronutrient Initiative* (MI) realizó un análisis de la tendencia de la prevalencia de anemia en mujeres embarazadas y no embarazadas de diferentes países, y documentó una reducción de la prevalencia de anemia en algunas regiones del mundo.<sup>10</sup> Posiblemente resultados similares pueden encontrarse en la población infantil ya que muchas de las estrategias de combate de la anemia son dirigidas tanto a mujeres como a niños, por lo que se esperaría que dieran resultados similares.

### Causas de la deficiencia de hierro y de la anemia por deficiencia de hierro

Entre las principales causas se encuentra la baja ingesta de hierro biodisponible; i.e. el consumo de una dieta relativamente alta en hierro predominantemente de origen vegetal, con alto contenido de factores inhibidores, así como un bajo contenido de factores promotores de la absorción de hierro. Entre los factores más conocidos promotores de la absorción de este micronutriente se encuentran la vitamina C, la vitamina A y la carne. La carne, además de promover la absorción de hierro no-heme (el de origen vegetal, cuya absorción promedio se encuentra entre 3 y 12%), contiene 40% en promedio de hierro heme y cuya tasa de absorción es más alta (entre 23 y 35% dependiendo de la reserva corporal de hierro).<sup>11</sup> Entre los factores inhibidores de la absorción se encuentran los fitatos, la fibra dietética, el calcio, los taninos y la leche de vaca.<sup>13</sup> La biodisponibilidad de hierro dietético es baja en poblaciones que consumen dietas monótonas basadas en cereales y vegetales, común en países en desarrollo.<sup>11</sup> Otra de las causas de la deficiencia de hierro es su pérdida debido a parasitosis (especialmente



uncinariasis y esquistosomiasis),<sup>12</sup> así como la deficiencia de otros micronutrientes hematopoyéticos, como la vitamina A, la B<sub>6</sub>, la B<sub>12</sub>, entre otros.

## **Consecuencias de la deficiencia de hierro y anemia**

El aporte insuficiente de hierro provoca un suministro inadecuado de oxígeno a los tejidos debido a la baja concentración de hemoglobina circulante, lo que causa una disminución de la actividad enzimática en los procesos en los que se involucra el hierro. La anemia (definida como Hb < 110 g/L en niños menores de 5 años) es la manifestación más evidente de la deficiencia funcional de hierro y esta última es considerada la principal causa nutricional de anemia.<sup>13</sup> No obstante, el papel que juegan otros micronutrientes y las infecciones como determinantes de la concentración de hemoglobina, deben tomarse necesariamente en cuenta de abatimiento de la anemia.

Existe suficiente evidencia de que la deficiencia de hierro tiene efectos adversos sobre el desarrollo cognitivo y psicomotor de los niños menores de 2 años,<sup>14-17</sup> sobre la capacidad de aprendizaje, la conducta,<sup>18,19</sup> la capacidad física,<sup>20</sup> la mortalidad infantil<sup>21</sup> y el bajo peso al nacer de niños cuyas madres sufrieron anemia durante el embarazo.

## **Estrategias de prevención y control de la deficiencia de hierro y anemia**

Entre las estrategias más empleadas para promover un adecuado estado de hierro y corrección de anemia se encuentran la suplementación con hierro (por ejemplo, tabletas, gotas, entre otras), la distribución de alimentos fortificados (por ejemplo, leche o harinas), la adición de raciones individuales en polvo al plato en la mesa (Sprinkles® o Chispitas® en América Latina, ej. en Haití) y la fortificación de alimentos complementarios en el hogar (Nutrisano y Nutrivida en México, Vitacereal en Guatemala, entre otros).<sup>22</sup> Los detalles de estas estrategias serán discutidos en otro capítulo de este mismo libro más adelante, pero es necesario recalcar que éstas deben ser implementadas en combinación entre sí y con otras intervenciones de salud pública, de acuerdo a cada contexto demográfico y epidemiológico, e integradas a programas de cobertura amplia dentro del grupo poblacional objetivo para aumentar las posibilidades de mejoramiento del estado nutricional de hierro de la población en mayor riesgo.

## **Prevalencia de anemia en América Latina**

Recientemente McLean y colaboradores (2007), publicaron una estimación de la prevalencia de anemia en diferentes regiones del mundo basándose en los datos disponibles en el sistema de información sobre las deficiencias mineral y vitamínicas (VMNIS). En dicho análisis incluyeron estudios de diferentes países con representatividad nacional o subnacional, y en su defecto se usaron prevalencias obtenidas de un modelo de regresión basado en datos regionales. Para América Latina en su conjunto se estimó una prevalencia de 39.5% en niños menores de 5 años.<sup>23</sup>

En el Cuadro 1 se presentan los datos de las últimas encuestas o estudios en América Latina de la prevalencia de anemia (Hb < 110 g/L ajustando por altitud del lugar de residencia donde fuera necesario) en preescolares, desagregada por país.

El Cuadro 1 muestra que en general todos los países de América Latina, para los que se tienen datos, tienen problemas importantes de anemia, presentándose las prevalencias



**CUADRO 1. Prevalencia de anemia en países de América Latina**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Anemia %	Referencia
<b>Norteamérica</b>					
Canadá	ND	ND	ND	ND	ND
Estados Unidos	ND	ND	ND	ND	ND
México	2005	Nacional	1-4.99 años	23.7	Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco R, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública 2006.
<b>Centroamérica</b>					
Belice	ND	ND	ND	ND	ND
Costa Rica	1996	Nacional	1-4.99 años	20.9	Cunningham L, Blanco A, Rodriguez S, Ascencio M. Prevalencia de anemia deficiencia de hierro y folatos en niños menores de siete años: Costa Rica, 1996 (Prevalence of anemia, iron and folate deficiency in children smaller than seven years : Costa Rica, 1996). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2001, 51:37-43.
El Salvador	2002-2003	Nacional	1-4.99 años	19.8	Salvadoran Demographic Association (ADS), USAID, CDC. Encuesta Nacional de Salud Familiar FESAL 2002-2003: Informe final. San Salvador 2004.
Guatemala	2002	Nacional	0.5-4.99 años	39.7	Salvadoran Demographic Association (ADS), 2004. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Instituto Nacional de Estadística, Universidad del Valle de Guatemala, Centers for Disease Control and Prevention, USAID et al. Guatemala, Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2002. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2003.
Honduras	2001	Nacional	1-4.99 años	29.9	Secretaría de Salud, Ashonplafa, USAID, Centers for Disease Control and Prevention, Management Sciences for Health. Encuesta Nacional de Epidemiología y Salud Familiar (ENESF-2001). Encuesta Nacional de Salud Masculina ENSM-2001 (informe final). Tegucigalpa, Secretaría de Salud, 2002.

(Continúa)

**CUADRO 1. Prevalencia de anemia en países de América Latina (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Anemia %	Referencia
Nicaragua	2004	Nacional	0.5-4.99 años	17	Gurdián M, Kontorovsky I, Alvarado E, Ramírez SA, Hernández R. Sistema Integrado de Vigilancia de Intervenciones Nutricionales (SIVIN). Informe de Progreso. Nicaragua, Ministerio de Salud, 2005.
Panamá	1999	Nacional	1-4.99 años	36	Ministerio de Salud, UNICEF. Encuesta nacional de vitamina A y anemia por deficiencia de hierro (National survey of vitamin A and iron deficiency anemia). Panama City, Ministerio de Salud, 2000.
América del Sur					
Argentina	2005	Nacional	0.5-4.99 años	16.5	Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, 2005. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Salud, 2007.
Bolivia	2003	Nacional	0.5-4.99 años	51.6	Gutiérrez Sardán M, Hernando Ochoa L, Castillo Guerra W. Bolivia Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2003 (Bolivia National Demographic and Health Survey 2003). La Paz, Ministerio de Salud y Deportes, Instituto Nacional de Estadística, 2004.
Brasil	2000	12 ciudades <sup>1</sup>	0-12.99 años	56.9	Szarfarc SC, de Souza SB, Furumoto RAV, Brunken GS, Assis AMO, Gaudenzi EN, Silva R de CR, de Souza JMP. Concentração de hemoglobina em crianças do nascimento até um ano de vida (Hemoglobin concentration in children from birth to one year of age). Cadernos de Saúde Pública, 2004, 20:266-274.
Chile	ND	ND	ND	ND	ND
Colombia	2004	Nacional	1-4.99 años	33.2	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Escuela de Nutrición y Dietética U. de Antioquia, WHO-PAHO Technical Assistance. National Survey on the Nutritional Situation (ENSIN), Colombia 2005, Protocol - Executive Summary. Bogotá, Colombia, Instituto Colombia de Bienestar Familiar, 2005.
Ecuador	1993-1994	Regional, 5 provincias más pobres	1-4.99 años	37.8	Ministerio de Salud Pública (Ecuador). Deficiencia de vitamina A en provincias de pobreza crítica del Ecuador. Quito, 1994.

(Continúa)



**CUADRO 1. Prevalencia de anemia en países de América Latina (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Anemia %	Referencia
Guyana	1996-1997	Nacional	0-4.99 años	47.9	Ministry of Health (Guyana), WHO Pan American Health Organization, Caribbean Food and Nutrition Institute. Executive summary micronutrient study report - Guyana. An assessment of the vitamin A, E, beta-carotene, iron and iodine status in the population. Georgetown, Ministry of Health, 1997.
Paraguay	ND	ND	ND	ND	ND
Perú	2005	Nacional	0-4.99 años	46.2	Instituto Nacional de Estadística e Informática, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Programa Measure DHS+ ORC Macro. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar ENDES Continua 2005; Informe principal. Lima, Perú, 2006.
Uruguay	ND	ND	ND	ND	ND
Venezuela	2004	Maracaibo	2-6.99 años	38.1%	Castejón HV, Ortega P, Amaya D, Gómez G, Leal J, Castejón OJ. Co-existence of Anemia, Vitamin A Deficiency and Growth Retardation among Children 24-84 Months Old in Maracaibo, Venezuela. Nutritional Neuroscience, 2004; 7(2): 113-119.
<b>Caribe</b>					
Antigua y Barbuda	1996-1997	Nacional	1-4.99 años	49.4	Micronutrient Working Group. Iron and vitamin A Reference 3758 status in five Caribbean countries. Cajanus, 2002, 35 :4-34.
Bahamas	ND	ND	ND	ND	ND
Barbados	ND	ND	ND	ND	ND
Cuba	ND	ND	ND	ND	ND
Dominica	1996-1998	Nacional	1-4.99 años	34.4	Micronutrient Working Group. Iron and vitamin A Reference 3758 status in five Caribbean countries. Cajanus, 2002, 35:4-34.
República Dominicana	ND	ND	ND	ND	ND
Grenada	ND	ND	ND	ND	ND

(Continúa)

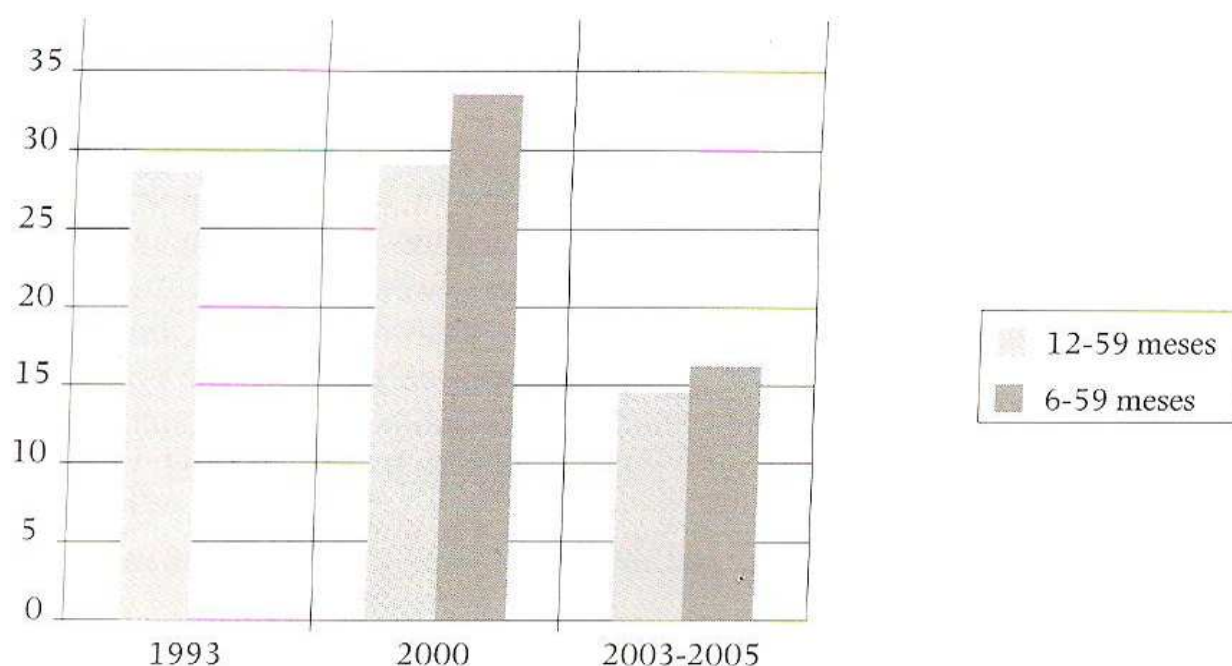
**CUADRO 1. Prevalencia de anemia en países de América Latina (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Anemia %	Referencia
Haití	2005-2006	Nacional	0.5-4.99 años	60.6	Cayemittes, Michel, Marie Florence Placide, Soumaila Mariko, Bernard Barrère, Blaise Sévère, Canez Alexandre 2007. Enquête Mortalité, Morbidité et Utilisation des Services, Haïti, 2005-2006. Calverton, Maryland, USA :Ministère de la Santé Publique et de la Population, Institut Haïtien de l'Enfance et Macro International Inc. <a href="http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR192/Fr192%2Epdf">http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR192/Fr192%2Epdf</a>
Jamaica	1998	Nacional	1-4.99 años	48.2	WHO Pan American Health Organization, Caribbean Food and Nutrition Institute, Ministry of Health, Ministry of Education. Micronutrient study report: an assessment of the vitamin A, E, betacarotene, and iron status in Jamaica. Kingston, World Health Organization, Pan American Health Organization, Caribbean Food and Nutrition Institute, 1998
San Cristóbal y Nieves	ND	ND	ND	ND	ND
San Vicente y las Granadinas	ND	ND	ND	ND	ND
Santa Lucía	ND	ND	ND	ND	ND
Suriname	ND	ND	ND	ND	ND
Trinidad y Tobago	ND	ND	ND	ND	ND

1)Manaus, Rio Branco, Teresina, Salvador, Rio de Janeiro, Vicosia, Sao Paulo, Santo André, Maringá, Porto Alegre, Cuiabá, Brasília.



gentina (16.5%), Nicaragua (17%) y Barbados (17.1%). Uno de los países donde se ha documentado el impacto de las intervenciones implementadas entre 1993 y 2005 para el control de la anemia nutricional, es Nicaragua (Figura 1).



Fuente: Ministerio de Salud Pública de Nicaragua (MINSa). Sistema Integrado de Vigilancia de las Intervenciones en Nutrición (SIVIN). Informe de Progreso, 2003-2005<sup>66</sup>.

**FIGURA 1.** Disminución de la prevalencia de anemia en niños(as) de 6 a 59 meses de edad en Nicaragua (1993-2005).

## Deficiencia de vitamina A

### Situación mundial

La deficiencia de vitamina A (DVA) afecta a más de 200 millones de niños en el mundo, de los cuales 4 millones tienen xeroftalmia. En países en vías de desarrollo, las mujeres también están en riesgo de esta deficiencia, especialmente durante el embarazo y la lactancia, y se estima que 6 millones sufren ceguera nocturna durante el embarazo.<sup>24,25</sup> Mason y colaboradores realizaron un análisis de las tendencias de la deficiencia de vitamina A en niños preescolares con datos de encuestas nacionales repetidas en algunos países. Los años analizados fueron entre 1985 y 2003. Documentaron una reducción hacia la eliminación del problema clínico en América Latina, algunos países de Asia del Sur y Asia Suroriental.<sup>26</sup> La DVA clínica (estimada comúnmente por la presencia de xeroftalmia) y la DVA subclínica (estimada como retinol sérico  $<70 \mu\text{mol/L}$ ) mostró una tendencia clara a disminuir, en América Latina y el Caribe, y probablemente en Asia.

### Causas de la deficiencia de vitamina A

Las principales causas de esta deficiencia son la baja ingesta de alimentos de origen animal, de alimentos ricos en carotenos como los vegetales de color amarillo y los de



hoja verde oscuro (posteriormente convertidos en vitamina A), la baja ingesta de grasas las cuales facilitan la absorción de carotenos, así como el secado al sol de algunos vegetales de hoja verde (común en zonas áridas).<sup>27</sup>

## **Consecuencias de la deficiencia de vitamina A**

La vitamina A es un micronutriente esencial para la función normal de la vista, el crecimiento y desarrollo, la integridad de las células epiteliales, la función inmune y la reproducción, por lo que su deficiencia se ve asociada con ceguera prevenible, gravedad de enfermedades infecciosas y mortalidad.<sup>4</sup> La infección y la deficiencia de vitamina A forman un círculo vicioso en el cual una puede ser consecuencia o causa de la otra. La infección puede causar deficiencia de vitamina A a través de varios mecanismos: decremento de la absorción, aumento de la utilización, incremento de la excreción de vitamina A, o a través de la disminución de la ingesta de alimentos en general. A su vez, la deficiencia de vitamina A puede incrementar el riesgo de infección por daño al sistema inmune y al tejido epitelial,<sup>28</sup> primera barrea de defensa en contra de las infecciones.

## **Estrategias de prevención y control de la deficiencia de vitamina A**

En los países con tasas elevadas de mortalidad infantil, la suplementación con vitamina A es una medida costo-efectiva y eficiente para eliminar la deficiencia de vitamina A y mejorar la supervivencia en los niños entre 6 y 59 meses de edad.<sup>29</sup> Otra estrategia es el fomento de una alimentación variada, la cual también incluye a la lactancia materna, importante fuente de vitamina A en menores de 6 meses, así como alimentos de origen animal con alta biodisponibilidad de vitamina A y aumento del consumo de frutas y verduras en niños mayores de 6 meses.<sup>30</sup> Una última estrategia eficaz en función de los costos es la fortificación de los alimentos. Algunos ejemplos de esta estrategia se pueden ver en Centroamérica, donde la fortificación del azúcar ha resultado muy exitosa.<sup>31</sup>

## **Prevalencia de la deficiencia de vitamina A en América Latina**

Existe poca información acerca de la magnitud del problema en América Latina y el Caribe. La última información, a nivel nacional, disponible, fue publicada hace más de 15 años. Con estos datos se puede decir que el problema parece ser moderado y focalizado a zonas de extrema pobreza, siendo Haití el país con el más serio problema de xeroftalmia<sup>32</sup> y cuya prevalencia de retinol bajo ( $<70 \mu\text{mol/L}$ ) es de 32% (Cuadro 2). Otros países con una prevalencia de deficiencia de vitamina A importante ( $>20\%$  grave, 10 a 20% moderada) son México (21.9% en niños de 0 a 11 años de edad), República Dominicana (19.2% en niños de 1 a 6 años) y Ecuador (17.7% en niños de 1 a 4 años).<sup>33</sup> Desafortunadamente no se cuenta con datos recientes para todos los países.



**CUADRO 2. Prevalencia de deficiencia de vitamina A en países de América Latina<sup>a</sup>**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de vitamina A %	Referencia
<b>Norteamérica</b>					
Canadá	ND	ND	ND	ND	ND
Estados Unidos	ND	ND	ND	ND	ND
México	1999	Nacional	0-11.99 años	23.0	Villalpando S, et al. Vitamins A, C, and folate status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age: a probabilistic national survey. Salud Pública de México, 2003, 45 (Suppl 4):S508-S519.
<b>Centroamérica</b>					
Belize	1989-1990	Nacional	2-9.5 años	6.9	Makdani D, Sowell AL, Nelson JD, Apgar J, Gunter EW, Hegar A, Potts W, Rao D, Wilcox A, Smith JC. Comparison of methods of assessing vitamin A status in children. Journal of the American College of Nutrition. 1996; 15:439-449.
Costa Rica	1996	Nacional	1-6.99 años	8.8	Carvajal Fernandez D, Alfaro Calvo T, Monge-Rojas R. Deficiencia de vitamina A en niños preescolares: un problema reemergente en Costa Rica? (Vitamin A deficiency among preschool children: a re-emerging problem in Costa Rica?). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2003; 53 :267-270.
El Salvador	1997	Nacional	6-14.99 años	1.0	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Departamento de Nutrición Unidad de Laboratorio Central. Evaluación del estado nutricional, nivel de retinol sérico (vitamina A) y hemoglobina en escolares. 1998.
Guatemala	1995	Nacional	1-4.99 años	15.8	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. . Guatemala City, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1996.
Honduras	1996	Nacional	1-5.99 años	13.8	Ministerio de Salud Pública, Secretaría de Salud, Fundación Internacional de Ojos, Opportunities for Micronutrient Interventions, USAID. Encuesta Nacional de Micronutrientes Honduras, 1996. Honduras, 1997.

(Continúa)



**CUADRO 2. Prevalencia de deficiencia de vitamina A en países de América Latina<sup>a</sup> (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de vitamina A %	Referencia
Nicaragua	2004	Nacional	0.5-5.99 años	3.1	Gurdián M, Kontorovsky I, Alvarado E, Ramírez SA, Hernández R. Sistema Integrado de Vigilancia de Intervenciones Nutricionales (SIVIN). Informe de Progreso. Nicaragua, Ministerio de Salud, 2005.
Panamá	1999	Nacional	1-4.99 años	9.4	Ministerio de Salud, UNICEF. Encuesta nacional de vitamina A y anemia por deficiencia de hierro (National survey of vitamin A and iron deficiency anemia). Panamá City, Ministerio de Salud, 2000.
América del Sur					
Argentina				8.7	UNICEF, State of the World Children 2005
Bolivia	1991		1-5.99 años	11.3	Perpich AB, Nelson D, Antezana MEL. Encuesta de Vitamina A y Encuesta de Consumo. Áreas Deprimidas Bolivia 1991. Bolivia, Ministerio de Previsión Social Y Salud Pública, Dirección Nacional de Atención a las Personas, Departamento Nacional de Nutrición y Alimentación, 1991.
Brasil	1997		<5 años	13.7	Micronutrient Initiative, 1998
Chile	ND	ND	<5 años	8.8	UNICEF, State of the World Children 2005
Colombia	2004	Nacional	1 a 4.99 años	5.9	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Escuela de Nutrición y Dietética U. de Antioquia, WHO-PAHO Technical Assistance. National Survey on the Nutritional Situation (ENSIN), Colombia 2005, Protocol - Executive Summary. Bogota, Colombia, Instituto Colombia de Bienestar Familiar, 2005.
Ecuador	1993-1994	Regional, 5 provincias más pobres	1 a 4.99 años	17.7	Ministerio de Salud Pública (Ecuador). Deficiencia de vitamina A en provincias de pobreza crítica del Ecuador. Quito, 1994.
Guyana					Micronutrient Working Group. Iron and vitamin A status in five Caribbean countries. Cajanus, 2002, 35 :4-34.
Paraguay	ND	ND	<5 años	4	UNICEF, State of the World Children 2005

(Continúa)



**CUADRO 2. Prevalencia de deficiencia de vitamina A en países de América Latina (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de vitamina A %	Referencia
Perú	2001	Nacional	<5 años	14.9	Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria y Nutricional. Informe nacional de deficiencia de vitamina A en niños menores de 5 años y mujeres en edad fértil 1997-2001. Lima, Ministerio de Salud, 2001.
Uruguay	ND	ND	<5 años	9.6	UNICEF, State of the World Children 2005
Venezuela	ND	ND	<5 años	5.3	UNICEF, State of the World Children 2005
Caribe					
Antigua y Barbuda <sup>b</sup>	1996-1997	Nacional	1-4.99 años	1.1	Micronutrient Working Group. Iron and vitamin A Reference 3758 status in five Caribbean countries. Cajanus, 2002, 35 :4-34.
Bahamas	ND	ND	ND	ND	ND
Barbados	ND	ND	ND	ND	ND
Cuba	1999-2000	Nacional/Urbano	0.5-2.0 años	3.6	Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Diagnóstico del estado nutricional de la vitamina A en niños Cubanos de 6 meses a 2 años.
Dominica <sup>b</sup>	1996-1998	Nacional	1-4.99 años	1.3	Micronutrient Working Group. Iron and vitamin A status in five Caribbean countries. Cajanus, 2002, 35 :4-34.
República Dominicana	1991	Región Sur	1-5.99 años	19.6	Centro Nacional de Investigaciones en Salud Materno Infantil. Deficiencia de vitamina A en la región del sudoeste de la República Dominicana. Santa Domingo, 1991.
Grenada	ND	ND	ND	ND	ND
Haití	2004-2005	Nacional	0.5-4.99 años	32	Ministère de la Sante Publique et de la Population, Fonds des Nations Unies pour l'Enfance. Enquete sur la prevalence de la carence en vitamine A et de la deficiencia end iode end Haiti. L'institut Haitien de l'Enfance, 2005.

(Continúa)



**CUADRO 2. Prevalencia de deficiencia de vitamina A en países de América Latina<sup>a</sup> (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de vitamina A %	Referencia
Jamaica <sup>b</sup>	1998	Nacional	1-4.99 años	0.7	WHO Pan American Health Organization, Caribbean Food and Nutrition Institute, Ministry of Health, Ministry of Education. Micronutrient study report: an assessment of the vitamin A, E, beta-carotene, and iron status in Jamaica. Kingston, World Health Organization, Pan American Health Organization, Caribbean Food and Nutrition Institute, 1998.
San Cristóbal y Nieves	ND	ND	ND	ND	ND
San Vicente y Las Granadinas	ND	ND	ND	ND	ND
Santa Lucía	ND	ND	ND	ND	ND
Suriname	ND	ND	ND	ND	ND
Trinidad y Tobago	ND	ND	ND	ND	ND

<sup>a</sup>Deficiencia de vitamina A: retinol sérico o plasmático <70µmol/L.

<sup>b</sup>Deficiencia de vitamina A: retinol sérico o plasmático <35µmol/L.

ND: No hay datos disponibles



### Situación mundial

Es un problema importante de salud pública en el ámbito mundial particularmente en niños y mujeres embarazadas. Hasta el año de 2003 la ingesta insuficiente de yodo estaba presente en 36.5% de la población de niños escolares a nivel mundial. Para América Latina la prevalencia de ingesta insuficiente era de 10.1% de la población escolar y de 9.8% en la población general.<sup>34</sup> No existe suficiente evidencia para estimar la tendencia de la prevalencia de deficiencia de yodo en los últimos años, ya que en algunas regiones ha incrementado y en otras se muestra una reducción.<sup>10</sup>

### Causas de la deficiencia de yodo

La principal causa de esta deficiencia es la escasez de yodo en los suelos debida a lavados glaciales e inundaciones repetidas. Las principales fuentes de este mineral son mariscos, peces, vegetales, carne, huevo, lácteos, cereales y frutas. Sin embargo, el contenido de yodo en los alimentos de origen vegetal varía enormemente dependiendo del contenido del mineral en los suelos de cultivo, el agua y los fertilizantes usados.<sup>35</sup>

### Consecuencias de la deficiencia de yodo

La deficiencia de yodo está relacionada con el incremento de la mortalidad perinatal y alteraciones cognoscitivas y neuromusculares en niños.<sup>36</sup> Otra consecuencia es el hipotiroidismo, el cual es una serie de anormalidades funcionales y de desarrollo llamadas desórdenes de la deficiencia de yodo (DDY). La presencia de bocio es la manifestación más visible de DDY. Sin embargo, la alteración más grave, inducida por la deficiencia de yodo, es el retraso mental y el cretinismo ya que la deficiencia de yodo ocurre más comúnmente en periodos críticos de desarrollo mental, como en la etapa fetal y en los primeros tres meses después del nacimiento.<sup>34</sup> Algunos estudios han observado que la deficiencia de yodo es responsable de la pérdida de 13.5 puntos promedio de IQ.<sup>37</sup>

### Estrategias de prevención y control de la deficiencia de yodo

La principal estrategia utilizada a nivel mundial para el combate de esta deficiencia es la fortificación de alimentos, y el alimento más utilizado como vehículo de fortificación ha sido la sal.<sup>34</sup> En 1990, la proporción de hogares que consumía sal yodada en los países en desarrollo no alcanzaba 20%, mientras que actualmente supera 70%<sup>38</sup>

### Prevalencia de la deficiencia de yodo en América Latina

Por medio de mediciones de yodo urinario (<100 mcg/L), datos de 2005 en Haití y de Brasil en 2002 muestran que esta deficiencia es un importante problema de salud pública en estos países, con una prevalencia de 58.9 y 32.9%, respectivamente. Para República Dominicana (86%) y Cuba (51%) la prevalencia de esta deficiencia es alarmante. Sin embargo, los datos con los que se cuentan son de 1994 y 1998 y se desconoce si la situación permanece igual (Cuadro 3).



**CUADRO 3. Prevalencia de deficiencia de yodo en la población de niños en países de América Latina**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de yodo %	Referencia
Norteamérica					
Canadá	ND	ND	ND	ND	
Estados Unidos	1988-1994	Nacional	6-11.99 años	9.5	Hollowell JG et al. Iodine nutrition in the United States. Trends and public health implications: iodine excretion data from National Health and Nutrition Examination Surveys I and III (1971–1974 and 1988–1994). Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 1998; 83:3401–3408.
México	1999	Nacional	0.5-4.99 años	17.0	Villalpando S, Garcia-Guerra A, Ramirez-Silva CI, Mejia-Rodriguez F, Matute G, Shamah-Levy T, Rivera JA. Estado nutricional de los niños indígenas menores de 5 años de edad en México: resultados de una encuesta nacional probabilística (Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age: a probabilistic national survey). Salud Pública de México. 2003; 45 (Suppl 4):S520-S529.
Centroamérica					
Belice	1994-1995		7-14.99 años	26.5	Ministry of Health (Belize). National Iodine Survey Belize 1994-1995. Belmopan, Ministry of Health, 1995.
Costa Rica	1996	Nacional	7-12.99 años	8.9	Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición: 2 Fascículo Micronutrientes (National nutrition survey: Part 2 micronutrients). San José, Ministerio de Salud, 1996.
El Salvador	1996-1997	Nacional	6-14.99 años	4.6	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (El Salvador). Primer estudio nacional sobre excreción urinaria de yodo en escolares en El Salvador (First national survey on urinary iodine excretion in schoolchildren in El Salvador). San Salvador, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social El Salvador, 1998.

(Continúa)

**CUADRO 3. Prevalencia de deficiencia de yodo en la población de niños en países de América Latina (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de yodo		Referencia
				Deficiencia de yodo %	Deficiencia de yodo %	
Guatemala	1995	Nacional	Escolares y mujeres	14.4		Encuesta nacional de micronutrientes (National micronutrient survey). Guatemala City, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Guatemala, 1996.
Honduras	ND	ND	ND	ND		ND
Nicaragua	2000	Nacional	6-9.99 años	13.4		Ministerio de Salud. Encuesta nacional de micronutrientes (ENM 2000) (National survey of micronutrients (ENM 2000)). Managua, Ministerio de Salud, 2002.
Panamá	1999	Nacional	6-12.99 años	8.6		Ministerio de Salud. Encuesta nacional de bocio y anemia en escolares de 6 a 12 años (National survey of goiter and anemia in school children 6 to 12 years old). Panama City, Ministerio de Salud, 1999.
América del Sur						
Argentina	ND	ND	ND	ND		ND
Bolivia	1996	Nacional	Preescolares y mujeres	19.0		Gutierrez Sardan M. Encuesta Nacional de Múltiples Indicadores 1996 (National Multiple Indicator Cluster Survey 1996). La Paz, Ministerio de Salud, Dirección Nacional de Epidemiología, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 1997.
Brasil	1994-1996	Nacional	6-14.99 años	32.9		Correa Filho HR, Vieira JB, Silva YS, Coelho GE, Cavalcante Fdos A, Pereira Mda P. Inquérito sobre a prevalência de bócio endêmico no Brasil em escolares de 6 a 14 anos: 1994 a 1996 (Endemic goiter prevalence survey in Brazilian schoolchildren 6 to 14 years old, 1994-1996). Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health, 2002, 12 :317-326.
Chile	ND	ND	ND	ND		ND
Colombia	1994-1998	Nacional/urbano	8-12.99 años	6.4		Ruiz H, Jimenez G. Prevalencia de los desórdenes por deficiencia de yodo e ingestión promedio de sal, Colombia 1994 -1998 (Prevalence of iodine deficiency disorders and SALT consumption, Colombia 1994-1998). Bogotá, Instituto Nacional de Salud, 2001.

(Continúa)



CUADRO 3. Prevalencia de deficiencia de yodo en la población de niños en países de América Latina (Continuación)

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de		Referencia
				yodo %	yodo %	
Ecuador	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Guyana	1997	Nacional	5-14.99 años	21.9		Ministry of Health (Guyana), WHO Pan American Health Organization Caribbean Food and Nutrition Institute. Executive summary micronutrient study report - Guyana. An assessment of the vitamin A, E, beta-carotene, iron and iodine status in the population. Georgetown, Ministry of Health, 1997.
Paraguay	1999	Nacional	6-12.99 años	13.4		Sanchez S, Bianchetto F. Deficiencia de micronutrientes (Micronutrient deficiencies) (letter). Asunción, Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición, 2002.
Perú	2001	Nacional	6-12.99 años	10.4		Ministerio de Salud, Dirección General de Salud de las Personas, Dirección Ejecutiva de Atención integral de Salud. Eliminación de los desórdenes por deficiencia de yodo en Perú: informe actualizado al 2002. Lima, Ministerio de Salud, 2003.
Uruguay	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Venezuela	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Caribe						
Antigua y Barbuda	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bahamas	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Barbados	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cuba	1995	Nacional/rural	6-12.99 años	51		Rodriguez-Ojeda A, Menendez R, Terry B, Vega L, Abreu Y, Diaz Z. Low levels of urinary iodine excretion in schoolchildren of rural areas in Cuba. European Journal of Clinical Nutrition, 1998, 52:372-375.
Dominica	ND	ND	ND	ND	ND	ND

(Continúa)

**CUADRO 3. Prevalencia de deficiencia de yodo en la población de niños en países de América Latina (Continuación)**

País	Año de recolección	Representatividad	Grupo edad	Deficiencia de yodo %	Referencia
República Dominicana	1993	Nacional	6-14.99 años	86	Noguera A, Gueri M. Análisis de la situación de deficiencia de yodo en América Latina - sus tendencias y estrategias de acción (Analysis of the situation of iodine deficiency in Latin America - trends and strategies). Washington, DC, Pan American Health Organization, 1994.
Grenada	ND	ND	ND	ND	ND
Haití	2004-2005	Nacional	6-12.99 años	58.9	Ministere de la Sante Publique et de la Population, Fonds des Nations Unies pour l'Enfance. Enquete sur la prevalence de la carence en vitamine A et de la deficiencia end iode end Haiti. L'institut Haitien de l'Enfance, 2005.
Jamaica	ND	ND	ND	ND	ND
San Cristóbal y Nieves	ND	ND	ND	ND	ND
San Vicente y las Granadinas	ND	ND	ND	ND	ND
Santa Lucía	ND	ND	ND	ND	ND
Suriname	ND	ND	ND	ND	ND
Trinidad y Tobago	ND	ND	ND	ND	ND

<sup>a</sup>Deficiencia de yodo: Excreción urinaria de yodo <100 µg/L.

<sup>b</sup>Deficiencia de yodo: Excreción urinaria de yodo <50 µg/L.

ND: No hay datos disponibles



## Situación mundial

Es un problema de salud pública que afecta principalmente a niños y mujeres en edad fértil. La OMS (1996) estimó una prevalencia de 31.3% de inadecuación dietética de zinc a nivel mundial.<sup>39</sup>

## Causas de la deficiencia de zinc

Las causas principales de la deficiencia de zinc podrían dividirse en cinco, y pueden presentarse de manera aislada o en combinación. Estas causas son ingesta inadecuada de zinc, aumento de los requerimientos, mala absorción, aumento de las pérdidas y mala utilización.<sup>40</sup> Referente a la mala absorción, ésta se puede deber a ingesta excesiva de factores inhibidores como los fitatos y a la baja ingesta de factores promotores de la absorción de zinc como las proteínas. El zinc está presente en una extensa variedad de alimentos, pero se encuentra en mayor concentración en alimentos de origen animal, particularmente en vísceras y carne fresca de res, cerdo, pescados y mariscos y en menores cantidades en huevo y productos lácteos. También se encuentra en cantidades importantes en nueces, semillas y cereales integrales.<sup>41</sup>

## Consecuencias de la deficiencia de zinc

El zinc participa en diversas funciones fisiológicas y metabólicas tales como el crecimiento físico, la inmunocompetencia, la función reproductiva y el desarrollo neuroconductual. El efecto de la suplementación con zinc sobre el crecimiento lineal fue analizado en un meta-análisis de 33 ensayos aleatorizados con suplementación con zinc. Los resultados mostraron una respuesta significativamente positiva sobre la talla en niños, sobre todos en los niños con puntajes bajos de Z de talla/edad y peso/edad y en los niños más pequeños.<sup>42</sup> Los efectos del zinc sobre la disminución de la incidencia y la duración de la diarrea han sido documentados en varios estudios.<sup>43</sup> También se han observado efectos sobre una mayor ganancia de peso y crecimiento lineal en niños de bajo peso al nacer suplementados con zinc.<sup>44,45</sup> Algunos estudios sugieren que la baja talla es un factor de riesgo de acumulación de grasa, particularmente en mujeres en la vida adulta,<sup>46</sup> teoría que es de gran importancia dada la prevalencia de sobrepeso y obesidad que actualmente existe y que ha ido aumentando en los últimos años.

Como ya se mencionó, el zinc también tiene efectos sobre el desarrollo neuroconductual. Estudios realizados en niños han mostrado incremento en los patrones de actividad<sup>47</sup> y mejoramiento en pruebas neuropsicológicas cuando fueron suplementados con zinc.<sup>48</sup> Un estudio en Bangladesh realizado en niños mostró que la suplementación de zinc junto con hierro mejoraron el desarrollo motor de estos niños.<sup>49</sup>

La suplementación con zinc tiene también efectos benéficos sobre los resultados del embarazo y la salud materna. Otros resultados de la suplementación con zinc son disminución de la incidencia de partos pretérmino<sup>50</sup> y reducción en la incidencia de complicaciones maternas como hipertensión.<sup>51</sup>



Las estrategias más utilizadas para la corrección de la deficiencia de zinc a nivel poblacional han sido la suplementación, la fortificación de alimentos y la diversificación o modificación dietética. Un ejemplo claro de la efectividad del consumo de alimentos fortificados en la talla del preescolar lo ofrece el programa OPORTUNIDADES, en México. Este programa distribuye una papilla (Nutrisano) fortificada con micronutrientes, entre los cuales está el zinc, y se ha documentado el efecto de más de 1 cm en niños desnutridos que la consumen regularmente.<sup>52</sup> Sin embargo, no hay otros ejemplos sobre la efectividad, eficacia, costo-efectividad y aceptabilidad en programas de América Latina. Dadas las altas prevalencias de desnutrición crónica en América Latina así como de la incidencia de diarreas, es necesario evaluar estos aspectos en las intervenciones con zinc ya existentes con el fin de modificarlas, si fuera necesario, para obtener mejores resultados en cuanto a disminución de la prevalencia de deficiencia de zinc y sus consecuencias.<sup>53</sup>

Las concentraciones en plasma y suero son los dos marcadores bioquímicos más extensamente utilizados para evaluar el estado de zinc. Aunque las concentraciones de zinc circulante en la sangre (en plasma o suero) pueden tener limitaciones en validez y confiabilidad en lo referente a la identificación de deficiencia de zinc moderada en individuos, hay evidencia de que estas mediciones son útiles en la evaluación del estado de zinc a nivel de poblaciones.<sup>54</sup> El riesgo de deficiencia de zinc se considera elevado y un problema de la salud pública cuando la población tiene una prevalencia de concentración baja de zinc sérico >20%.<sup>55</sup> Sin embargo, a nivel nacional es difícil contar con este tipo de información, por lo que se han propuesto métodos alternativos para estimar la prevalencia de la deficiencia de zinc a nivel de país. Los métodos más comúnmente usados son la inadecuación dietética y la prevalencia de talla baja o desnutrición crónica.

Debido a que la ingesta inadecuada es probablemente la principal causa de la deficiencia de zinc, la evaluación dietética es un importante componente de la evaluación del riesgo de deficiencia de zinc de una población. La información sobre la adecuación dietética de zinc debería ser interpretada junto con información derivada de otros métodos de evaluación, tales como datos bioquímicos, para facilitar la interpretación del riesgo de deficiencia de zinc en la población. El riesgo de deficiencia de zinc se considera elevado y un problema de la salud pública cuando >25% de la población no cubre el requerimiento promedio estimado de zinc.<sup>55</sup>

El origen dietético de la baja talla podría deberse a deficiencias de proteínas de buena calidad, de energía o de micronutrientes que promueven el crecimiento, en especial de zinc. Dado que la deficiencia en el consumo de proteínas y de energía ha dejado de ser un problema de salud pública en América Latina (con excepciones importantes en algunas zonas de Haití, o Guatemala, por ejemplo), el método alternativo para la estimación de la prevalencia global de la deficiencia de zinc, es la prevalencia de talla baja en niños menores de 5 años. La OMS considera la talla baja como un problema de salud pública cuando su prevalencia es >20%.<sup>56</sup>

Tanto la información sobre la adecuación dietética de zinc como la prevalencia de talla baja pueden ser una aproximación de la situación real de la deficiencia de zinc pero no necesariamente la estimación de la verdadera prevalencia de la deficiencia. Debido a esto, el grupo consultivo de zinc (IZiNCG, por sus siglas en inglés) propone un índice que mezcla estos dos indicadores para una mejor estimación de la deficiencia de zinc. Este índice considera que los países con riesgo alto de deficiencia de zinc son



aquéllos con talla baja y riesgo de inadecuación dietética por arriba de 20 y 25%, respectivamente; con riesgo medio si tienen prevalencias intermedias de talla baja (entre 10 y 20%) o inadecuación dietética y riesgo bajo de deficiencia de zinc si la prevalencia de talla baja es <10% y el riesgo de inadecuación dietética es <15%.<sup>57</sup>

## Prevalencia de la deficiencia de zinc en América Latina

El Cuadro 4 muestra la situación del problema de riesgo de deficiencia de zinc en los países de América Latina. Los datos presentados en el cuadro son derivados de una recopilación realizada por IZiNCG y con algunas actualizaciones de las prevalencias de países con datos más recientes.

**CUADRO 4. Prevalencia de riesgo de deficiencia de zinc en países de América Latina**

País	Población en riesgo de inadecuación dietética % (IZiNCG)	Prevalencia de talla baja (-<2DE puntaje Z de T/E)	Riesgo de deficiencia de zinc
<b>Norteamérica</b>			
Canadá	13.3	4.7	Bajo
Estados Unidos	9.1	2.0	Bajo
México	20.2	12.7	Medio
<b>Centroamérica</b>			
Belice	22.2	39.5	Medio
Costa Rica	29	3.3	Medio
El Salvador	41.7	23.3	Alto
Guatemala	48.3	46.4	Alto
Honduras	44.3	38.9	Alto
Nicaragua	49.7	24.9	Alto
Panamá	33	18.2	Medio
<b>América del Sur</b>			
Argentina	3.2	12.4	Medio
Bolivia	22.6	26.8	Medio
Brasil	20.3	10.5	Medio
Chile	12.5	1.9	Bajo
Colombia	27.4	15	Medio
Ecuador	29.6	34	Alto
Guyana	31.9	20.7	Alto
Paraguay	13.4	13.9	Medio
Perú	41.6	25.8	Alto
Uruguay	4	9.5	Bajo

(Continúa)

**CUADRO 4. Prevalencia de riesgo de deficiencia de zinc en países de América Latina (Continuación)**

País	Población en riesgo de inadecuación dietética % (IZiNCG)	Prevalencia de talla baja (-<2DE puntaje Z de T/E)	Riesgo de deficiencia de zinc
Venezuela	41	14.3	Medio
<b>Caribe</b>			
Antigua y Barbuda	10	6.6	Bajo
Bahamas	10.4	ND	ND
Barbados	13.3	7	Bajo
Cuba	49.3	5.9	Medio
Dominica	7.4	6.1	Bajo
República Dominicana	44.7	10.7	Medio
Grenada	15.2	ND	ND
Haití	55.6	31.9	Alto
Jamaica	22.6	6.9	Medio
San Cristóbal y Nieves	11.5	ND	ND
San Vicente y las Granadinas	20.7	23.5	Medio
Santa Lucía	7.8	10.8	Medio
Suriname	30.2	ND	ND
Trinidad y Tobago	36.9	4.8	Medio

Fuente: IZiNCG, 2004 (57), y OPS, 2005 (67).

Los países que se encuentran en riesgo alto de deficiencia de zinc son El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Ecuador, Guyana, Perú y Haití, este último es el país con mayor riesgo de inadecuación dietética de zinc (55.6%) y Guatemala tiene la mayor prevalencia de talla baja (46.4%).

### **El costo de las deficiencias de micronutrientes en términos de número de muertes y Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD)**

Las consecuencias de estas deficiencias han sido medidas en término de pérdida de productividad económica o de años de vida. El uso de AVAD es un método para calcular la carga global de enfermedad en términos de los casos informados o estimados de muerte prematura, incapacidad y días de afectación debido a una enfermedad o condición específica. Varios investigadores han analizado el papel de diferentes enfermedades sobre la carga global de la enfermedad. El Cuadro 5 muestra la prevalencia, el número de muertes atribuibles y los AVAD perdidos de las principales deficiencias de micronutrientes en niños menores de 5 años en América Latina.



La evidencia disponible señala que la anemia ferropriva (AF) contribuye de forma importante a la muerte y la discapacidad de los pueblos, y que la mayor parte de la carga global asociada con ella se concentra en las mujeres embarazadas y en los niños menores de 2 años de Asia y África. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que a nivel global la carga por anemia ferropriva es de 841 000 muertes maternas y perinatales y de 35 millones de Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD).<sup>58</sup> Para América Latina, la anemia por deficiencia de hierro resultó la causa o factor de riesgo de 37 000 muertes y 1 729 000 AVAD de los cuales, para niños menores de 5 años, las muertes fueron 10 000 y 109 000 AVAD (Cuadro 5).<sup>59</sup> La anemia ferropriva es uno de los 10 principales determinantes de la carga global de enfermedad. Sin embargo, dadas las implicaciones y la inexactitud de las estimaciones del impacto de la deficiencia de hierro sobre la salud, es necesario generar mejor evidencia científica que ayude a afinar su cálculo.

### Deficiencia de vitamina A

Rice, West, y Black (2004), estimaron el número de muertes atribuidas a la deficiencia de vitamina A. Dicha estimación fue de aproximadamente 778 000 muertes por cada año en niños menores de 5 años y mujeres embarazadas. Para niños menores de 5 años, el número de muertes atribuidas a la deficiencia de vitamina A como factor de riesgo de enfermedades infecciosas específicas (sarampión, diarrea, malaria y otras infecciones) fue de 647 000. Expresado en porcentaje, de 20 a 24% de las muertes en niños debidas a sarampión, diarrea y malaria son atribuidas a la deficiencia de vitamina A como factor de riesgo. La fracción atribuible es más alta en lugares donde la prevalencia de deficiencia de vitamina A es más alta y la mortalidad es elevada. Para América Latina aproximadamente 6 000 muertes de niños menores de 5 años al año fueron atribuidas a la deficiencia de vitamina A.<sup>60</sup>

### Deficiencia de zinc

Caulfield y Black (2004) estimaron el número de muertes y AVAD perdidos atribuidos a la deficiencia de zinc. Se estimó que la deficiencia de zinc es responsable de cerca de 800 000 muertes por diarrea, neumonía, y malaria en niños menores de 5 años a nivel global.<sup>4</sup> Para América Latina el número de muertes atribuidas a la deficiencia de zinc fue de 15 000 por diarrea y neumonía y el número de AVAD, de 587 000.<sup>4</sup>

La deficiencia de yodo no está asociada directamente con la incidencia o gravedad de las enfermedades infecciosas y no existe suficiente evidencia sobre la deficiencia de yodo como causa subyacente de mortalidad infantil. Debido a esto, pocas muertes de niños podrían ser atribuidas a esta deficiencia, pero sí se puede interpretar la pérdida de AVAD por causas no fatales (Cuadro 5).

Se ha realizado el análisis de la carga global de la enfermedad agrupando todas las deficiencias de micronutrientes, encontrando que entre 1999 y 2001 la carga global de la enfermedad debida a enfermedades transmisibles, causas maternas y perinatales, así como deficiencias nutricionales ha presentado una reducción de 20%.<sup>3</sup>



## CUADRO 5. Número de muertes y AVAD perdidos por diferentes causas en niños menores de 5 años en América Latina y el Caribe

Causas	AVAD perdidos	Muertes
Todas las causas	12 782 000	-
Causas no transmisibles	5 265 000	-
Causas transmisibles, maternas, perinatales y nutricionales	6 922 000	-
Anemia por deficiencia de hierro	109 000	10 000
Deficiencia de vitamina A	218 000	6 000
Deficiencia de zinc	587 000	15 000
Deficiencia de yodo	83 000	-

Fuente: Caufield L. et al. Disease control priorities in developing countries, segunda edición, 2006, tables 28.1, 28.2 y 28.3 (4); Colin D. et al. The Burden of Disease and Mortality by Condition: Data, Methods, and Results for 2001. 2006 (68).

## Discusión

Las altas prevalencias de deficiencia de micronutrientes constituyen un punto importante en la agenda de acción en la salud pública y también en el campo de la investigación. Las deficiencias afectan básicamente a niños y mujeres en edad fértil. Los países de América Latina principalmente afectados por estas deficiencias son Haití, Bolivia, Ecuador, Brasil, República Dominicana y Guatemala, siendo Haití el país con más altas prevalencias de los cuatro micronutrientes analizados en este documento. Entre los nutrientes analizados encontramos que el principal problema es la prevalencia de anemia.

Es prioritario atender la situación de estos países de manera especial para identificar aquellas estrategias que puedan ayudar al combate de estos problemas de salud pública ya que las consecuencias de las deficiencias son graves y los costos de las mismas son altos.

Las acciones dirigidas a la prevención y corrección de estas deficiencias pueden contribuir al logro de las metas generales establecidas para varios países, como son los objetivos de desarrollo del milenio, los cuales, desde su establecimiento en el año 2000, se han convertido en un marco universal para el desarrollo y constituyen un medio por el que los países en vías de desarrollo pueden evaluar su capacidad para trabajar conjuntamente en la ejecución de importantes objetivos dentro de áreas fundamentales.

Estrategias y programas de intervención para la prevención y corrección de las deficiencias de micronutrientes pueden ayudar a cumplir cinco de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) relacionados con la salud pública:

**ODM 1. Reducir la pobreza extrema y el hambre.** La meta que ha sido fijada para la reducción del hambre es reducir la prevalencia de peso inferior al normal de los niños menores de 5 años de edad. La deficiencia de zinc es una de las principales causas en el retraso del crecimiento y la desnutrición crónica (baja talla), del deterioro del capital humano y la reducción de la productividad de las personas (a través de sus efectos sobre la capacidad física y mental).<sup>61</sup> En la mayoría de los casos, los efectos de la desnutrición en edades tempranas son irreversibles y pasan de una generación a otra, con efectos sobre la salud adulta entre los que se encuentran



el riesgo de enfermedades crónicas.<sup>1</sup> Existe evidencia de que las intervenciones con zinc producen un mayor crecimiento en los niños con bajo peso y mayor ganancia de peso.<sup>42,44,45</sup> Por consiguiente, la administración de suplementos de zinc puede en poblaciones deficientes ser una estrategia preponderante en la reducción de la prevalencia de niños con peso y talla inferiores a lo normal. Por otra parte, los efectos esperados del mejoramiento del aporte de hierro de alta biodisponibilidad mejorará la capacidad para aprender y para trabajar<sup>17</sup> y la tasa de asistencia escolar, lo que tendrá como resultado de largo plazo un mejor desarrollo del capital humano. Similarmente, existe evidencia de que la deficiencia de yodo es la causa más común prevenible del deterioro en el desarrollo cognitivo, por lo que los programas dirigidos a prevenir esta deficiencia ayudarían a disminuir los costos en salud de aquellas familias con niños con este problema y por otra parte estos niños podrían desempeñarse mejor en la escuela, lo que a largo plazo se reflejaría en mejores puestos y sueldos en el trabajo.<sup>62</sup>

**ODM 2. Lograr la educación primaria universal.** La malnutrición por deficiencia de hierro y yodo reduce la capacidad mental, por lo que es menos probable que los niños con dichas deficiencias ingresen a la escuela. Sin duda las estrategias para mejorar el aporte de estos micronutrientes ayudarían al logro de este objetivo.

**ODM 4. Reducir la mortalidad infantil.** La administración de vitamina A y zinc reduce sustancialmente los índices de diarrea y neumonía, que son las causas más comunes de muerte entre los niños en los países en desarrollo. Se estima que 50% de la mortalidad por diarrea en niños menores de 5 años es atribuida a la deficiencia de vitamina A.<sup>60</sup> Por consiguiente, las acciones para mejorar el consumo de vitamina A y zinc de los niños en los países de bajos ingresos son una estrategia útil para reducir las tasas de mortalidad en la niñez.

**ODM 5. Reducir la mortalidad materna.** Si bien este documento está enfocado a la población infantil, es importante destacar el papel que el adecuado aporte de nutrientes tiene sobre la reducción de la mortalidad materna. Las deficiencias de hierro y zinc pueden dar lugar a un trabajo de parto prolongado, al aumento de la incidencia de parto pretérmino<sup>50</sup> y a la gravedad de la pérdida de sangre asociada al nacimiento. Todo esto aumenta las tasas de mortalidad materna y afecta negativamente al recién nacido. Por consiguiente, el incremento del consumo de hierro y de zinc antes y durante el embarazo tiene el potencial de reducir la mortalidad materna, y mejorar la supervivencia y el crecimiento infantil en poblaciones deficientes.

**ODM 6. Combatir el VIH/SIDA, la malaria, y otras enfermedades.** Existe evidencia que indica que el consumo de zinc puede reducir la gravedad del paludismo o malaria. Además, la administración de zinc a los niños VIH positivos reduce el riesgo de diarrea y neumonía, que complican con frecuencia el curso de las infecciones por VIH.<sup>61</sup> Por consiguiente, la suplementación con zinc puede reducir la mortalidad asociada con estas enfermedades.

También es necesario que las estrategias implementadas contemplen la doble carga de la enfermedad: deficiencia de micronutrientes y exceso de peso, ya que es frecuente que los hogares en pobreza presenten ambos problemas, deficiencia de micronutrientes en niños y sobrepeso y obesidad en adultos, principalmente en mujeres, e incluso en los mismos sujetos.<sup>64</sup> Garret y Ruel (2005) encontraron que varios países de América Latina presentan el problema de la doble carga, sobre todo en zonas urbanizadas.<sup>65</sup>

Por otra parte, es necesario mencionar las limitaciones de este trabajo. La primera es que no contamos con información reciente para algunos países, tal es el caso de



Ecuador para los datos de anemia y vitamina A (1993-1994), Belice para los datos de vitamina A (1989-1990) y yodo (1994-1995) y Estados Unidos y República Dominicana para los datos de yodo (1988-1994, 1993, respectivamente). En segundo lugar, no contamos con información representativa a nivel nacional, ni otro tipo de representatividad para varios países, tal es el caso de los países del Caribe, de los cuales no obtuvimos suficiente información.

## Conclusiones

Aunque las prevalencias de deficiencia de micronutrientes han disminuido en los últimos tiempos, éstas siguen siendo problemas de salud pública en muchos países de América Latina. Los trabajadores de la salud pública debemos implementar estrategias que mejoren las condiciones de nutrición de micronutrientes de la población, identificando aquellas intervenciones efectivas sobre la disminución de la prevalencia de las deficiencias y que sean costo-efectivas. También es necesario que las estrategias o programas que se implementen brinden atención multidisciplinaria ya que los problemas de salud pública raramente se presentan de manera aislada. Para esto, es necesario apoyarse en las experiencias que otros países han tenido y en las evaluaciones de estas estrategias en materia de resultados de corto y largo plazo, de impacto y de costos.

## REFERENCIAS

1. Standing Committee on Nutrition (SCN). 5th Report on the World Nutrition Situation Nutrition for Improved Development Outcomes. Geneva, 2004.
2. WHO. The World Health Report 2001: Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, World Health Organization, 2001.
3. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJ. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet*, 2006;29:365.
4. Caufield L, Richard S, Rivera J, Musgrove P, Black R. Stunting, wasting, and micronutrient deficiency disorders. En: Jamison DT, Breman JG, Measham AR, Alleyne G, Claeson M, Evans DB, Jha P, Mills A, Musgrove P, editors. *Disease control priorities in developing countries*. 2nd ed. New York; 2006. p. 551-67.
5. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S, Murray CJ, and Comparative Risk Assessment Collaborating Group. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*. 2002;360:1342-3.
6. OMS. Data sources and inclusion criteria for the Database on Anaemia (Online) [http://www.who.int/vmnis/anaemia/prevalence/anaemia\\_data\\_sources/en/index.html](http://www.who.int/vmnis/anaemia/prevalence/anaemia_data_sources/en/index.html)
7. Stoltzfus RJ, Dreyfuss ML. Guidelines for the use of iron supplements to prevent and treat iron deficiency anemia. Washington, DC:ILSI Press; 1998.
8. Zimmermann MB, Hurrell RF. Nutritional iron deficiency. *Lancet*. 2007;370:511-20.
9. McLean E, Egli I, Cogswell M, Wojdyla D, de Benoist B. Preliminary estimates: worldwide prevalence of anaemia in preschool aged children, non-pregnant women, and pregnant women: World Health Organization; 2006.
10. Micronutrient Initiative. Results: Trends in reducing micronutrient deficiencies. En: *The micronutrient report: current progress and trends in the control of vitamin A, iron, and iodine deficiencies*. Mason JB, Lotfi M, Dalmiya N, Sethuraman K, Deitchler M, editors. Ottawa, Canada; 2001. p. 21-36.
11. Bhargava A, Bouis H, Scrimshaw N. Dietary intake and socioeconomic factors are associated with the hemoglobin concentration of Bangladeshi women. *J Nutr*. 2001;131:758-64.



12. Tay Z, Lara A, Velasco C, Gutierrez Q. Parasitología Médica. Capítulo XX. Uncinariasis y Estrongiloidosis. 5ta. edición. Ed. Mendez editores; 1995.
13. Rivera J, Hotz C, Rodríguez S, García A, Pérez AB, Martínez H, González MA. Hierro. En: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Tomo I. Bourges H, Casanueva E, Rosado J, editores. México DF: Editorial Panamericana; 2005. p. 245-63.
14. Lind T, Lönnerdal B, Stenlund H, Gamayanti I, Ismail D, Seswandhana R, Persson L-A. A community-based randomized controlled trial of iron and zinc supplementation in Indonesian infants: effects on growth and development. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:729-36.
15. Ramakrishnan U. Prevalence and causes of nutritional anemias in: Nutritional anemias. CRC Press LLC. USA; 2000. p. 7-21.
16. Micronutrient deficiencies. Iron deficiency anaemia. (Online) Nutrition, World Health Organization. <http://www.who.int/nutrition/topics/ida/en/> (acceso Febrero 15, 2007).
17. Grantham-McGregor S, Ani C. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *J Nutr.* 2001;131:S649-68.
18. Kapur D, Agarwal K, Sharma S, Kela K, Kaur I. Iron status of children aged 9-36 months in an urban slum integrated child development services project in Delhi. *Indian Pediatrics.* 2002;39:136-44.
19. Balin A, et al. Iron state in female adolescents. *Am J Dis Child.* 1992;146:803-5.
20. Haas JD, Brownlie T. Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. *J Nutr.* 2001;131:S676-90.
21. Brabin B, Premji Z, Verhoeff F. An analysis of anemia and child mortality. *J Nutr.* 2001;131:S636-48.
22. Menon P, Ruel MT, Loechl CU, Arimond M, Habicht JP, Peltó G, Michaud L. Micronutrient sprinkles reduce anemia among 9- to 24-mo-old children when delivered through an integrated health and nutrition program in rural Haiti. *J Nutr.* 2007;137:1023-30.
23. McLean E, Egli I, Cogswell M, Benoist B, Wojdyla D. Worldwide prevalence of anemia in preschool aged children, pregnant women and non-pregnant women of reproductive age. En: Kraemer K, Zimmermann MB, editors. Nutritional Anemias. Switzerland: Sigh and life press; 2007.
24. Micronutrient Global Leadership (MGL) Project. Appropriate uses of Vitamin A Tracer (Stable Isotope) Methodology. Washington DC; 2004.
25. West KP Jr. Vitamin A deficiency disorders in children and women. *Food Nutr Bull.* 2003;24:S78-90.
26. Mason J, et al. Recent trends in malnutrition in developing regions: Vitamin A deficiency, anemia, iodine deficiency, and child underweight. *Food Nutr Bull.* 2005;26:7-56.
27. FAO. Vitamins. In: Human nutrition in developing world, Latham MC, editor. Rome, Italy; 1997.
28. Nalubola R, Nestel P. The effect of vitamin A nutrition on health: a review. ILSI Press. Washington, DC; 1999.
29. UNICEF. Vitamin A supplementation coverage. En: Vitamin A Supplementation. New York; 2007. pp. 7-8.
30. UNICEF. Vitamin A deficiency. (Online) <http://www.childinfo.org/areas/vitamna/>. (Acceso 24/08/07).
31. Mora JO, Dary O, Chinchilla D, Arroyave G. Lecciones aprendidas. En: Fortificación de azúcar con vitamina A en Centro América. USAID. USA; 2000. p. 21-30.
32. Mora JO. Situación actual de la deficiencia de vitamina A en América Latina. *Arch Latinoam Nutr.* 1992;42:S108-16.
33. González-Cossío T, Rivera Dommarco J, Flores M, Freire WB. Deficiencia de vitamina A. En: Creciendo en las Américas: la magnitud de la desnutrición al final del siglo. Washington, DC: OPS; 1997. pp. 13-14.
34. WHO. Iodine status worldwide. WHO global database on iodine deficiency. Genova; 2004.
35. Martínez H, Castañeda R, González MA, Ramos-Hernández RI, Velásquez-López L. Yodo. En: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población Mexicana. Tomo I. Bourges H, Casanueva E, Rosado J, editores. México, DF: Editorial Panamericana; 2005. p. 303-15.



36. Stanbury J. Deficiencia de yodo y trastornos por deficiencia de yodo. En: Conocimientos actuales sobre nutrición, 7ª ed. ILSI; 1997. p. 404-9.
37. Bleichrodt N, Born MP. A meta-analysis of research on iodine and its relationship to cognitive development. In: Stanbury JB, editor. The damaged brain of iodine deficiency. New York, Cognizant Communication; 1994. p. 195-200.
38. Micronutrient Initiative. Program Implementation in the 1990s. En: The micronutrient report: current progress and trends in the control of vitamin A, iron, and iodine deficiencies. Mason JB, Lotfi M, Dalmiya N, Sethuraman K, Deitchler M, editors. Ottawa, Canada; 2001. p. 41-8.
39. WHO. Zinc. In: Trace elements in human nutrition and health. World Health Organization, Geneva; 1996.
40. Solomons NW, Cousins RJ. Zinc. In: Solomons NW, Rosenberg IH, editors. Absorption and malabsorption of mineral nutrients. New York: Alan R. Liss; 1984.
41. IZiNCG. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Food Nutr Bull. 2004;25:S94-203.
42. Brown KH, Peerson JM, Rivera J, Allen LH. Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. Am J Clin Nutr. 2002;75:1062-71.
43. Bhutta ZA, Black RE, Brown KH, Gardner JM, Gore S, Hidayat A, Khatun F, Martorell R, Ninh NX, Penny ME, Rosado JL, Roy SK, Ruel M, Sazawal S, Shankar A (Zinc Investigators' Collaborative Group). Prevention of diarrhea and pneumonia by zinc supplementation in children in developing countries: pooled analysis of randomized controlled trials. J Pediatr. 1999;135:689-97.
44. Lira PI, Ashworth A, Morris SS. Effect of zinc supplementation on the morbidity, immune function, and growth of low-birth-weight, full-term infants in northeast Brazil. Am J Clin Nutr. 1998;68:S418-24.
45. Friel JK, Andrews WL, Matthew JD, Long DR, Cornel AM, Cox M, et al. Zinc supplementation in very-low-birth-weight infants. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 1993;17:97-104.
46. Sawaya AL, Grillo LP, Verreschi I, da Silva AC, Roberts SB. Mild stunting is associated with higher susceptibility to the effects of high fat diets: studies in a shantytown population in Sao Paulo, Brazil. J Nutr. 1998;128:S415-20.
47. Sazawal S, Bentley M, Black RE, Dhingra P, George S, Bhan MK. Effect of zinc supplementation on observed activity in low socioeconomic Indian preschool children. Pediatrics. 1996;98:1132-7.
48. Sandstead HH, Penland JG, Alcock NW, Dayal HH, Chen XC, Li JS, et al. Effects of repletion with zinc and other micronutrients on neuropsychologic performance and growth of Chinese children. Am J Clin Nutr. 1998;68:S470-5.
49. Black MM, Baqui AH, Zaman K, Persson LA, Arifeen SE, Le K, McNary SW, Parveen M, Hamadani JD, Black RE. Iron and zinc supplementation promote motor development and exploratory behavior among Bangladeshi infants. Am J Clin Nutr. 2004;80:903-10.
50. Goldenberg RL, Tamura T, Neggers Y, Copper RL, Johnston KE, DuBard MB, Hauth JC. The effect of zinc supplementation on pregnancy outcome. JAMA. 1995;274:463-8.
51. Jameson S. Zinc status in pregnancy: the effect of zinc therapy on perinatal mortality, prematurity, and placental ablation. Ann N Y Acad Sci. 1993;678:178-92.
52. Rivera J, Sotres D, Habicht JP, Shamah T, Villalpando S. Impact of the Mexican Program for Education, Health, and Nutrition (Progresa) on Rates of Growth and Anemia in Infants and Young Children. A Randomized Effectiveness Study. JAMA. 2004;291:2563-70.
53. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG). Developing Zinc Intervention Programs. In: Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Hotz C and Brown KH, editors. Food and Nutrition Bulletin. 2004;25:S163-81.
54. King JC. Assessment of zinc status. J Nutr. 1990;120:1474-9.
55. Hotz C, Hess SY, Fischer Walker CL, et al. Recommended indicators for the assessment of population zinc status. Results of a WHO, UNICEF, IAEA and IZiNCG Working Group Meeting. Food Nutr Bull. 2007. (In press)



56. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, No. 854. Geneva: World Health Organization; 1995.
57. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG). Assessment of the Risk of Zinc Deficiency in Populations. In: Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Hotz C and Brown KH, editors. Food and Nutrition Bulletin. 2004;25:S130-56.
58. Stoltzfus RJ, Mullany L, Black RE. Iron deficiency anaemia. In: Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Ezzati Majid, et al. editors. WHO, Geneva; 2004. p. 163-210.
59. Stoltzfus RJ, Mullany L, Black R. Iron deficiency anemia. En: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray C, editors. Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva, Switzerland: WHO; 2004. p. 163-210.
60. Rice AL, West Jr KP, Black RE. Vitamin A Deficiency. In: Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, editors. Geneva, World Health Organization; 2004. p. 211-56.
61. Haas JD, Murdoch S, Rivera J, Martorell R. Early nutrition and later physical work capacity. Nutr Rev. 1996;54:S41-8.
62. Bleichrodt N, Born M. A Meta-Analysis of Research into Iodine and Its Relationship to Cognitive Development. En: The Damaged Brain of Iodine Deficiency. Stanbury JB, editors. New York: Communication Corporation; 1994. p. 195-200.
63. Bobat R, Coovadia H, Stephen C, Naidoo KL, McKerrow N, Black RE, Moss WJ. Safety and efficacy of zinc supplementation for children with HIV-1 infection in South Africa: a randomised double-blind placebo-controlled trial. Lancet, 2005;366:1862-7.
64. Fernald LC, Neufeld LM. Overweight with concurrent stunting in very young children from rural Mexico: prevalence and associated factors. Eur J Clin Nutr. 2006; :1-10.
65. Garret J, Ruel M. The coexistence of child undernutrition and maternal overweight: prevalence, hypotheses, and programme and policy implications. Matern Child Nutr. 2005; 1:285-96.
66. Ministerio de Salud Pública de Nicaragua (MINSA). Sistema Integrado de Vigilancia de las Intervenciones en Nutrición (SIVIN). Informe de Progreso, 2003-2005.
67. Pan American Health Organization, Health Analysis and Information Systems Area. Regional Core Health Data Initiative; Technical Health Information System. Washington DC, 2005. (Online). <http://www.paho.org/English/SHA/coredata/tabulator/newsqITabulador.asp>.
68. Mathers CD, Lopez AD, Murray CJL. The Burden of Disease and Mortality by Condition: Data, Methods, and Results for 2001. Global Burden of Disease and Risk Factors, editors. New York: Oxford University Press; 2006. p. 45-93.