

Estado nutricional del hierro en niños de comunidades indígenas de Cali, Colombia

María Victoria Bolaños-Gallardo,^{1*} Ofelia Flórez Echeverry,¹ Amparo Bermúdez Escobar,² Luzmila Hernández Sampayo,³ Mercedes Salcedo-Cifuentes.⁴

1 Grupo de Investigación INBIOMIC, Escuela de Bacteriología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

2 Grupo de Investigación de Nutrición, Escuela de Salud Pública, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

3 Grupo de Investigación de Cuidado de Enfermería, Escuela de Enfermería, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

4 Grupo de Investigación CALIMET, Escuela de Bacteriología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

* Correo electrónico: maria.bolanos@correounivalle.edu.co

Fecha de Recepción: 06-08-2013.

Fecha de Solicitud de Correcciones: 30-07-2014.

Fecha de Aceptación: 18-09-2014.

Fecha de Publicación Online: 18-09-2014.

Resumen

Introducción: Los escolares son susceptibles a padecer anemia y deficiencia de micronutrientes. No hay reportes del estado del hierro en indígenas del sector urbano. **Objetivo:** Establecer el estado del hierro en niños de 5 a 14 años de edad de seis comunidades indígenas residentes en la ciudad de Cali-Colombia. **Sujetos y métodos:** Se estudiaron 62 niños indígenas de 5 a 14 años de edad, sin antecedentes febriles. Se les midió hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, ferritina y transferrina. Los datos fueron analizados con STATA versión 10.0. Se calcularon promedios y desviación estándar para las variables cuantitativas y para las cualitativas proporciones y distribución de frecuencia simple. Las comparaciones entre comunidades se realizaron con el Test de Mediana y t de Student. **Resultados:** Las variables bioquímicas no mostraron distribución normal frente a las variables hematológicas. Se presentaron diferencias estadísticamente significantes en la hemoglobina y hematocrito entre dos cabildos indígenas. La transferrina fue semejante en todos los cabildos; la ferritina mostró diferencias estadísticamente significantes. La prevalencia de anemia por deficiencia de hierro fue de 25,8%, siendo los Inga y Yanacona los más afectados. **Conclusiones:** Los niños indígenas presentaron deficiencia de hierro, y riesgo para el buen desarrollo físico y cognitivo. Se debe considerar la intervención, para establecer las causas y tomar medidas correctivas.

Palabras clave: Comunidades indígenas; anemia; deficiencia de hierro; Colombia.

Iron nutritional state in children from aboriginal communities, Cali, Colombia

Abstract

Introduction: The School children are susceptible for anemia and deficiency of micronutrients. No reports of the iron status in urban indigenous. **Objective:** To establish the iron status in children between 5 and 14 years old from six indigenous communities living in Cali-Colombia. **Methods:** Were studied 62 indigenous children, between 5 and 14 years old without antecedents of febrile illness. The hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, ferritin and transferrin were measured. Data were analyzed with the STATA program version 10.0. Averages and standard deviation were calculated for quantitative variables and proportions and simple frequency distribution were calculated for qualitative variables. Comparisons among communities were carried out via the Median test and Student t-test. **Results:** Biochemical variables did not show normal distribution in contrast to hematological variables. Statistically significant differences were found in hemoglobin and hematocrit between two indigenous councils. Transferrin levels were similar in all councils, while ferritin levels showed statically significant differences. Low iron supply anemia prevalence was 25.8% and Inga and Yanacona were the most affected. **Conclusions:** The indigenous children have iron deficiency, which may affect their physical and cognitive development. This guides in considering an opportune intervention to establish the causes and to take corrective measures.

Key Words: indigenous population; iron deficiency; anemia; Colombia.

Introducción

La disminución en la concentración de hierro constituye una forma de malnutrición generalizada en el mundo y su etapa más avanzada conduce al desarrollo de la anemia, siendo la población infantil la más afectada; se estima que alrededor de un billón de niños entre 0 y 14 años de edad sufren de anemia ferropénica (1,2).

Las manifestaciones clínicas incluyen alteraciones del crecimiento y a largo plazo, del desarrollo psicomotriz e intelectual. Según reportes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la deficiencia de hierro es un problema de Salud Pública del que no escapan los países industrializados en donde la prevalencia es aproximadamente del 11% (3).

En países en vía de desarrollo, una tercera parte de la población presenta anemia por deficiencia de hierro. La situación se recrudece al determinar la prevalencia de deficiencia en las reservas de hierro no asociada a anemia, con lo cual se estima que más de la mitad de la población de América Latina y el Caribe la presenta (4,5). Los grupos más vulnerables a sufrir anemia corresponden a mujeres en edad reproductiva, niños y adolescentes, debido a que en estas etapas del ciclo vital la demanda de hierro se incrementa en forma exponencial y la dieta no es suficiente para cubrirla (6,7).

El 45% de los niños entre 6 y 23 meses de edad, y el 30% en edad preescolar y escolar sufren algún grado de anemia por deficiencia de hierro. Otra población importante corresponde a mujeres no embarazadas en las cuales se observa un 20% de anemia ferropénica (8).

En Colombia, un estudio realizado en comunidades indígenas entre 1992 y 1993, con una muestra correspondiente al 3,5% de la población infantil entre 0 y 18 años, mostró un grado de anemia del 2,4% y de desnutrición del 5,5% (9). En el año 2003, UNICEF reveló una prevalencia de desnutrición global para las poblaciones indígenas del 6,7% y mencionó el desplazamiento forzado de un gran número de indígenas a las principales ciudades del país, entre ellas Cali, con descenso en la calidad de vida y situación de miseria que afecta la salud de esta población (10); sin embargo no se encuentran registros de marcadores de anemia como el hierro para la población radicada en el sector urbano.

El Plan Nacional de Alimentación y Nutrición para 1996-2005 en Colombia reveló que el 47% de la población escolar presenta anemia por deficiencia de hierro, siendo mayor el riesgo en las niñas a partir de la primera menstruación lo cual se agudiza con los embarazos y los partos (11); La Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN 2010), manifestó que aunque las condiciones nutricionales han mejorado, uno de cada 10 niños y adolescentes de 5 a 17 años de edad presenta retraso en el crecimiento, y la prevalencia de anemia del 29% para la población indígena superó en más de 3 veces al resto de la muestra no identificada en ningún grupo étnico (12).

Aunque las manifestaciones clínicas en la fase inicial de la anemia son leves rara vez terminan en consulta pediátrica (13). Es vital entonces, valorar el estado nutricional del hierro donde en primer lugar se presenta depleción de las reservas (ferritina); segundo, deficiencia del hierro sérico y ferritina, con aumento de la capacidad total de fijación del hierro (CTFH); y tercero, presencia de la anemia microcítica hipocrómica.

Las determinaciones de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto) y los índices eritrocitarios son parámetros que no evalúan los depósitos de hierro, ni son específicos de anemia ferropénica (14,15). Dichos depósitos, se miden determinando los niveles de ferritina sérica, y como valor agregado está la determinación del nivel de transferrina, cuya síntesis depende en gran parte de la concentración del hierro intracelular (16); no obstante, al no estar incluidos en los controles de rutina, dificultan el diagnóstico de la deficiencia de hierro.

Teniendo en cuenta las repercusiones del déficit de hierro en la salud de la población infantil y la ausencia de datos epidemiológicos para las comunidades indígenas ubicadas en el sector urbano, este estudio tuvo como objetivo evaluar el estado de nutrición del hierro en niños de 5 a 14 años de seis comunidades indígenas residentes en Cali, de tal forma que los resultados permitan diseñar programas de promoción de la salud y de intervención nutricional para estas comunidades.

Materiales y métodos

Tipo y diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio descriptivo, de corte transversal.

Población

El estudio se llevó a cabo en escolares y adolescentes de los cabildos Nasa, Yanacona, Quichua, Inga, Kofan y Misak (Guambiano) residentes en Cali-Colombia.

Tamaño de muestra y muestreo

Para el cálculo del tamaño de la muestra se tomó una prevalencia de anemia ferropénica del 9% (17), el nivel de confianza del 95% y un porcentaje de pérdida por no dato del 10%. Finalmente el número de niños que cumplió con los criterios de inclusión fue 62. Los criterios de inclusión considerados fueron ausencia de fiebre, dolor abdominal, vómito y diarrea en el último mes, y haber completado las evaluaciones de hematología y bioquímica.

La muestra se seleccionó mediante muestreo estratificado, probabilístico. El universo incluyó 551 niños entre 5 y 14 años de edad de los seis cabildos indígenas.

Recomendaciones dadas para la toma de muestra

Se solicitó a los padres o tutores evitar que los niños realizaran ejercicio brusco en las últimas 48 horas previo a la toma de muestra. Se extrajo por venopunción 10 ml de sangre con y sin anticoagulante para las pruebas hematológicas y bioquímicas tras 12 a 14 horas de ayuno.

Análisis de laboratorio practicados

Para el análisis hematológico se utilizó como anticoagulante Etylen Diamine Tetra Acetic Acid (EDTA) y un equipo automatizado ADVIA 60. La sangre no anticoagulada fue centrifugada a 2.500 rpm durante 10 min para la obtención del suero, el cual fue almacenado a -20°C hasta el momento de su procesamiento para el análisis de ferritina y transferrina por el método de quimioluminiscencia, con el equipo INMULITE 1000. El estado de anemia y las reservas de hierro se evaluaron de acuerdo a lo descrito en Cuadro 1, siguiendo las indicaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros autores (18-22).

Cuadro 1. Marcadores hematológicos y bioquímicos considerados en el estudio para la evaluación de las reservas de hierro.

Variable	(DRFe)	(RIFe-A)	(RIFe+A)	DRFe+I	Normal (RNFe-A)
Hb g/dl 5-11años	>11,5	>11,5	<11,5	<11,5	>11,5
Hb g/dl 12-14años	>12,0	>12,0	<12,0	<12,0	>12,0
VCM Fl	80-100	80-100	<80	80-100	80-100
Transferrina µg/dl	330-360	360-390	> 390	330-360	300±30
Ferritina µg /l	< 20	15-20	< 15	< 30	100±60

DRFe: Depleción de las reservas de hierro; RIFe-A: reservas de hierro insuficiente sin anemia; RIFe+A: Reservas de hierro insuficiente con anemia; DRFe+I: Depleción de las reservas de hierro asociado a infección; RNFe-A: Reservas de hierro normal sin anemia.

Aspectos éticos

El proyecto cumplió con las especificaciones de la Resolución 08430 de 1993 (23) y las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (24). Antes de iniciar cualquier actividad se hicieron reuniones por cabildos, para presentar el proyecto y obtener autorización escrita por parte de los gobernadores. Una vez obtenida esta aprobación se citó a los padres o tutores y a los niños seleccionados por cada comunidad indígena para explicar los objetivos, alcances del proyecto, y para solicitar su participación en él y permitir que se les extrajera una muestra de sangre. A aquellos que aceptaron participar voluntariamente se les solicitó la firma individual del consentimiento informado, por parte de los padres/tutores, y del asentimiento por parte de los menores. Aquellos menores que no permitieron la toma de muestra de sangre fueron reemplazados por otros del mismo cabildo hasta completar la muestra calculada, cumpliendo con todas las consideraciones éticas ya mencionadas.

El proyecto fue aprobado por el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana en Salud de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Análisis Estadístico

Los datos fueron procesados usando el programa estadístico STATA® versión 10.0. Inicialmente se realizó un análisis de normalidad de las variables cuantitativas por medio de la prueba de Shapiro-Wilk; se calcularon los promedios y las desviaciones estándar para las variables cuantitativas con distribución normal y las medianas y rango intercuartilo para las cuantitativas que no tenían una distribución normal. Respecto a las variables cualitativas se calcularon las proporciones y su distribución de frecuencia simple.

En cuanto a las comparaciones entre comunidades, si las variables tenían una distribución normal se utilizaron las pruebas paramétricas t de Student y Bonferroni para determinar si existían diferencias y el nivel de significancia estadística de estas diferencias. Las comparaciones entre variables que no tenían una distribución normal se realizaron con pruebas no paramétricas como el test de mediana y la U de Mann-Whitney.

Resultados

De los 62 escolares incluidos en el estudio el 56,4% fueron niños; 50,8% cursaban primaria, el 41,0% bachillerato y el 8,2% no reportó nivel educativo. De los niños que se encontraban en primaria se distribuyeron así: el 30% se encontraban cursando primero y segundo de primaria, 14,8% entre tercero y cuarto; 6,0% en quinto de primaria. Con respecto a los padres El 39% de ellos reportó algún nivel educativo, donde el 25,0% alcanzó quinto de primaria, y 14,0% el bachillerato completo.

Las variables bioquímicas ferritina y transferrina, no presentaron una distribución normal (Test de Shapiro-Wilk, ferritina valor $p=0,08$ y transferrina valor $p<0,01$) en contraste con las variables hematológicas (Test de Shapiro-Wilk, hemoglobina valor $p=0,07$, hematocrito valor $p=0,26$, VCM valor $p=0,89$ y HCM valor $p=0,15$).

En Cuadro 2, se presenta la distribución de los promedios de Hb, Hto, VCM y HCM; así como la distribución de las medianas de ferritina y transferrina.

Cuadro 2. Distribución de los promedios de los parámetros hematológicos y Medianas de los parámetros bioquímicos estudiados.

Cabildo	Promedios			Medianas		
	Hb*	Hto**	VCM***	HCM****	Ferritina	Transferrina
Misak	13,3	39,5	82,42	27,5	48,0	351
Inga	12,8	38	79,4	26,8	38,8	327
Kofan	13,4	41,1	77	25,2	47,0	274
Nasa	12,3	37,3	80,3	26,6	40,1	338
Quichua	13,5	40,4	78,2	26,17	70,9	312
Yanacona	12,3	37	79,1	26,3	45,6	313

Hb*: hemoglobina; Hto**: hematocrito; VCM***: volumen corpuscular medio; HCM****: concentración de hemoglobina corpuscular media.

Los niveles de hemoglobina de los niños Quichua presentaron diferencias estadísticamente significativas con los Yanacona y Nasa (Test de Bonferroni, $p=0,04$). Sin embargo, al comparar la distribución de los niveles de hematocrito de los menores de los seis cabildos, solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de los niños Yanacona y Quichua (Test de Bonferroni, $p=0,02$), mientras que los niveles de HCM y VCM presentaron una distribución semejante en estos dos cabildos.

La distribución de los niveles de ferritina fue diferente en los niños Quichua (Test de U de Mann-Whitney, $p<0,05$) en contraste con los niveles de transferrina los cuales fueron semejantes en los menores seleccionados de las comunidades indígenas incluidas en el estudio (Test de U de Mann-Whitney, $p\geq 0,05$), (Figura 1).

Los resultados de las variables Hb y Hto presentaron diferencias estadísticamente significativas por rango de edad (Prueba t de Student, para Hb valor $p=0,0026$ y para Hto valor $p=0,02$), mientras que los resultados de ferritina y transferrina fueron similares (Test de U de Mann-Whitney, valor $p=0,38$ y valor $p=0,72$, respectivamente). Resultados semejantes se encontraron en las determinaciones de VCM y HCM (Prueba t de Student, $p\geq 0,05$).

De acuerdo a la clasificación de los menores observada en el Cuadro 1, se identificaron 18/62 con algún tipo de alteración distribuidos así: un niño con depleción de las reservas de hierro (DRFe) perteneciente a la comunidad Nasa; un niño con reservas insuficientes de hierro sin anemia (RIFe-A) de la comunidad Yanacona; cinco casos con anemia por deficiencia de hierro (RIFe+A) procedentes de la comunidad Misak, Inga, Nasa y Kofán; once menores pertenecientes a las comunidades Inga, Nasa, Quichua y Yanacona, con depleción de las reservas de hierro asociada a infección (DRFe+I) (Cuadro 3). Los niveles de hemoglobina fueron más bajos para los niños con anemia ferropénica, que para los que presentaron depleción del hierro atribuida a infección.

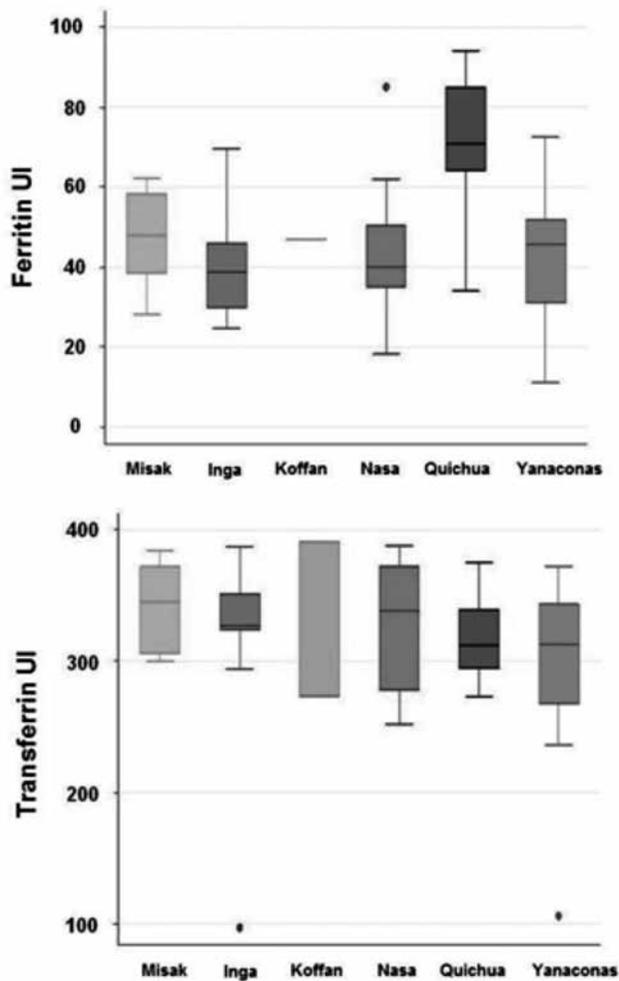
Cuadro 3. Distribución porcentual de la presencia de anemia y depleciones en las reservas de hierro en los menores por cabildo indígena.

Categorías	DRFe	RIFe-A	RIFe+A	DRFe+I	Normal
					RNFe-A
Misak	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	9,7%
Inga	0,0%	0,0%	1,6%	4,8%	14,5%
Nasa	1,6%	0,0%	3,2%	1,6%	14,5%
Quichua	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	14,5%
Yanacona	0,0%	1,6%	0,0%	8,1%	16,1%
Kofan	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%

DRFe: Depleción de las reservas de hierro; RIFe-A: reservas de hierro insuficiente sin anemia; RIFe+A: Reservas de hierro insuficiente con anemia; DRFe+I: Depleción de las reservas de hierro asociada a infección; RNFe-A: Reservas de hierro normal sin anemia. No fue necesario realizar correcciones a los valores de hemoglobina puesto que todos los menores se encontraban a una altura sobre el nivel del mar de 1000 m.

Dos datos extremos fueron detectados en la determinación de transferrina, con concentraciones inferiores a 100 $\mu\text{g}/\text{dl}$, los cuales correspondieron a menores de las comunidades Inga y Yanacona (Test de Mediana, $p\geq 0,05$) (Figura 1).

Figura 1. Distribución de niveles de ferritina y transferrina en niños de seis comunidades indígenas radicadas en Cali, Colombia.



Discusión

Las demandas de hierro en la población escolar y adolescente se incrementan como consecuencia del crecimiento y desarrollo, y de la dificultad para suplirlas a través de la dieta (22,25-26). Los resultados del presente estudio demostraron una prevalencia de anemia por insuficiencia de hierro (25,8%) mayor con relación a lo estimado por la OMS (3,19, 27), y en contraste con los resultados de Agudelo (28) y Gracia (29), los cuales coincidieron al reportar una prevalencia de anemia ferropénica del 5,9 y 1,7 % y del 2,1 y 0,2% en población escolar y adolescente colombiana, respectivamente. El 17,7% presentó insuficiencia en los depósitos de hierro con valores de ferritina alrededor de 30 $\mu\text{g/L}$ y niveles de hemoglobina inferiores a 12 g/dl para el rango de edad, lo cual podría atribuirse a anemia por infección dado el comportamiento de la ferritina como reactante de fase aguda. Un trabajo realizado con este mismo grupo mediante la aplicación de encuestas domiciliarias para evaluar la higiene en el hogar y del menor, evidenció la presencia de parasitismo intestinal, dermatitis y periodos febriles en los meses previos al estudio (30).

Hallazgos similares fueron registrados en poblaciones indígenas del occidente venezolano (31). Teniendo en cuenta estos resultados, valdría la pena determinar otros parámetros como la proteína C reactiva, y los receptores séricos de la transferrina, que ayuden

a dilucidar la deficiencia del hierro en periodos de infección o inflamación (19, 32-33). En este estudio se midieron los niveles de transferrina (proteína transportadora del hierro, determinante en los estadios del mismo), encontrándose un bajo porcentaje con valores menores de 100 $\mu\text{g/dl}$, que podrían estar asociados a depleción de las reservas de hierro con una utilización óptima del mismo para su transporte (19-20).

En Colombia, según La Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN 2010) la prevalencia de anemia es del 8% en niños de 5 a 12 años y del 11% en menores de 13 a 17 años para la población general, dato que no tiene representatividad nacional para los grupos étnicos (12).

Aunque en este estudio, el resultado de anemia por deficiencia de hierro no fue significativo en comparación con la anemia asociada a infección, sí es un indicador importante desde el punto de vista de prevención en salud para los menores indígenas, dada la condición económica de aquellos núcleos familiares en los que se focalizaron las mayores prevalencias, y en los que el consumo de alimentos vegetales supera a los de origen animal lo cual afecta los suministros de hierro hémico (34-35); otros factores que exacerban el problema son los hábitos culturales y estilos de vida dada la migración a las ciudades que “obligan” a modificar sus prácticas étnicas y a readaptarse a dinámicas que afectan sus costumbres (36), tales como el consumo de bebidas cola y de café que tienen un poder inhibitorio en la absorción del hierro (5,37). Es vital tener en cuenta que el hierro del sistema nervioso central disminuye antes que la producción de glóbulos rojos se afecte, por lo que los efectos de la ferropenia pueden preceder a la reducción de la concentración de hemoglobina (38-40).

Estas consideraciones pueden orientar el desarrollo de otras investigaciones en las comunidades indígenas del sector urbano que permitan el análisis del estado nutricional y resalten el papel del hierro en la integridad física e intelectual de los niños, dadas las limitaciones de este estudio, en cuanto a la falta de determinación de marcadores de fase reactante, como la Proteína C Reactiva, que corroboren la ausencia de periodos febriles y avalen el resultado de ferritina sérica como reflejo del hierro de depósito celular, junto con la medición del receptor soluble de la Transferrina que permitan evaluar el balance entre el aporte de hierro y los requerimientos del organismo (4, 33, 41). Así mismo, otra debilidad que podría convertirse en oportunidad para futuras investigaciones sería el estudio de la anamnesis alimentaria de los menores, atendiendo las limitaciones que pueden causar algunos alimentos en la absorción del hierro (42). Por último, se recomienda el diseño de estrategias para la detección de poblaciones en riesgo, como herramienta de seguimiento que repercuta en el bienestar y la salud infantil sin desatender las pautas culturales de estos grupos vulnerables.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Agradecimientos

Se agradece especialmente a las autoridades y población de las comunidades Yanacuna, Inga, Kofan, Quichua, Misak y Nasa residentes en la ciudad de Cali; a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle por la financiación de este proyecto bajo el acta de trabajo y compromiso 1608 del 2009; a la profesora Diana Jurado por su invaluable apoyo.

Referencias

1. Dallman PR., Simes MA., Sketal A.: Iron deficiency in infancy and childhood. *Amm J Nutr* 1980; 33:86-118.
2. Serrano C., Villagrán A., Harris P.: *Helicobacter pylori*: Una causa no tradicional de deficiencia de hierro y anemia. *Rev Chil Pediatr* 2012; 83 (1): 13-23
3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO): Nutrición y desarrollo. Conferencia internacional sobre nutrición. Roma: FAO/OMS 1992.
4. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF): Lineamientos Estratégicos para la Erradicación de la Desnutrición Crónica Infantil en América Latina y el Caribe. Guías para líneas de acción. Tacro-Panamá 2008: 3.
5. Lynch S: Food iron absorption and its importance for the design of food fortification strategies. *Nutrition reviews* 2002; 60:3-6.
6. Hernández LO: Estado nutrición en adolescentes de una población suburbana de la ciudad de México. *Rev Mex. Pediatr* 2003; 70:109-117.
7. Makola D., Ash DM., Tatala SR., Latham MC., Ndossi G., Mehansho H.: A micronutrient-fortified beverage prevents iron deficiency, reduces anemia and improves the hemoglobin concentration of pregnant Tanzanian women. *J Nutr* 2003; 133:1339-1346.
8. Mora JO., Mora OL: Deficiencias de micronutrientes en América Latina y el Caribe. Anemia ferropriva. Washington DC, Organización Panamericana de la Salud. 1998.
9. Nuñez F, Zarante I, Bernal J.: Estado de salud infantil en las comunidades indígenas, afrocolombianas y aisladas en Colombia. *Revista MEDICINA-Vol. 24 N° 1 (58) Abril 2002.*
10. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF): Los pueblos indígenas en Colombia. Derechos, políticas y desafíos. Oficina de área para Colombia y Venezuela. Bogotá, D.C., Colombia. Octubre de 2003.
11. Plan Nacional de Alimentación y Nutrición 1996-2005. Santafé de Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. 1998.
12. Instituto Colombiano De Bienestar Familiar. Resumen Ejecutivo Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010. Bogotá. Disponible en <http://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/libreria/pdf/ResumenEjecutivo>. Revisado en Abril 13 de 2011.
13. Fernández A., Troncoso L.: Estado de nutrición en hierro en una población de 4 a 14 años urbano marginal, de Lima. *Anales de Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos* 2007; 68: 136-142.
14. Mateos M.E., de la Cruz J., López E., Valdés M.D., Nogales A.: Revisión de los parámetros hematológicos y bioquímicos para identificar la ferropenia. *An Pediatr (Barc)* 2009; 71(2): 95-102
15. Fernández N., Aguirrezabalaga B.: Anemias en la infancia. Anemia ferropénica. *Bol Pediatr.* 2006; 46: 311-317.
16. Castillo M., Mora A., Munévar A.: Detección de deficiencias subclínicas de hierro a partir del índice receptor soluble de transferrina-ferritina en niños sanos de 1 a 10 años de edad residentes en alturas de 300 y 2600 msnm. *Nova*, vol. 7, N° 11. 2009: 43-51
17. Botero J., Castaño A., Montoya M., Hurtado M., Ocampo N., Agudelo G. et al.: Anemia por deficiencia de hierro y su asociación con los parásitos intestinales, en escolares y adolescentes matriculados en instituciones oficiales y privadas de Medellín, 1997-1998. *Acta Med Col* 2002; 27: 7-14.
18. Ministerio de Salud/UNICEF/Organización Panamericana de la Salud: Situación de deficiencia de hierro y anemia. Panamá, República de Panamá, 2006.
19. World Health Organization Department of Nutrition for Health and Development /United Nations University/UNICEF: Iron deficiency anemia, assessment, prevention and control: a guide for programme managers. Geneva: WHO, 2001.
20. Ortega P., Leal J., Amaya D., Chávez C.: Anemia y depleción de las reservas de hierro en adolescentes de sexo femenino no embarazadas. *Rev Chil Nutr Vol. 36, N°2, Junio 2009*
21. Beard J., Pinero D. Metabolismo del hierro. En: O'Donnell A, Viteri F, Carmuega E: Deficiencia de Hierro. Desnutrición Oculta en América Latina. Centro Asociado de La Facultad de Medicina de la Universidad del Salvador. Centro de Estudios Sobre Nutrición Infantil. CESNI. 2003:13-47.
22. Fernández N., Aguirrezabalaga B.: Anemias en la infancia. Anemia ferropénica. *Bol Pediatr* 2006; 46: 311-317.
23. República de Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 08340 de octubre 4 de 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.
24. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008.
25. Al Rumhein F, Sánchez J, Requena I, Blanco Y, Devera R.: Parasitosis intestinales en escolares: relación entre su prevalencia en heces y en el lecho subungueal. *Rev Biomed* 2005; 16:227-37.
26. Boccio J, Páez MC, Marcela Z. et al.: Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro sobre la salud humana. *Arch Latinoam Nutr* 2004; 54:165-73.
27. Bornaz G., Bornás S., Bornaz M., Coronel L.: Factores de Riesgo de Anemia Ferropénica en Niños y Adolescentes Escolares de la Ciudad de Tacna. *Ciencia & Desarrollo*. Disponible en http://web.unjbg.edu.pe/coin/pdf/c&d_9_art_12.pdf. Revisado 28 de Abril de 2011.
28. Agudelo GM, Cardona OL, Posada M, Montoya MN, Ocampo NE, Marín CM.: Prevalencia de anemia ferropénica en escolares y adolescentes, Medellín, Colombia, 1999. *Rev Panam Salud Pública* 2003; 13:376-86
29. Gracia B., Pradilla A.: Hemoglobina y ferritina en la población escolar de nivel socioeconómico bajo. Cali: Universidad del Valle, Secretaría de Salud de Cali; 2000.

30. Mercedes Salcedo-Cifuentes, Amparo Bermúdez, Ofelia Flórez, María V. Bolaños y John J. Medina.: Enteroparasitismo, higiene y saneamiento ambiental en menores de seis comunidades indígenas. Cali-Colombia. Rev. salud pública. 2013; 15 (1): 1-11.
31. Díez-Ewald M., Torres-Guerra E., Leets I., Layrisse M., Vizcaíno G., Arteaga M.: Anemia en poblaciones indígenas del Occidente de Venezuela. Invest Clin 1999; 40 (3): 191-202.
32. Lee E., Oh EJ., Park YJ., Lee H., Kim B.: Soluble Transferrin Receptor (sTfR), Ferritin and sTfR/log Ferritin Index in Anemic Patients with Nonhematologic Malignancy and Chronic Inflammation. Clin Chem. 2002; 48:1118-21.
33. Coy LS., Castillo M., Mora AI., Oliveros AL., Vélez Z.: Estrategias diagnósticas utilizadas para detectar deficiencias de hierro subclínicas y asociadas a enfermedades crónicas. Nova - Publicación Científica 2005; 3:1-116.
34. Anderson J. Minerales. En: Krause Mendelson MV, Mahan K, Scout Stump S: Nutrición y Dietoterapia de Krause. 10ed. México: McGraw Hill; 2001. pp. 136-143.
35. García-Casal M.: La deficiencia de hierro como problema de Salud Pública. An Venez Nutr. 2005; 18:45-8.
36. Motta N.: "Con chirimías, lana y medicinas: Reinventando el cabildo en la ciudad". Disponible en <http://entornogeografico.univalle.edu.co/numero2/chirimias.pdf>. Revisado en julio 22 de 2011.
37. Alcaraz GM., Bernal C., Aristizabal MA. et al.: Anemia and iron deficit anemia in children under five years of age and their relation with iron consumption in alimentation, Turbo, Antioquia, Colombia. Invest. Educ. Enferm. 2006; 24:16-29.
38. Jorgenson LA., Wobken JD., Georgieff MK.: Perinatal iron deficiency alters apical dendritic growth in hippocampal CA1 pyramidal neurons. Dev Neurosci 2003; 25:412-420.
39. Ortiz E., Pasquini JM., Thompson K. et al: Effect of manipulation of iron storage, transport, or availability on myelin composition and brain iron content in three different animal models. J Neurosci Res 2004; 77:681-689.
40. Ben-Shachar D., Youdim MB: Neuroleptic-induced supersensitivity and brain iron: I. Iron deficiency and neuroleptic-induced dopamine D2 receptor supersensitivity. J Neurochem 1990; 54:1136-1141.
41. Horton S, Ross J: The economics of iron deficiency. Food Policy. 2003; 28: 51-75.
42. Quintero SD, Escobar EL: Tabla de composición de alimentos. 2 ed. Medellín: Centro de atención nutricional; 2001. p. 48.