

# EXCRECIÓN URINARIA DE YODO EN ESCOLARES DE LA REGIÓN ANDINA, VENEZUELA 2011

Luis Caballero (1,2), Lucy Cárdenas (3)

Recepción: 24/01/2014

Aceptación: 20/3/2014

## RESUMEN

**Introducción:** El yodo es un micronutriente esencial para la síntesis de las hormonas tiroideas. La deficiencia de yodo se asocia con bocio, abortos, prematuridad, mortinatos, retraso del crecimiento, deterioro cognitivo y de la función motora. La excreción urinaria de yodo es un marcador de la ingesta reciente de yodo y es habitualmente empleada para el monitoreo de la suficiencia de yodo en la población. **Objetivo:** Determinar la prevalencia de la deficiencia de yodo en escolares de la región andina de Venezuela. **Métodos:** Un estudio transversal realizado en 1197 escolares de 7-14 años de edad, de ambos sexos y procedentes de 30 municipios en los estados Táchira, Mérida y Trujillo. Muestras casuales de orina se recolectaron para su análisis en el contenido de yodo, mediante la reacción de Sandell-Holthoff. Se emplearon los criterios recomendados por la OMS para calificar la suficiencia de yodo. **Resultados:** La mediana de excreción urinaria fue 180  $\mu\text{g/l}$  (rango 89-369  $\mu\text{g/l}$ ). El 16,4 % de los niños presentaron concentraciones de yodo urinario menores de 100  $\mu\text{g/l}$ ; 15,2 % mostraron concentraciones de yodo urinario mayores de 300  $\mu\text{g/l}$ . Solo 3,4 % de los niños presentaron concentraciones de yodo urinario menores de 50  $\mu\text{g/l}$ . **Conclusiones:** Con base en los criterios de la OMS, el estado nutricional del yodo es adecuado en los escolares de la región andina de Venezuela.

**Palabras clave:** Deficiencia de yodo, escolares, enfermedades de la tiroides

## Urinary iodine excretion in school children of the Andean region, Venezuela 2011

## SUMMARY

**Introduction:** Iodine is an essential micronutrient for thyroid hormone synthesis. Iodine deficiency is associated with goiter, and poor pregnancy outcome: stillbirth, prematurity, stunted growth, and impaired cognitive and motor function. Urinary iodine excretion is a marker of recent iodine intake and is typically used to monitor population iodine sufficiency. **Objective:** To determine the prevalence of iodine deficiency in school children of the Andean region of Venezuela. **Methods:** A cross-sectional study was conducted in 1197 school children of both genders aged 7-14 years from 30 localities in the States of Táchira, Mérida and Trujillo, Venezuela. Spot urine samples were collected and analyzed for urinary iodine by the Sandell-Kolthoff reaction. The criteria suggested by WHO to indicate iodine deficiency were applied. **Results:** The median urinary iodine concentration was 180  $\mu\text{g/l}$  (range 89-369  $\mu\text{g/l}$ ). 16.4 % of children had urinary iodine concentrations below 100  $\mu\text{g/l}$  and 15.2 % of children had urinary iodine concentrations above 300  $\mu\text{g/l}$ . Only 3.4 % of children had urinary iodine concentrations below 50  $\mu\text{g/l}$ . **Conclusions:** On the basis of WHO criteria, the iodine status of school children was adequate in the Andean region of Venezuela.

**Key words:** Iodine deficiency, school children, thyroid diseases

## INTRODUCCIÓN

El yodo es un micronutriente esencial requerido para la síntesis de las hormonas tiroideas, triyodotironina (T3) y tiroxina (T4). Casi un tercio de la población mundial vive en áreas pobres en yodo (1), lo que ocasiona efectos adversos colectivamente llamados desórdenes por deficiencia de yodo (DDY), que incluyen aborto, mortinatos, bocio, cretinismo endémico, retardo mental e hipotiroidismo (2). En 1917, se reportó que la aparición de bocio podía ser prevenida mediante la suplementación con yodo (3).

Actualmente, la estrategia mundialmente adoptada para corregir la deficiencia de yodo (DY) es la yodación universal

de la sal (YUS), que consiste en la yodación de toda la sal a consumir por las personas, el ganado y a ser empleada en la industria de alimentos (4). A pesar de los grandes esfuerzos internacionales para aumentar la ingesta de este mineral, a través de la yodación voluntaria u obligatoria de la sal, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que dos billones de la población mundial, incluyendo a 285 millones de niños en edad escolar, padecen DY (5,6).

Debido a que más del 90 % del yodo de la dieta es excretado a través de la orina, la concentración de yodo urinario (CYU) es un excelente indicador de la ingesta reciente de este oligoelemento. En estudios poblacionales suele resultar impráctico recolectar orina de 24 horas, por lo que se emplean muestras casuales y se expresan en microgramos por litro los resultados de la mediana (4).

A partir de 1985, la mayoría de los países de Latinoamérica han reevaluado la situación del micronutriente en la población e impulsado la implementación de programas de control de los DDY, a través del empleo de sal yodada. Como consecuencia de ello, seis países, entre ellos Venezuela en 1999 (7), han sido declarados virtualmente libres de DDY (8), luego de realizada una rigurosa evaluación externa. La re-

(1) Programa de Control de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo, Dirección de Estudios Nutricionales. Instituto Nacional de Nutrición (INN).

(2) Coordinador para Venezuela del Consejo Internacional para el Control de los Desórdenes por Deficiencia de Iodo Red Global (IC-CIDD Global Network).

(3) Unidad de Nutrición del Estado Táchira (INN).

Autor Corresponsal: Dr. Luis Caballero  
Telf.: (0212)4818254 Correo: pronamininn@yahoo.com

gión de las Américas destaca por sus progresivos avances, mostrando a nivel global la más baja prevalencia de DY en niños en edad escolar (5).

Como parte de las acciones de sostenibilidad del programa de lucha contra los DDY, se realizan monitoreos periódicos en escolares de la región andina, considerada hasta hace pocos años endémica para los DDY dadas sus características geológicas, por lo que el objetivo de esta publicación es dar a conocer los más recientes resultados sobre la situación nutricional del yodo, basados en su excreción urinaria.

## MÉTODOS

Este estudio descriptivo, transversal se llevó a cabo durante 2011 en los estados Táchira, Mérida y Trujillo, región andina de Venezuela, con niños de 7-14 años de edad, de ambos sexos y residentes en 30 municipios con alto riesgo de DY, habitados por una población total estimada en 1.208.727 personas según último censo realizado el año 2011. En los tres estados citados, se hallan un total de 71 municipios, donde habitan 2.683.867 personas, con un promedio de 26 % de niños menores de 15 años. Del total de municipios, 22 fueron escogidos al azar y 8 directamente por resultar con medianas menores a 150  $\mu\text{g/l}$  en estudio previo realizado en embarazadas durante el año 2008. En cada municipio se seleccionó al azar una escuela en la cual se escogieron sistemáticamente 40 escolares, que aportarían cada uno, una muestra casual de orina.

No se permitieron muestras de dos o más hermanos, ni de dos o más niños que compartieran el mismo hogar. La realización del estudio fue aprobada por el Instituto Nacional de Nutrición, y los escolares seleccionados dieron su consentimiento así como su educador o representante.

Las muestras de orina se recolectaron, atendiendo a las recomendaciones de la OMS (9), un volumen de 5 ml, en envases plásticos herméticamente cerrados y conservados en refrigeración sin la adición de conservadores, hasta su procesamiento en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias, en la Universidad de Los Andes. La determinación de la concentración de yodo, se hizo por el método basado en la reacción de Sandell-Kolthoff, en el cual la reducción de  $\text{Ce}^{4+}$  por  $\text{As}^{4+}$  en medio ácido es catalizada por el yodo. El hecho que otros iones como cloro y bromo son catalizadores muy débiles de la reacción de decoloración, hace que el método sea extremadamente específico (10).

El estado nutricional del yodo en escolares, se basó en la mediana de la CYU, siguiendo los criterios epidemiológicos recomendados por la OMS (4,11) que establecen una ingesta de yodo normal cuando el valor de la mediana se encuentra entre 100 y 200  $\mu\text{g/l}$ . Valores de la mediana mayores de 300  $\mu\text{g/l}$ , se consideran exceso (Tabla 1). Se estima además, que las muestras de una población estudiada con valores < 50  $\mu\text{g/l}$ , no deben ser mayores de 20%. Para el manejo de los datos se utilizó el programa Excel, empleándose la mediana como medida de tendencia central.

## RESULTADOS

En el presente estudio se recolectaron 1.197 (99,75 %) muestras casuales de orina en escolares, de las 1.200 planificadas. En 29 de los 30 municipios seleccionados se recolectaron 40 muestras de orina, en el municipio Campo Elías se recolectaron 37 muestras. La mediana global de excreción urinaria de yodo fue de 180  $\mu\text{g/l}$ . Los estados Táchira, Mérida y Trujillo resultaron con medianas de 200  $\mu\text{g/l}$ ; 180  $\mu\text{g/l}$  y 153  $\mu\text{g/l}$ , respectivamente. Del 16,4 % de niños que resultaron deficientes de yodo, el 3,4 % correspondió a déficit moderado o severo y el 13 % correspondió a déficit leve. Dentro de los valores normales se halló el 48,8 % del total de niños estudiados. Una CYU por encima de los valores normales se halló en 34,5 % de los niños, de los cuales 19,3 % correspondió a una ingesta más que adecuada de yodo y un 15,2 % correspondió a una ingesta excesiva (Tabla 2).

Tabla 1. Criterios epidemiológicos para medir el estado nutricional del yodo basado en la mediana de la concentración de yodo urinario.

VALOR DE LA MEDIANA $\mu\text{g/l}$	ESTADO DEL YODO
<20	Deficiencia severa de yodo
20 - 49	Deficiencia moderada de yodo
50 - 99	Deficiencia leve de yodo
100 - 200	Ingesta de yodo normal
201 - 299	Ingesta de yodo más que adecuada
>300	Ingesta de yodo excesiva

Tabla 2. Excreción urinaria de yodo en escolares. Región andina. Venezuela. 2011.

Estado (n)	Déficit moderado o severo	Déficit leve	Normal	Ingesta más que adecuada	Exceso	Mediana
	<50 $\mu\text{g/l}$ %	50-99 $\mu\text{g/l}$ %	100-200 $\mu\text{g/l}$ %	201-299 $\mu\text{g/l}$ %	>300 $\mu\text{g/l}$ %	$\mu\text{g/l}$
Táchira (400)	2,2	7,2	40,7	20,2	29,5	200
Mérida (397)	3,8	14,8	42,5	27,7	11	180
Trujillo (400)	4,2	17	63,2	10,5	5	153
Región Andina	3,4	13	48,8	19,3	15,2	180

Los valores de la mediana en los 30 municipios, oscilaron entre 89 y 369  $\mu\text{g/l}$ . En un municipio se detectó una mediana dentro del rango 50-99  $\mu\text{g/l}$ , categorizada como deficiencia leve. En veintiún municipios se encontraron medianas que oscilaron entre 100 y 200  $\mu\text{g/l}$ , considerados valores normales. En seis municipios se hallaron medianas que oscilaron entre 201 y 299  $\mu\text{g/l}$ , considerada una ingesta más que adecuada. En dos municipios se encontraron medianas de 332  $\mu\text{g/l}$  y 369  $\mu\text{g/l}$ , categorizadas como ingesta de yodo excesiva. Entre los tres estados, Trujillo presentó el mayor número

de niños con déficit (21,2 %) y Táchira presentó el mayor número de niños con valores de CYU por encima del valor normal (49,7 %) (Tablas 3,4 y 5).

### DISCUSIÓN

A partir del año 1920, en Suiza y Estados Unidos se implementó por primera vez un programa profiláctico masivo

contra el bocio, a través de la yodación de la sal (1). Desde entonces numerosos países han alcanzado notorios avances en la lucha contra la DY, particularmente en Latinoamérica (8), aunque en algunos de ellos como Brasil, Chile, México, Venezuela y Colombia se ha experimentado una ingesta de yodo mayor a la adecuada o excesiva (12-17).

Por más de cuatro décadas, en Venezuela ha sido obliga-

Tabla 3. Distribución de las medianas de excreción urinaria de yodo en escolares en 10 Municipios del estado Mérida.

Municipio	Déficit moderado o severo <50 µg/l		Déficit leve 50-99 µg/l		Normal 100-200 µg/l		Ingesta más que adecuada 201-299 µg/l		Exceso >300 µg/l		Mediana µg/l
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Aricagua	0	-	13	3,27	7	1,76	9	2,26	11	2,77	200
Tulio Febres Cordero	1	0,25	13	3,27	15	3,77	8	2,01	3	0,75	200
Arzobispo Chacón	5	1,25	3	0,75	20	5,03	7	1,76	5	1,25	172
Antonio Pinto Salinas	2	0,5	10	2,51	23	5,79	5	1,25	0	0	143
Guaraque	2	0,5	1	0,25	11	2,77	14	3,52	12	3,02	240
Zea	1	0,25	5	1,25	18	4,53	16	4,03	0	-	161
Tovar	0	-	5	1,25	14	3,52	17	4,28	4	1	208
Rangel	1	0,25	5	1,25	17	4,28	11	2,77	6	1,51	190
Campo Elías	2	0,5	2	0,5	16	4,03	14	3,52	3	0,75	192
Libertador	1	0,25	2	0,5	28	7,05	9	2,26	0	-	158
Total	15	3,8	59	14,8	169	42,5	110	27,7	44	11	180

Tabla 4. Distribución de las medianas de excreción urinaria de yodo en escolares en 10 Municipios del estado Táchira.

Municipio	Déficit moderado o severo <50 µg/l		Déficit leve 50-99 µg/l		Normal 100-200 µg/l		Ingesta más que adecuada 201-299 µg/l		Exceso >300 µg/l		Mediana µg/l
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
García de Hevia	0	-	9	2,25	21	5,25	8	2	2	0,5	144
San Judas Tadeo	1	0,25	1	0,25	15	3,75	9	2,25	14	3,5	252
Panamericano	1	0,25	2	0,5	11	2,75	8	2	18	4,5	273
Uribante	0	-	0	-	18	4,5	9	2,25	13	3,25	244
Fernández Feo	0	-	2	0,5	20	5	12	3	6	1,5	190
Jáuregui	3	0,75	0	-	18	4,5	10	2,5	9	2,25	156
Seboruco	1	0,25	2	0,5	18	4,5	9	2,25	10	2,5	200
José María Vargas	0	-	2	0,5	8	2	8	2	22	5,5	332
Sucre	2	0,5	5	1,25	30	7,5	3	0,75	0	-	180
Pedro María Ureña	1	0,25	6	1,5	4	1	5	1,25	24	6	369
Total	9	2,2	29	7,2	163	40,7	81	20,2	118	29,5	200

Tabla 5. Distribución de las medianas de excreción urinaria de yodo en escolares en 10 Municipios del estado Trujillo.

Municipio	Déficit moderado o severo <50 µg/l		Déficit leve 50-99 µg/l		Normal 100-200 µg/l		Ingesta más que adecuada 201-299 µg/l		Exceso >300 µg/l		Mediana µg/l
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Pampán	0	-	9	2,25	27	6,75	2	0,5	2	0,5	133
Boconó	0	-	0	-	26	6,5	11	2,75	3	0,75	178
Carache	1	0,25	6	1,5	31	7,75	2	0,5	0	-	144
Candelaria	8	2	14	3,5	15	3,75	3	0,75	0	-	89
Monte Carmelo	2	0,5	14	3,5	24	6	0	-	0	-	106
Urdaneta	0	-	8	2	30	7,5	2	0,5	0	-	139
Rafael Rangel	0	-	0	-	34	8,5	5	1,25	1	0,25	180
Valera	0	-	9	2,25	30	7,5	1	0,25	0	-	163
La Ceiba	4	1	4	1	12	3	11	2,75	9	2,25	204
Trujillo	2	0,5	4	1	24	6	5	1,25	5	1,25	177
Total	17	4,2	68	17	253	63,2	42	10,5	20	5	153

toría la yodación de la sal destinada al consumo humano y animal (18). Se recomienda una ingesta diaria de yodo, de 90  $\mu\text{g}$  para niños hasta cinco años, 120  $\mu\text{g}$  para niños de seis a doce años y 150  $\mu\text{g}$  para mayores de 12 años de edad, así como un nivel de yodación de 20-40 mg/kg de sal destinada al consumo humano (4). Sin embargo, actualmente los niveles de yodación en el país (40-70 mg/kg) casi duplican las recomendaciones internacionales (19).

Investigaciones realizadas en la región andina de Venezuela, han demostrado un incremento en la mediana de CYU en escolares, desde 1995 (7) hasta el 2011 y durante este mismo periodo, la proporción de niños con baja CYU se ha reducido ostensiblemente (Figura 1).

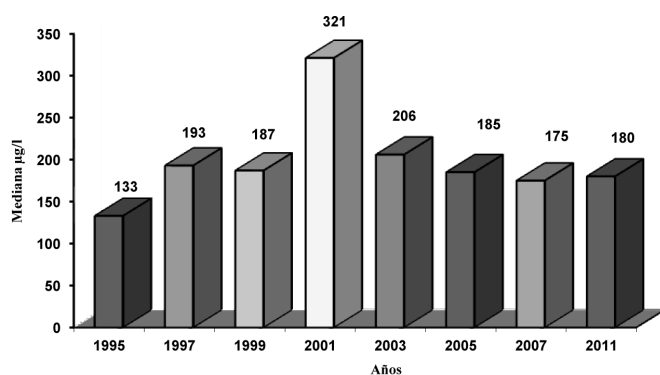


Figura 1. Excreción urinaria de yodo en escolares. Región andina. Venezuela periodo 1995-2011

En la presente investigación, se halló DY leve en el municipio Candelaria del Estado Trujillo, con un porcentaje importante de niños evaluados con muy baja excreción de yodo. Poco se conoce, sobre las consecuencias de la DY leve en la niñez, ya que la mayoría de las investigaciones se han focalizado en las deficiencias moderadas o severas. Un estudio transversal realizado en niños españoles, señaló un mayor riesgo de tener un índice intelectual (IQ) menor de 70 cuando la CYU es menor de 100  $\mu\text{g/l}$  (20). Se ha reportado en Nueva Zelanda, mejoría en aspectos cognitivos de niños en edad escolar con leve DY, como efecto de la suplementación diaria con yodo (21). En niñas escolares del Reino Unido se evidenció DY leve, alertando los autores, sobre los efectos adversos que pueden presentarse al ocurrir el embarazo, en el corto o mediano plazo en estas niñas (22).

Dos municipios del Estado Táchira: José María Vargas y Pedro María Ureña, resultaron con una ingesta de yodo excesiva, situación que puede conducir al incremento del riesgo para desarrollar enfermedad tiroidea autoinmune (23).

En tres municipios del Estado Táchira: San Judas Tadeo, Panamericano y Uribante; dos del Estado Mérida: Guaraque y Tovar, y uno del Estado Trujillo: La Ceiba, se halló una ingesta de yodo más que adecuada, que puede asociarse a un incremento del riesgo de hipotiroidismo subclínico o tiroiditis autoinmune (24, 25). Al no existir en Venezuela, referencias

acerca de la frecuencia de marcadores de autoinmunidad tiroidea previos al programa de yodación de la sal, algunos investigadores han recomendado reevaluar la yoduria, la concentración de anticuerpos anti tiroideos y la prevalencia de bocio en escolares de la región andina (26).

Una ingesta más que adecuada de yodo, significa una ingesta por encima de los requerimientos, catalogada por la OMS en uno de los rangos que antecede al del exceso (Tabla 1) y que puede conducir al desarrollo de hipertiroidismo inducido por yodo, en grupos susceptibles posterior a la implementación del empleo de sal yodada (4).

En el presente monitoreo en escolares, se tomaron en cuenta ocho municipios cuyas embarazadas resultaron yodo-deficientes en una investigación efectuada durante el año 2008 (27). En los municipios Aricagua y Guaraque del Estado Mérida, las embarazadas se hallaron más afectadas por DY, con altos porcentajes de valores individuales con muy baja excreción de yodo, sin embargo los escolares de los citados municipios, presentaron los porcentajes más elevados de valores individuales con excesiva excreción de yodo, en este estado. Esto reafirma lo encontrado en otras investigaciones, un comportamiento diferente del estado nutricional del yodo en las embarazadas en relación con los escolares de la misma comunidad (28-30).

El hallazgo de porcentajes importantes de valores individuales con deficiencia o con exceso, debe motivar un mayor interés por cuantificar el consumo de yodo en la población, procedente tanto de fuentes naturales como de alimentos procesados industrialmente, una situación difícil de abordar, entre otras razones porque no se dispone en la mayoría de los países, incluyendo a Venezuela, de tablas de composición de alimentos que contemplen este mineral (31).

Una de las limitaciones de la presente investigación, fue no disponer de resultados de prevalencia de consumo de sal adecuadamente yodada en hogares (más de 15 ppm), para el mismo año en los municipios objetos de este estudio.

La totalidad de las localidades de los diferentes municipios monitoreados en el año 2011, correspondió a parroquias con más de 2.500 habitantes (32), que pueden catalogarse como poblaciones urbanas, atendiendo solo al tamaño demográfico (número de habitantes), uno de los indicadores más utilizados para la delimitación urbano-rural. En los próximos monitoreos se espera llevar a cabo una caracterización más amplia de las localidades, tomando en cuenta además otros criterios, como la densidad poblacional y la actividad económica, entre otros.

La profilaxis y control de los DDY, requiere continuar el monitoreo regular en escolares de la región andina, para identificar problemas, tomar las acciones correctivas y darle sostenibilidad a los logros alcanzados, por lo que se hace necesario integrar permanentemente a diversos actores como la empresa salinera, sectores públicos de la salud, educación, alimentación y nutrición, la academia y comunidad organizada, entre otros.

## CONCLUSIÓN

Con base en la mediana de excreción urinaria de yodo y tomando en cuenta los criterios y recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, se concluye que no existe deficiencia de yodo en este grupo de escolares de los Estados Táchira, Mérida y Trujillo, en la región andina venezolana.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los nutricionistas Teodosio Avendaño y Eva Maldonado por su valioso apoyo en esta investigación, financiada por el Instituto Nacional de Nutrición; a los escolares, sus padres y educadores; a las autoridades regionales de salud, educación y nutrición.

## REFERENCIAS

- Zimmermann M. Iodine deficiency. *Endocr Rev* 2009; 30(4):376-408.
- Hetzel B. Iodine deficiency disorders (IDD) and their eradication. *Lancet* 1983; 322:1126-1129.
- Marine D, Kimball O. The prevention of simple goiter in man. *J Lab Clin Med* 1917; 3:40-48.
- WHO. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A Guide for Programme Managers. Third Edition. WHO/UNICEF/ICCIDD. Geneva 2007, 97p.
- Benoist B, McLean E, Andersson M, Rogers L. Iodine deficiency in 2007; global progress since 2003. *Food Nutr Bull* 2008; 29:195-202.
- World Health Organization. WHO global database on iodine deficiency. Geneva, 2010. Disponible en: <http://www.who.int/vmnis/database/iodine/en/> [Fecha de consulta: 15 de Diciembre de 2013].
- INN-UNICEF-OPS-OMS. El programa de control y eliminación de los desórdenes por deficiencia de yodo en Venezuela fue evaluado favorablemente. *Boletín Micronutrientes* 1999; 3(6):4-5.
- Pretell E, Medeiros-Neto G. The past, present and future status of iodine in Latin America. *Hot Thyroidol* 2007. Disponible en: [http://www.hotthyroidology.com/editorial\\_179.html](http://www.hotthyroidology.com/editorial_179.html) [Fecha de consulta: 12 Diciembre 2013].
- World Health Organization Nutrition Unit. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization. Document No. WHO/NUT/94.6. Geneva 1994, 62p.
- Dunn J, Crutchfield H, Gutekunst R, Dunn D. Methods for measuring iodine in urine. WHO/UNICEF/ICCIDD, 1993, 8p.
- World Health Organization. Urinary iodine concentrations for determining iodine status in populations. WHO/NMH/NHD/EPG/13.1 Geneva 2013, 5p.
- Medeiros-Neto G. Iodine nutrition in Brazil: where do we stand? *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009; 53(4):470-474.
- Muzzo S, Pretell E, Bueno F, Muñoz C. Nutrición de yodo en escolares de Calama, Chile: persistencia de niveles elevados de yodo urinario. *Rev Chil Nutr* 2013; 40(1):33-38.
- García-Solís P, Solís J, García-Gaytán A, Reyes-Mendoza V, Robles-Orsorio L, Villarreal-Ríos E, et al. Iodine nutrition in elementary state schools of Queretaro, Mexico: correlations between urinary iodine concentration with global nutrition status and social gap index. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2013; 57(6):473-482.
- Caballero L. Yoduria en escolares y embarazadas del estado Trujillo, Venezuela 2007-2008. *Rev Argent Endocrinol Metab* 2011; 48(4):206-211.
- Gallego M, Loango N, Londoño A, Landazuri P. Niveles de excreción urinaria de yodo en escolares del Quindío, 2006-2007. *Rev Salud Publ* 2009; 11(6):952-960.
- Carvalho A, Souza C, Oliveira L, Braga T, Navarro A. Excessive iodine intake in schoolchildren. *Eur J Nutr* 2012; 51:557-562.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela Número 28.191. Decreto Número 657. Noviembre, 1966.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Normas Técnicas y Procedimientos para la Ejecución del Programa de Yodación y Fluoruración de la Sal destinada al consumo humano y veterinario. Gaceta Oficial de la República de Venezuela Número 37009, 2000.
- Santiago-Fernández P, Torres-Barahona R, Muela-Martínez J, Rojo-Martínez G, García-Fuentes E, Garriga M, et al. Intelligence quotient and iodine intake: a cross-sectional study in children. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89:3851-3857.
- Gordon R, Rose M, Skeaff S, Gray A, Morgan K, Ruffman T. Iodine supplementation improves cognition in mildly iodine deficient children. *Am J Clin Nutr* 2009; 90(5):1264-1271.
- Vanderpump M, Lazarus J, Smyth P, Laurberg P, Holder R, Boelaert K, et al. Iodine status of UK schoolgirls: a cross-sectional survey. *Lancet* 2011; 377:2007-2012.
- WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. A Guide for Programme Managers. Geneva 2001, 107p.
- Teng X, Shan Z, Chen Y, Lai Y, Yu J, Shan L, et al. More than adequate iodine intake may increase subclinical hypothyroidism and autoimmune thyroiditis: a cross-sectional study based on two Chinese communities with different iodine intake levels. *Europ J Endocrinol* 2011; 164:943-950.
- Camargo R, Tomimori E, Neves S, Rubio I, Galvão A, Knobel M, et al. Thyroid and the environment: exposure to excessive nutritional iodine increases the prevalence of thyroid disorders in São Paulo, Brazil. *Europ J Endocrinol* 2008; 159:293-299.
- Velázquez-Maldonado E, Borges M, Zambrano R, Villarreal V, Mendoza E, Solano T, et al. Autoinmunidad y función tiroidea en escolares de 2 regiones del estado Mérida con deficiencia de yodo corregida. *Rev Venez Endocrinol Metab* 2003; 1(2):17-21.
- INN. Estado del yodo en las embarazadas de la región andina venezolana 2008-2009. Caracas 2012. Disponible en: <http://www.inn.gob.ve/pdf/libros/embarazo.pdf> [Fecha de consulta: 20 de Diciembre 2013].
- Gowachirapant S, Winichagoon P, Wyss L, Tong B, Baumgartner J, Melse-Boonstra A, et al. Urinary iodine concentrations indicate iodine deficiency in pregnant Thai women but iodine sufficiency in their school-aged children. *J Nutr* 2009; 139:1169-1172.
- Caballero L. Suplementación: una estrategia adicional y temporal para corregir deficiencia de yodo en embarazadas de la región andina, Venezuela. *Rev Obstet Ginecol Venez* 2013; 73(2):116-121.
- Carreto-Molina N, García-Solís P, Solís J, Robles-Orsorio L, Hernández-Montiel H, Vega-Malagón G. Importance of iodine in pregnancy. *Arch Latinoam Nutr* 2012; 62(3):213-219.
- Swanson C, Zimmermann M, Skeaff S, Pearce E, Dwyer J, Trumbo P, et al. Summary of an NIH workshop to identify research needs to improve the monitoring of iodine status in the United States and to inform the DRI. *J Nutr* 2012; 142:1175S-1185S.
- Instituto Nacional de Estadística. XIV Censo Nacional de Población y Vivienda Resultados por Entidad Federal y Municipio. Caracas 2013.