

---

## ESTADO NUTRICIONAL DEL YODO

### IMPLICACIÓN EN LA POSITIVIDAD DE ANTICUERPOS ANTITIROIDEOS Y POSIBLE AUTOINMUNIDAD TIROIDEA EN UNA POBLACIÓN ESCOLAR DECLARADA “LIBRE DE DESÓRDENES POR DEFICIENCIA DE YODO”

---

Hernando Vargas-Uricoechea<sup>1</sup>, Beatriz Bastidas-Sánchez<sup>2</sup>,  
Martha Perdomo-Cabrera<sup>3</sup>, Hernando Vargas-Sierra<sup>4</sup>

#### RESUMEN

**Introducción:** Los Desórdenes por Deficiencia de Yodo son un problema serio de salud pública, con cerca de 2 mil millones de personas a riesgo de padecerlos, pudiendo causar bocio neonatal, cretinismo, retardo mental, hipotiroidismo, entre otros. Estos desórdenes son aún prevalentes, y en algunos casos los esfuerzos para su erradicación se han traducido en aumento del riesgo de exceso poblacional de yodo y autoinmunidad tiroidea. En Colombia, se desconoce el estado real de yodo en la población. **Objetivos:** Determinar la mediana de la yoduria en población escolar, y de los hábitos del consumo de sal, función y parámetros de autoinmunidad tiroidea, y cociente intelectual. **Materiales y métodos:** Estudio basado en la comunidad, de corte transversal. Se evaluaron las variables sociodemográficas, la frecuencia de bocio y los niveles de TSH, anti-TPO, anti-Tg, anti-TSHR, yoduria, test de factor G de Cattell, y hábitos del consumo de sal. **Resultados:** El consumo de sal promedio persona/día fue de 18,13 g. El 37,9% presentó bocio. 36,1% tenían un valor límite en el cociente intelectual. La mediana de yoduria fue de 510,3 µg/L. El 42,75% tuvo anti-TPO positivos, y el 2,87% anti-Tg positivos. El 10% presentó niveles de TSH elevados. **Conclusión:** En escolares de zona urbana, hay un exceso en la mediana de yoduria, pudiendo explicarse por el alto consumo de sal. La alta prevalencia de autoinmunidad tiroidea y bocio, junto al alto nivel de la TSH, puede ser consecuencia del exceso en la ingesta de sal y de otros factores medioambientales/ hereditarios.

**Palabras clave:** yodo, deficiencia, autoinmunidad, tiroides, yoduria, bocio.

---

<sup>1</sup> Médico y cirujano, especialista en medicina interna y endocrinología; MSc en epidemiología, Doctor (Hon.) en ciencias biomédicas; candidato a Ph.D en Ciencias Biomédicas. Profesor asociado y director de investigaciones departamento de medicina interna, Universidad del Cauca.

<sup>2</sup> Médica y cirujana, especialista en Epidemiología. Profesora Titular departamento Medicina Social, Universidad del Cauca.

<sup>3</sup> Bacterióloga clínica, directora científica Laboratorio Clínico Especializado Martha Perdomo; Popayán-Cauca.

<sup>4</sup> Médico y cirujano, hospitalario del servicio de salas de medicina interna, Hospital Universitario san José, Popayán-Cauca.

## IODINE NUTRITIONAL STATUS

### ITS ROLE IN DETECTION OF THYROID AUTOANTIBODIES AND POSSIBLY, THYROID AUTOIMMUNITY, IN A SCHOLAR POPULATION DECLARED "FREE FROM IODINE-DEFICIENCY DISORDERS"

#### ABSTRACT

**Introduction:** Iodine-Deficiency Disorders are a serious public health problem, with nearly two thousand million people at risk of suffering them; they may cause neonatal goiter, cretinism, mental retardation, hypothyroidism, among other conditions. These disorders are still prevalent, and in some cases, efforts for their eradication have resulted in increased risk of excess iodine and thyroid autoimmunity in the population. In Colombia, the actual iodine status of people is unknown. **Objectives:** To determine the median urinary iodine concentration in schoolchildren, salt intake habits, function and parameters of thyroid autoimmunity, and Intelligence Quotient (IQ). **Materials and methods:** This is a community-based, cross-sectional study. Sociodemographic variables were evaluated, as well as the frequency of goiter and levels of TSH, anti-TPO, anti-Tg, anti-TSH-R, urinary iodine, G factor test of Cattell and salt consumption habits. **Results:** The average salt consumption person/day was 18,13 g. 37,9% had goiter. 36,1% had a limited value in their IQ. The median urinary iodine was 510,3 µg/L. 42,75% had positive anti-TPO and 2,87% were anti-Tg positive. 10% had high levels of TSH. **Conclusions:** In urban area schoolchildren there is an excess in median urinary iodine, that can be explained by high consumption of salt. The high prevalence of goiter and thyroid autoimmunity, together with the high level of TSH, may result from excessive intake of salt and other environmental and hereditary factors.

**Key words:** iodine, deficiency, autoimmunity, thyroid, urinary iodine, goiter.

## INTRODUCCIÓN

La carencia de yodo es un problema de salud pública en 54 países, cerca de 2 mil millones de personas en todo el mundo corren un riesgo establecido debido a la ingesta insuficiente de este oligoelemento halogenado. Aproximadamente el 50% de la Europa continental persiste con una deficiencia leve de yodo, y en países industrializados como Estados Unidos de Norte América (USA) y Australia el problema ha resurgido. En áreas con economías marginales, como en el sur de Asia y el África Subsahariana el problema es mucho mayor; por otra parte, la menor frecuencia mundial se encuentra en las Américas (1-3). El yodo es un

elemento esencial que no puede ser sintetizado por el organismo, eso hace que alimentos como los pescados y mariscos sean, con mucho, la única fuente disponible. El contenido de yodo de los alimentos depende de la cantidad del mismo en el suelo; y su degradación (debida a la erosión, asociada con el excesivo pastoreo del ganado y a la tala de árboles causa una gran pérdida de este oligoelemento) haciendo que los alimentos que crecen en dichos suelos tengan un escaso contenido de yodo (4-7). El término Desórdenes por Deficiencia de Yodo "DDY" se utiliza para definir un grupo de enfermedades que resulta de una pérdida relativa de yodo en la dieta, tales desórdenes incluyen múltiples defectos en cualquier etapa de la vida;

por ejemplo, aumento en la tasa de abortos y en la mortalidad perinatal, malformaciones congénitas, bajo peso al nacer, bocio neonatal, cretinismo, retardo mental, sordomudez, retardo en el crecimiento y desarrollo, anormalidades motoras, hipotiroidismo, disminución en la capacidad y productividad laboral y alteraciones en la función cognitiva; además, la deficiencia de yodo incrementa la susceptibilidad de la glándula tiroidea a la radiación nuclear; los grupos más vulnerables a todos estos cambios son los niños y las mujeres embarazadas (8-12).

Globalmente, los países de las Américas han realizado esfuerzos importantes tendientes a la eliminación de los DDY, aunque el riesgo sigue latente. Algunos países persisten con altas tasas de deficiencia de yodo, otros han sido evaluados de forma incompleta y se desconoce su estado actual, y en otros el riesgo de exceso de yodo es alto (por un aumento exagerado en el consumo y probablemente por un programa inadecuado de seguimiento de los programas de yodación universal de la sal) de hecho, la ingesta de yodo es más que adecuada, e incluso excesiva en al menos 34 países, lo cual puede originar un aumento en el riesgo de hipertiroidismo y de Enfermedad Tiroidea Autoinmune (ETAI), recalcando la necesidad de realizar un monitoreo permanente de los programas enfocados a la prevención de los trastornos asociados con la ingesta de yodo (13-16).

La estrategia recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para eliminar su carencia es la yodación universal de la sal; la cual se recomienda como vehículo preferido para el fortalecimiento con yodo, por el hecho que se consume ampliamente en una cantidad constante, su producción se centraliza y por consiguiente es fácil de vigilar, sus características organolépticas no se ven afectadas por la yodación y la intervención puede ejecutarse con un costo razonable (17,18).

En Colombia, desde 1947 se establece por ley la yodación de la sal para consumo humano; desde entonces, se estableció que el contenido de yodo en la sal podía fluctuar entre 50-100 ppm (50-100 mg de yodo/kilogramo de sal). En 1948, la prevalencia de bocio en algunas poblaciones del país fue >80%, motivo por el que después de la intervención con sal yodada se documentó en 1952 una prevalencia de bocio del 33%. Posteriormente, en el estudio nacional de salud 1977-1980, la prevalencia nacional de bocio endémico fue <2,0%. En el estudio de Prevalencia de los desórdenes por deficiencia de yodo e ingestión promedio de sal, Colombia, 1994-1998 (EPDDY) se encontró una prevalencia de bocio grado I en el 6,5% de los niños estudiados, aunque se documentaron prevalencias tan altas como del 20,6% y tan bajas como del 1,4% en algunas regiones; el 93,6% de las yodurias se encontraron por encima de 100 µg/L, y el 83,7% de las muestras de sal para consumo humano contenía >20 ppm de yodo. El consumo promedio persona-día de sal fue de 11,42 g, aunque en algunas regiones el consumo fue tan alto como de 17,44 g. Como resultado de lo anterior, el 29 de abril de 1998 se llevó a cabo el acto de declaratoria de Colombia como país "Libre de DDY". Más recientemente, se evaluó la frecuencia de trastornos asociados a la ingesta de yodo en niños en etapa escolar (determinado por medio de la excreción urinaria de yodo) encontrando un exceso en la yoduria en población urbana, con deficiencias severas en población rural (19-22).

## OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio fue determinar la mediana de la yoduria en la población escolar de Popayán; adicionalmente se establecieron objetivos específicos, en los cuales se quería determinar el estado de adquisición y hábitos alimenticios res-

pecto al consumo de sal, la prevalencia de bocio, la función y parámetros de autoinmunidad tiroidea, el cociente intelectual, el consumo de sal promedio/persona/día; y finalmente, analizar las posibles asociaciones entre el consumo de sal, la yoduria, la presencia de bocio, autoinmunidad tiroidea, alteraciones de la función tiroidea, la presencia de bocio y el cociente intelectual.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Este es un estudio basado en la comunidad, de corte transversal, en una población declarada como “libre de DDY”

### Lugar del estudio

El **Departamento del Cauca** está situado en el suroccidente de Colombia, entre las regiones andina y pacífica, y corresponde al 2,56 % del territorio nacional. El relieve del territorio del departamento del Cauca pertenece al sistema andino, distinguiéndose siete unidades morfológicas: la llanura del Pacífico, cordillera Occidental, cordillera Central, altiplano de Popayán, Macizo Colombiano, Valle del Patía y el sector de la cuenca del Amazonas. El Altiplano de Popayán se encuentra encajonado entre las cordilleras Occidental y Central (23).

Tomando en cuenta que factores culturales, socio-económicos y geográficos podrían estar condicionando una baja ingesta o mal aprovechamiento del yodo en la población del departamento del Cauca, y en especial en el municipio de Popayán, y dado que no se disponen de datos que midan la frecuencia y el impacto en la salud de los desórdenes asociados a la ingesta de yodo, al igual que no se monitorean dichos trastornos y por ende

tampoco se vigila adecuadamente su eliminación, se considera pertinente evaluar tal aspecto.

### Población a estudio y procedimiento muestral

Para el año 2012 en la Secretaría de Educación del municipio de Popayán, el total de la población escolar que se encontraba cursando el quinto grado correspondió a 5.035 escolares, 129 colegios pertenecían al sector oficial y 78 eran del sector privado, estableciéndose entonces una relación de dos colegios oficiales por uno privado. Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó el programa EpiINFO, y tomando como base un estudio previo, con una prevalencia de 28,8 para deficiencia de yodo –Prevalencia de bocio en escolares, Quindío 2006 - 2007– (22) y un error  $\alpha$  esperado del 5%, con un nivel de confianza de 99,9% se obtuvo un tamaño muestral de 134 escolares. Para la selección de la institución educativa se aplicó una tabla de números aleatorios (programa Excel) tanto en colegios públicos como en privados; en total, se seleccionaron cuatro colegios, con los cuales se obtuvo un total de muestra de 140 niños que cursaban el quinto año de educación básica primaria. En cuanto a los antecedentes educativos, todos los pacientes eran del grado 5 de primaria, lo anterior se determinó ya que en una encuesta piloto previa en las instituciones educativas evaluadas, se encontró que el 41% de los padres de los niños a evaluar de los grados 1 al 4 no aceptaban la recolección de datos ni la toma de muestras. Se excluyeron del estudio escolares que en el momento del estudio tuvieran alguna patología establecida de origen endocrinológico (específicamente enfermedad tiroidea), enfermedades crónicas o agudas, o que estuvieran recibiendo algún tipo de tratamiento farmacológico, incluyendo levotiroxina, antitiroideos, o medicación con algún contenido específico de yodo en los últimos 6 meses.

## Recolección de datos y variables de estudio

Se aplicó un cuestionario para conocer las variables sociodemográficas tales como: edad, género, raza, lugar de nacimiento, lugar de procedencia y estrato socioeconómico, hábitos alimenticios relacionados con el consumo de sal, el tipo de sal que se consume, el lugar donde la adquieren, la marca de la sal y la duración a lo largo del tiempo de una libra de sal (en 48 horas); además, se evaluaron los datos antropométricos como peso, talla e Índice de Masa Corporal (IMC) -y su puntuación Z; la puntuación Z también conocida como desviación estándar (SD) se usa para describir la distancia que hay entre una medición y la mediana, es decir, es un puntaje que indica que tan lejos de la mediana se ubica una medición- y el cual se clasificó según recomendaciones de la OMS de la siguiente forma (24):

- $<-2$  DS: Delgadez
- $\geq -2$  SD hasta  $< -1$  SD: Riesgo para delgadez
- $\geq -1$  SD hasta  $\leq +1$  SD: Adecuado para la edad
- $\geq +1$  SD hasta  $\leq +2$  SD: Sobrepeso
- $>+2$  SD: Obesidad

Un especialista en Endocrinología, entrenado en el estudio de enfermedades tiroideas realizó un examen físico de la glándula tiroidea por medio de inspección y palpación (de acuerdo con los criterios de la OMS) a todos los participantes del estudio, clasificando la presencia o ausencia de bocio de la siguiente forma (25):

- Grado 0: No palpable ni visible.
- Grado I: Bocio palpable, pero no visible estando el cuello en posición normal.
- Grado II: Bocio claramente visible cuando el cuello está en una posición normal, y es consistente con un agrandamiento tiroideo cuando se palpa el cuello.

Las pruebas de laboratorio que se realizaron fueron las siguientes:

### *TSH de tercera generación*

Principio del análisis: IMMULITE 2000 TSH Tercera Generación, ensayo inmunométrico con dos sitios de unión, quimioluminiscente en fase sólida) (26). Los resultados se clasificaron de la siguiente manera:

- 0,4 - 4,0 mUI/L (normal)
- $<0,4$  y  $>4,0$  mUI/L (anormal)

### *Anticuerpos anti-Peroxidasa Tiroidea (anti-TPO)*

Para la medición cuantitativa en suero se tuvo en cuenta el principio del ensayo inmunométrico enzimático secuencial en fase sólida por quimioluminiscencia (IMMULITE/IMMULITE 1000 anti-TPO) (27). Los resultados se clasificaron de la siguiente manera:

- $\geq 35$  UI/mL (positivo).
- $<35$  UI/mL (negativo).

### *Anticuerpos anti-Tiroglobulina (anti-Tg)*

Se evaluó por medio de la técnica ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay, BIOMERIEUX) (28). Los resultados se clasificaron de la siguiente forma:

- $\geq 18$  UI/mL (positivo).
- $<18$  UI/mL (negativo).

### *Anticuerpos contra el receptor de TSH (anti-TSHR)*

Se evaluó por medio de ensayo inmunométrico por electroquimioluminiscencia (ROCHE) (29). Los resultados se clasificaron en:

- 0,3-40 UI/L (normal).
- <0,3 y >40 UI/L (anormal).

### **Yoduria**

La concentración de yodo urinario se midió en una muestra casual de orina en cada sujeto entre las 7 y 9 de la mañana. Las muestras fueron congeladas a -20 °C hasta su uso (dentro de los 20 días siguientes). Las muestras se analizaron mediante método espectrofotométrico basado en la reacción de Sandell-Kolthoff, modificado por Pino y colaboradores. Los valores de yoduria obtenidos del laboratorio se expresaron en microgramos de yodo por litro ( $\mu\text{g/L}$ ). Empleando la mediana de la yoduria y tomando como referencia los criterios establecidos internacionalmente por OMS, UNICEF (United Nations Children's Fund) e ICCIDD (International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders) (30). Los resultados se clasificaron en:

- <100  $\mu\text{g/L}$ : Ingesta baja de yodo.
- 100 -199  $\mu\text{g/L}$ : Ingesta adecuada de yodo.
- 200 -299  $\mu\text{g/L}$ : Ingesta más que adecuada de yodo.
- $\geq 300$   $\mu\text{g/L}$ : Ingesta excesiva de yodo.

Con el fin de facilitar el análisis descriptivo y analítico, y con el fin de reducir el número de categorías en la clasificación original de la yoduria, se juntaron dichas categorías y se simplificaron, creando una segunda categoría (clasificación 2 de yoduria) en la cual la yoduria se clasificó en valores <200  $\mu\text{g/L}$  y en valores  $\geq 200$   $\mu\text{g/L}$ . Adicionalmente, se realizó un análisis bivariado, con el objetivo de encontrar las posibles asociaciones entre la clasificación 2 de la yoduria y las características sociodemográficas, hábitos de consumo, características clínicas y de laboratorio.

### **Test de Factor G de Cattell**

El test de factor G de Cattell consta de tres versiones (las denominadas escalas 1, 2 y 3) que son aplicables desde la edad de cuatro años hasta la madurez. El objetivo de estas escalas es medir la capacidad G (o Inteligencia General), libre de elementos culturales. Se utilizó la escala 2, la cual está diseñada para ser aplicada en niños entre 8 a 14 años y adultos de nivel cultural medio; el objetivo era evaluar el cociente intelectual de los escolares en la población estudiada, ya que estudios previos han encontrado asociación entre el consumo de yodo y el rendimiento intelectual.

El test está constituido por series incompletas y progresivas, el test de Clasificación, de Matrices y de Condiciones. Se obtuvo la puntuación directa de cada sujeto y este se convirtió en puntuaciones de Cociente Intelectual de Desviación (CID) con media 100 y desviación típica 16, que son directamente comparables en todas las edades (31,32). Según los resultados del test se determinó si el cociente intelectual de los niños era:

- Normal.
- Límite.
- Débil mental.

### **Cuestionario sobre adquisición y hábitos de consumo de sal**

Se realizó una encuesta con relación a la adquisición y hábitos alimenticios del consumo de sal, los cuales se muestran en la Figura 2. Adicionalmente, y con el objetivo de determinar el consumo de sal promedio persona/día, se suministró (en una submuestra al azar de 18 participantes –12 mujeres, 6 hombres– y de los hogares que constituían) una libra de sal yodada (en un recipiente con un peso ya establecido), estableciéndose que se debía

utilizar en todas las preparaciones (sin cambios en la cantidad “regular” normal que se utilizaba en los alimentos) que requirieran la misma por 48 horas; al cabo de dicho tiempo, se pesaba el recipiente de la sal; la diferencia encontrada se asumía como el consumo global para el hogar, y para hacer el cálculo del consumo promedio por persona se procedió a dividir el total de la sal consumida en los dos días por el número de personas que usualmente conviven y que consumen los alimentos en dicho hogar (teniendo en cuenta que se estableció que debían consumir al menos dos comidas al día como costumbre cotidiana). Dicho resultado se dividió por un valor de 2 para obtener el consumo promedio persona/día (21). Este procedimiento se realizó posterior a la toma de todas las muestras y de las medidas establecidas de previamente. Finalmente, en cuanto a los hábitos de alimentación, la mayoría de los pacientes consumían al menos dos comidas en el día (92%) y el 72,9% de los niños estudiados se alimentaban en el comedor escolar.

Los datos fueron analizados en STATA 12.0, se realizó un análisis exploratorio de datos y un análisis múltiple. Se realizó la prueba exacta de Fisher para evaluar la relación entre la clasificación 2 de yoduria y las otras variables previamente anotadas; sin embargo, sólo se muestran aquellas que mostraron diferencias significativas (las características sociodemográficas, las características escolares –tipo de institución educativa- y la presencia de anti-TPO), los resultados se consideraron significativos cuando  $p < 0,05$ .

## Consideraciones éticas

Se solicitó a los padres de familia y a los rectores y profesores de las diferentes instituciones educativas el permiso correspondiente y la firma del consentimiento informado. Este trabajo fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad del Cauca (fecha de aprobación Marzo

29 de 2011), y cumple con los elementos éticos que la ley y la doctrina exigen (código Helsinki-Código Núremberg resolución 008430 de 1993, que rige la ética en la investigación científica en Colombia).

## RESULTADOS

### Análisis exploratorio de datos

La población objeto de estudio se caracterizó por tener un promedio de edad de 10,5 años con una Desviación Estándar (SD) de 1,16 años; el mayor porcentaje correspondió al género femenino (60%); el 65,7% de la población era de raza mestiza, y la mayoría pertenecía al estrato socioeconómico I (40,7%). El 92,9% de los pacientes eran originarios de zona urbana (Tabla 1). En cuanto a la procedencia, el 85,7% de los pacientes eran del departamento del Cauca, el 75% del municipio de Popayán y en promedio llevaban viviendo en la misma residencia  $8,6 \pm 3$  años. El 100% de la población estudiada utilizaba sal en los alimentos que consumía, la cual era para consumo humano; y en más del 99% la sal era reconocida como yodada (Tabla 2); el consumo de sal promedio persona/día en las 18 submuestras previamente descritas fue de 18,13 g. El promedio del peso en kg fue de  $36,1 \pm 8,5$  y el de la talla en metros fue de  $1,40 \pm 0,08$ ; el promedio del IMC fue de  $18,1 \pm 2,8$ ; el 60,71% de los pacientes tenían peso adecuado para la edad, mientras que el 7,14% presentaron obesidad y el 4,29% tenían delgadez (Tabla 3). En el 37,9% de la población estudiada se documentó algún grado de bocio.

El cociente intelectual medido por medio del test de factor G de Cattell, demostró que más de la tercera parte (36,1%) de los escolares evaluados tenían un valor límite o débil mental; mientras que el 63,9% tuvo un cociente intelectual clasificado como normal.

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población estudiada

		Hombres (n=56)		Mujeres (n=84)		Total (n=140)	
<b>Edad (años)</b>		10,52±1,25		10,50±1,10		10,51±1,16	
<b>Años de residencia en el área</b>		8,29±3,59		8,86±2,77		8,63±3,12	
		N	%	n	%	n	%
<b>Raza</b>	Mestiza	37	66,1	55	66,5	92	65,7
	Indígena	1	1,8	4	4,8	5	3,6
	Afro descendiente	3	5,4	4	4,8	7	5,0
	Mulato	0	0	4	4,8	4	2,9
	Blanco	15	26,8	17	20,2	32	22,9
<b>Área</b>	Urbana	52	92,9	78	92,9	130	92,9
	Rural	4	7,1	6	7,1	10	7,1
<b>Estrato socioeconómico</b>	1	28	50	29	34,5	57	40,7
	2	17	30,4	33	39,3	50	35,7
	3	10	17,9	18	21,4	28	20,0
	No sabe	1	1,8	4	4,8	5	3,6

Tabla 2. Adquisición y hábitos alimenticios respecto al consumo de sal

N		Hombres		Mujeres		Total	
		%	N	%	n	%	
<b>Utiliza sal</b>	Si	56	100%	84	100%	140	100%
<b>Tipo de sal</b>	Para consumo humano	56	100%	84	100%	140	100%
<b>Marca</b>	Reconocida como sal yodada	56	100%	83	98,81%	139	99,28%
	Reconocida como sal no yodada	0	0%	1	1,19	1	0,72%
<b>Lugar donde adquiere la sal</b>	<b>Sitio</b>	<b>n (población total)</b>		<b>%</b>			
	Supermercado	53		37,9			
	Depósito agropecuario	0		0,0			
	Granero	58		41,4			
	Tienda	23		16,4			
	Galería	1		0,7			
	Granero y Tienda	5		3,6			

En cuanto a las características de la cantidad de yodo en orina, se destaca una mediana de la yoduria de 510,3 µg/L. Los datos se obtuvieron

de 139 individuos de la población estudiada, de los cuales en cuatro de ellos el valor de la yoduria se estableció como <100 µg/L. Se realizaron dos

**Tabla 3. Características clínicas**

		Hombres		Mujeres		Total	
Peso (Kg)		35,7±10,3		36,4±6,9		36,1±8,5	
Talla (Mts)		1,38±0,08		1,41±0,07		1,40±0,08	
		18,3±3,5		18,0±,3		18,1±2,8	
IMC	Definición:	Población total (hombres y mujeres)				Total (%)	
	<-2 DS: Delgadez	6				4,29	
	≥-2 DS a <-1 DS: Riesgo de delgadez	9				6,43	
	≥-1 DS a ≤1 DS: Adecuado para la edad	85				60,71	
	≥1 DS a ≤2 DS: Sobrepeso	30				21,43	
	>2 DS: Obesidad	10				7,14	
		Hombres		Mujeres		Total	
Presencia de bocio		N	%	n	%	n	%
Inspección/ palpación	Grado 0	33	58,9	54	64,3	87	62,1
	Grado I	22	39,3	29	34,5	51	36,5
	Grado II	1	1,8	1	1,2	2	1,4
Test G de Cattell	Normal	32	56,9	57	68,3	85	63,9
	Límite	16	27,5	19	22	32	24,1
	Débil mental	8	15,7	8	9,8	16	12

clasificaciones de yoduria, la clasificación 1 de yoduria (de acuerdo a los criterios de OMS, UNICEF e ICCIDD) mostró que el 80,7% de los pacientes tenían valores por encima de 300 µg/L y el 87,1% tenían valores por encima de 200 µg/L. De igual forma, las diferentes categorías de yoduria se muestran en la Tabla 4.

En 1 de los 140 individuos no se obtuvieron datos de anti-TPO ni de anti-Tg, y en otro individuo se dispuso del valor de anti-Tg, pero no el de anti-TPO. De esta forma, 59 individuos presentaron exclusivamente anti-TPO positivos (42,75%), 4 presentaron exclusivamente anti-Tg positivos (2,87%), y 5 presentaron los dos anticuerpos positivos (3,62%); en ningún caso se documentó anti-TSHR positivos. Con relación al nivel de TSH, 14 pacientes (10%) tuvieron niveles >4,0 mUI/L; en 126 se encontraron niveles normales, en ningún caso se documentaron niveles suprimidos de TSH (Tabla 5).

En el análisis bivariado, sólo se muestran aquellos resultados que mostraron diferencias significativas; con respecto a las características

**Tabla 4. Mediana y clasificación de la yoduria**

Valor de la yoduria (mediana): 510,3 µg/L		
Característica	N	%
<b>Clasificación 1 yoduria</b>		
<100	4	2,9
100-199	13	9,3
200-299	9	6,4
>300	113	80,7
Sin datos	1	0,7
<b>Clasificación 2 yoduria</b>		
<200	17	12,1
≥200	122	87,1
Sin datos	1	0,7

Tabla 5. Prevalencia de la positividad de Anticuerpos tiroideos y niveles de TSH según género

		Hombres	Mujeres	Total	
				n	%
Títulos de anticuerpos anti-tiroideos	anti-Tg y anti-TPO positivos (ambos)	0	5	5	3,62%
	Anti-Tg positivos (exclusivamente)	1	3	4	2,87%
	Anti-TPO positivos (exclusivamente)	28	31	59	42,75%
	Anti-TSHR positivos	0	0	0	0
Nivel de TSH (anormal)	<0,4	0	0	0	0
	>4,0	6	8	14	10

Tabla 6. Asociación entre la clasificación 2 de la yoduria y edad, género, raza, estrato socioeconómico y procedencia

Característica	Clasificación 2 Yoduria		Valor-p
	<200	≥200	
<b>Edad</b>			
<=10	14 (10,07)	71 (51,08)	0,046
>10	3 (2,16)	51 (36,69)	
<b>Género</b>			
Masculino	5 (3,60)	51 (36,69)	0,329
Femenino	12 (8,63)	71 (51,08)	
<b>Raza</b>			
Mestiza	9 (6,47)	82 (58,99)	0,461
Indígena	7 (0,72)	4 (2,88)	
Afrodescendiente	1 (0,72)	6 (4,32)	
Mulato	0 (0,00)	4 (2,88)	
Blanco	6 (4,32)	26 (18,71)	
<b>Estrato</b>			
I	5 (3,73)	52 (38,81)	0,470
II	8 (5,97)	41 (30,60)	
III	4 (2,99)	24 (17,91)	
<b>Procedencia</b>			
Rural	1 (0,72)	9 (6,47)	0,648
Urbano	16 (11,51)	113 (81,29)	

**Tabla 7. Asociación entre la clasificación 2 de la yoduria y características escolares**

Característica	Clasificación 2 Yoduria		Valor-p
	<200	≥200	
<b>Institución educativa</b>			
Antonio García Paredes (AGP)	0 (0,00)	37 (26,62)	0,0495
Normal Superior (NS)	12 (8,63)	50 (35,97)	
Técnico Comfacauca (TC)	3 (2,16)	9 (6,47)	
José Antonio Galán 2 (JAG2)	2 (1,44)	26 (18,71)	

**Tabla 8. Asociación entre la clasificación 2 de yoduria y la clasificación de anti-TPO**

Característica	Clasificación 2 Yoduria		Valor-p
	<200	≥200	
<b>Clasificación anticuerpos anti-TPO positivos</b>			
Exclusivamente positivo (n=59)	2 (3,4%)	57 (96,6%)	0,003
Negativo para anti-TPO y para anti-Tg (n=70)	11 (15,7)	59 (84,3)	

sociodemográficas, se encontró una asociación significativa entre la edad y la clasificación 2 de yoduria ( $p = 0,046$ ), por lo que aquellos niños con edad  $\leq 10$  años tenían mayor probabilidad de presentar valores de yoduria  $\geq 200$   $\mu\text{g/L}$ . No se encontraron diferencias entre la clasificación 2 de yoduria y el género, raza, estrato socioeconómico y procedencia (Tabla 6). De acuerdo a la institución educativa, se anota que los pacientes que presentaron niveles por encima de 200  $\mu\text{g/L}$  en la clasificación 2 de yoduria fueron los que provenían del colegio Normal Superior (NS), correspondiente al 35,97%,  $p = 0,0495$  (Tabla 7). Adicionalmente, se encontró asociación entre la clasificación 2 de yoduria ( $\geq 200$ ) y la positividad en los anti-TPO, documentándose yodurias  $\geq 200$   $\mu\text{g/L}$  en 62 de los 64 pacientes con anti-TPO positivos,  $p = 0,003$  (Tabla 8).

Finalmente, en las Figuras 1, 2 y 3 se describe la presencia de bocio, niveles anormales de TSH y distribución de la yoduria, de acuerdo a la positividad de anti-TPO, anti-Tg o ambos.

## DISCUSIÓN

La población escolar objeto de este estudio tuvo una edad promedio de 10,5 años, la cual se encuentra dentro del rango de edad de los diferentes estudios que evalúan el estado nutricional del yodo en escolares. Como era de esperarse, casi la tercera parte de las personas evaluadas eran de raza mestiza, y más del 90% eran originarios de zona urbana, y más del 40% pertenecían a un estrato socioeconómico bajo (estrato I); por lo que, si bien la elección de las instituciones educativas y de los escolares a evaluar tenían la misma probabilidad de ser seleccionados, los resultados presentados deberán ser extrapolados especialmente a escolares de zona urbana y de estrato socioeconómico bajo.

Con relación al IMC, el 21,43% tenía sobrepeso, y el 7,14% tenía obesidad (por lo que, más de la cuarta parte de la población tenía exceso de peso) lo cual está por encima de los valores nacionales

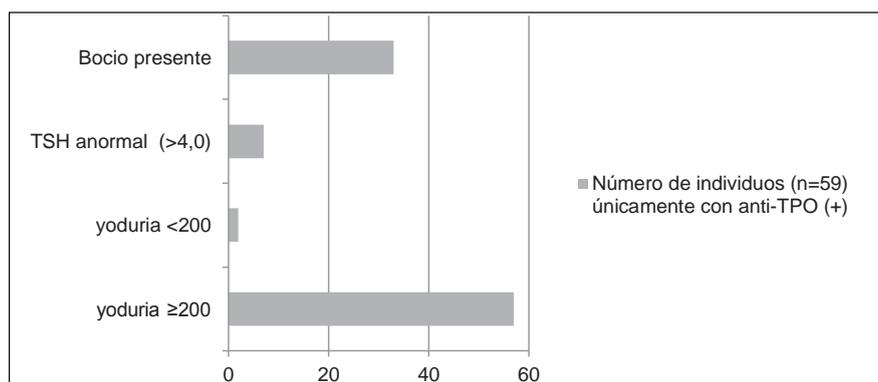


Figura 1. Presencia de bocio.TSH anormal y distribución de la yoduría, en individuos con anti-TPO(+)

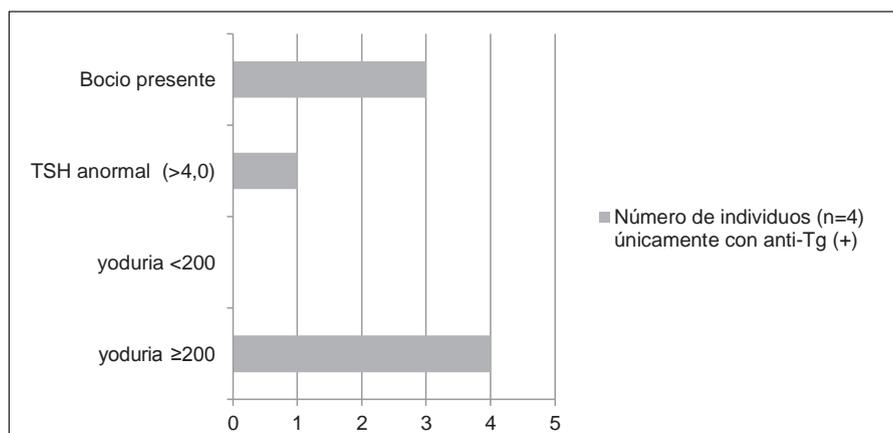


Figura 2. Presencia de bocio.TSH anormal y distribución de la yoduría, en individuos con anti-Tg(+)

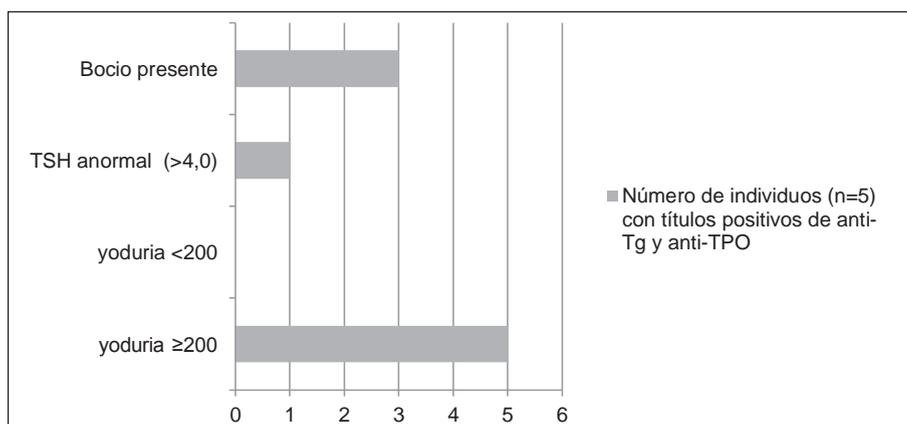


Figura 3. Presencia de bocio.TSH anormal y distribución de la yoduría, en individuos con anti-Tg(+) y anti-TPO (+)

e internacionales respecto a la frecuencia de sobrepeso y obesidad en este rango poblacional; sin embargo, en la población infantil las correlaciones entre el IMC y el porcentaje de grasa dependen de la edad, género y el estadio puberal, lo cual plantea que la sensibilidad del IMC es insuficiente para diagnosticar con precisión el sobrepeso y la obesidad en los niños y niñas pre púberes. No obstante, a pesar de estas observaciones, el IMC es actualmente utilizado en la evaluación nutricional de la población infantil, con estudios que demuestran una buena correlación con la masa grasa. Un poco más del 10% presentaron riesgo de delgadez o delgadez, lo cual es un dato no menor, ya que las medidas antropométricas son indicadores indirectos de la composición corporal y por tanto se extrapolan como medida del desarrollo poblacional; pero en el caso de la evaluación nutricional en individuos con riesgo de delgadez o delgadez (en el contexto de una probable desnutrición) no informa si dicho desenlace se debe a una ingesta deficiente, a problemas de absorción, a pérdidas anormales o a cualquier otro factor involucrado. Se ha establecido la asociación entre las condiciones socioeconómicas y el crecimiento y desarrollo infantil y por lo tanto se utiliza con frecuencia como un indicador de desarrollo y equidad. La frecuencia de desnutrición proteico-calórica en la población infantil y escolar ha sido establecida en Colombia, y se incrementa en casos de población desplazada (33,34); aunque en este estudio, los escolares estudiados llevaban más de 8,5 años en promedio viviendo en su área de residencia; además, más del 90% ingerían al menos dos comidas al día y más del 70% se alimentaban en el comedor escolar. Es difícil establecer con precisión las causas que originan estas discrepancias en la evaluación nutricional de los niños evaluados, pero podría explicarse (al menos en parte) por la falta de programas nutricionales orientados a identificar subgrupos poblacionales a riesgo, tanto en instituciones educativas oficiales como no oficiales. Por otra parte, las condiciones

económicas y el acceso a diferentes fuentes nutricionales son variables, incluso dentro del mismo estrato socioeconómico, y pueden explicar la variación del IMC en esta población.

La totalidad de la población estudiada utilizaba sal para consumo humano en los alimentos que ingería, y en el 99% se reconoció como sal yodada; el consumo de sal promedio persona/día en las submuestras descritas, fue de 18,13 g. Al analizar el EPDDY, se encontró que el consumo de sal promedio persona/día fue de 11,42 g, aunque en algunas regiones como San Andrés y Providencia el consumo fue tan alto como de 17,44 g; en el Cauca, en el mismo estudio se documentó un consumo promedio de 11,7 g; el resultado actual en esta población supera el valor más alto encontrado su momento en San Andrés y Providencia; lo anterior indica un retroceso, y un fracaso absoluto en los programas de vigilancia y prevención del consumo de sal en nuestro medio, es probable que la asequibilidad y accesibilidad a la sal para consumo humano, y de igual forma a alimentos con alto contenido de sal, explique el alto consumo de la misma, además del establecimiento de una cultura arraigada de “sobresalar” los alimentos a ingerir. Si se tiene en cuenta lo anterior, la mediana de yoduria encontrada (510,3 µg/L) que por lo demás es excesivamente alta, se explica en gran parte por el alto consumo de sal (en donde en el 99% de los encuestados se reconoció como sal yodada); la tendencia es clara, al demostrarse que más del 80% de los pacientes tenían valores superiores a 300 µg/L (indicando una ingesta excesiva de yodo) y el 87,1% tenían valores por encima de 200 µg/L (indicando una ingesta de yodo más que adecuada). Si se tiene en cuenta que la ingesta diaria de yodo en la población puede extrapolarse a partir de la yoduria, utilizando el promedio estimado del volumen urinario en 24 h, y asumiendo una biodisponibilidad promedio del yodo del 92%, utilizando la fórmula: Ingesta de Yodo diaria= Yodo urinario

( $\mu\text{g/L}$ )  $\times 0,0235 \times$  peso corporal (Kg); se pudiera extrapolar los resultados de este estudio, por lo que: yodo urinario (mediana de 510,3)  $\times 0,0235 \times$  peso corporal (promedio 36,1). Arrojando que la ingesta diaria de yodo en esta población podría establecerse en 432,91  $\mu\text{g}$  (indicando una ingesta excesiva de yodo). En Colombia, en el año 1947 y gracias a la ley 44, se estableció la yodación de la sal para consumo humano; posteriormente, en 1950 se inició un proyecto experimental de yodación de la sal para consumo humano, destinado a los municipios que habían presentado las prevalencias más altas de bocio endémico en un estudio realizado en 1948 (la cual fue  $>80\%$  en los departamentos de Caldas y Cauca). En su momento, el Instituto Nacional de Nutrición evaluó dicha intervención en 1952, por medio de un estudio realizado en escolares, encontrando una prevalencia del 33%, representando una reducción superior al 55% (indicando que dicha intervención fue efectiva). La ley 44 posteriormente fue reglamentada en 1955 y se estableció que el contenido de yodo podía fluctuar entre 50-100 partes por millón (ppm). Dicha ley sigue reglamentando el contenido de yodo en la sal para consumo humano. De esta forma; por ejemplo, si la sal se yodara a una concentración de 40 ppm (40 mg de yodo por kg de sal) ante una ingesta de sal de 3 g al día, se estarían ingiriendo 120  $\mu\text{g}$  de yodo (lo cual se corresponde con una ingesta adecuada de yodo, con un aporte nutricional óptimo (al menos en población escolar –en el rango de 6-12 años–). Desde 1955, no se ha modificado la concentración de yodo en la sal para consumo humano en Colombia (a la luz de los conocimientos actuales respecto al estado de yodo en la población; es claro que, además de los esfuerzos dirigidos para reducir el consumo de sal, debe también revisarse a fondo la concentración de yodo en la sal que se consume en Colombia). El 37,9% de los escolares evaluados presentó algún grado de bocio (por inspección/palpación) lo cual denota un incremento importante en la frecuencia

con relación al EPDDY, en donde la prevalencia nacional de bocio en zona urbana, en escolares de 8-12 años fue de 6,5% (en su gran mayoría grado I); para el departamento del Cauca, la respectiva prevalencia fue de 3,4%. El incremento en la frecuencia reportada en nuestro estudio puede deberse a varios factores (teniendo en cuenta que los resultados que se presentan demuestran que es una población sin evidencia de DDY, por el contrario, es una población con exceso de yodo), y pudieran plantearse por lo tanto las hipótesis que se describen a continuación:

- La alta prevalencia de autoinmunidad tiroidea explica la prevalencia descrita de bocio (evaluada y determinada por medio de la positividad de anti-TPO y/o anti-Tg);
- El exceso de yodo proveniente de la dieta se asocia con la presencia de bocio (en ausencia de hipotiroidismo o hipertiroidismo, como se demuestra en algunas poblaciones Japón, donde se consumen altas cantidades de yodo provenientes de la alta ingesta de pescado);

Debe considerarse siempre la presencia de bociógenos y factores hereditarios que pueden influir en la frecuencia de bocio en la población. Al ser una población en etapa de crecimiento, y tomando en cuenta que el crecimiento de los folículos tiroideos está coordinado con el del tejido conectivo y con los capilares que le rodean, las células tiroideas liberan localmente factores tróficos sobre el endotelio capilar; y dentro de este proceso, el Factor de Crecimiento I Similar a la Insulina (IGF-I) que es un potente factor de crecimiento y que procede de los fibroblastos, estimula la proliferación de las células foliculares; a su vez, la célula tiroidea elabora proteínas de unión del IGF-I, requiriéndose su presencia para que éste último actúe. Entonces, la intervención coordinada de ambos péptidos potencia así el crecimiento tiroideo, que a la larga

en una población como la estudiada, en plena fase de crecimiento, es esperada (al menos en teoría) un incremento en la frecuencia de bocio (35-38).

Es difícil poder establecer la causa definitiva que explique la alta prevalencia de bocio en nuestro estudio, es probable que una interacción entre las hipótesis planteadas explique dicha frecuencia. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que la estimación de bocio se realizó por medio de inspección/palpación, en donde de antemano se conocía que se estaba evaluando una probable alteración en el estado del yodo en los individuos en estudio; además, sólo se realizó por uno de los investigadores (no se realizó la inspección/palpación por otra persona entrenada, por lo que no se pudo realizar un análisis de concordancia en este sentido); adicionalmente, los resultados al evaluar este parámetro no se confirmaron por ultrasonografía; todos estos factores pueden haber sobreestimado la verdadera frecuencia de bocio.

En 63 de los 138 escolares en los que se pudo evaluar por completo la presencia de anti-TPO y anti-Tg hubo positividad para uno o para otro anticuerpo (45,65%); indicando que en la población estudiada, de cada 10 pacientes, entre 4 y 5 presentan autoinmunidad tiroidea; dicha frecuencia puede ser esperada a priori en una población con "exceso" de yodo, ya que el exceso de yodo induce la producción de citoquinas y quimiocinas que pueden reclutar células inmunocompetentes a la tiroides; además, el procesamiento del exceso de yodo en las células epiteliales tiroideas puede conducir a niveles elevados de estrés oxidativo, llevando al incremento de la oxidación lipídica y daño tisular tiroideo; finalmente, la incorporación de yodo a la cadena proteica de la Tg puede aumentar la antigenicidad de esta molécula (39,40).

Por otro lado, no se encontraron títulos elevados en los anti-TSHR, y el 10% de los escolares

presentaron un nivel de TSH >4,0. Por lo que, para esta población, el exceso de yodo y la autoinmunidad tiroidea establecida, se presenta una prevalencia de hipotiroidismo (al definirlo al menos con un nivel de TSH >4,0) del 10% y sin ningún caso demostrado de hipertiroidismo. En aquellos escolares con yodurias  $\geq 200$  la positividad en el nivel de los anti-TPO fue mayor respecto a los que tenían anti-TPO y anti-Tg negativos, indicando una posible asociación entre exceso de yodo y autoinmunidad tiroidea. Otros estudios han demostrado que la positividad de los anticuerpos tiroideos se asocia con autoinmunidad en la madre y su desarrollo puede surgir en la pubertad, en nuestro estudio no fue posible medir anticuerpos tiroideos en los padres. Por otra parte, estudios recientes sugieren que la autoinmunidad tiroidea disminuye de forma paralela a la reducción de la ingesta de yodo, lo que nos lleva a asumir que un aumento en el consumo de yodo debe asociarse con el incremento consecuente en la frecuencia de autoinmunidad tiroidea (41-43).

El cociente intelectual medido por medio del test de factor G de Cattell, demostró que más de la tercera parte (36,1%) de los escolares evaluados tenían un valor límite o débil mental; dato relevante, pero no esperado en una población con "exceso" de yodo (ya que es bien conocido que las regiones con DDY e hipotiroidismo son propensas a tener cocientes intelectuales por debajo del promedio, al compararse con regiones "suficientes" de yodo); en nuestro conocimiento, este hallazgo no tiene una relación conocida con el exceso de yodo encontrado en la población estudiada. Una vez se finalizó el presente estudio, se informó a los rectores y profesores de las entidades educativas tal aspecto, al igual que se sugirió una valoración completa por el servicio de psicología de cada centro estudiantil con el fin de intervenir lo más temprano posible al escolar comprometido y determinar las causas que conllevaron al cociente intelectual descrito.

Las yodurias  $\geq 200$  se presentaron de manera estadísticamente significativa en escolares  $\leq 10$  años y en la institución educativa “NS”. Es probable que la población escolar  $\leq 10$  años tenga mayor acceso a fuentes alimenticias con alto contenido de sal que explique el resultado de la yoduria, y es posible que las diferentes instituciones educativas difieran en las cantidades de sal utilizadas para la preparación de los alimentos de los escolares que reciben alimentación en su centro estudiantil.

En resumen, en la población escolar de zona urbana de Popayán, se demuestra un exceso en la excreción urinaria de yodo (determinada por la mediana de yoduria). Este aumento en el valor de la yoduria, se explica por el alto consumo de sal promedio persona/día; la alta frecuencia de autoinmunidad tiroidea (45,65%), la elevación en el valor de TSH (en el 10% de la población estudiada) y la alta frecuencia de bocio (37,9%), puede también ser explicada por el exceso en la ingesta de sal y por otros factores medioambientales y/o hereditarios.

## CONCLUSIÓN

Los programas encaminados a la erradicación de los DDY han originado un cambio positivo respecto a las consecuencias desencadenadas por la deficiencia de yodo; no obstante, en aquellos países donde se establecen los programas de yodización, corren con un riesgo establecido de “exceso” poblacional de yodo sino se llevan a cabo estudios de seguimiento y cumplimiento de las normas de regulación. Colombia no es ajena a lo anterior, de pasar –hace unas décadas- de ser una población “insuficiente” de yodo, y posteriormente a una población declarada como “libre de DDY” en 1998, actualmente estamos en alto riesgo de estar en “exceso” de yodo; en algunas regiones del Quindío, y ahora en el Cauca, se demuestra

que los programas de vigilancia y monitoreo no se llevan a cabo, y que las iniciativas para reducir el consumo de sal al parecer tampoco tienen impacto, al menos en nuestra población. Es probable que dicho “exceso” poblacional de yodo se traduzca en mayor frecuencia de autoinmunidad tiroidea y bocio.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en el diseño, realización, análisis, publicación y socialización de resultados del presente estudio.

## AGRADECIMIENTOS

A los rectores, coordinadores y profesores de las cuatro instituciones educativas en donde se realizó el estudio, de igual forma a los padres de familia; y especialmente, a todos los escolares que participaron... su inagotable energía y espontaneidad nos llenó de esperanza y alegría.

## REFERENCIAS

1. Zimmerman MB, Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2015. Published Online January 13, 2015. [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70225-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70225-6).
2. Lazarus JH. The importance of iodine in public health. *Environ Geochem Health*. 2015;Feb 7. [Epub ahead of print] DOI 10.1007/s10653-015-9681-4.
3. Nyenwe EA, Dagogo-Jack S. Iodine Deficiency Disorders in the Iodine-Replete Environment. *Am J Med Sci*. 2009;337(1):37-40.
4. Zimmermann MB, Andersson M. Assessment of iodine nutrition in populations: past, present, and future. *Nutr Rev*. 2012;70:553-570.
5. Bath SC, Rayman MP. A review of the iodine status of UK pregnant women and its implications for the offspring. *Environ Geochem Health*. 2015, Feb 7. [Epub ahead of print] DOI 10.1007/s10653-015-9682-3.
6. Masoodi SR, Ali A, Wani AI, Bashir MI, Bhat JA, Mudassar S, Zargar AH. Goitre and urinary iodine

- excretion survey in schoolchildren of Kashmir Valley. *Clin Endocrinol*.2014;80:141-147.
7. Chung HR. Iodine and thyroid function. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*. 2014;19(1):8-12.
  8. Zimmermann MB. Iodine deficiency and excess in children: worldwide status in 2013. *Endocr Pract*.2013;19(5):839-846.
  9. Pearce EN, Andersson M, Zimmermann MB. Global iodine nutrition: Where do we stand in 2013? *Thyroid*.2013;23(5):523-528.
  10. WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers [updated 1st September 2008]. 3rd edn. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2007.
  11. Rohner F, Zimmermann M, Jooste P, Pandav C, Caldwell K, Raghavan R, Raiten DJ. Biomarkers of Nutrition for Development-Iodine Review. *J Nutr*.2014. pii:jn.113.181974.
  12. Doggui R, El Atia J. Iodine deficiency: Physiological, clinical and epidemiological features, and pre-analytical considerations. *Ann Endocrinol (Paris)*. 2015, Jan 19. [Epub ahead of print] pii: S0003-4266(14)01011-7. doi: 10.1016/j.ando.2014.12.002.
  13. Vargas-Uricoechea H, Sierra-Torres CH, Holguín-Betancourt CM, Cristancho-Torres L. Iodine-deficiency disorders. Permanent surveillance of vulnerable zones is poor. *MEDICINA (Bogotá)*.2012;34,No. 2(97):119-144.
  14. Taylor PN, Okosieme OE, Dayan CM, Lazarus JH. Therapy of endocrine disease: impact of iodine supplementation in mild-to-moderate iodine deficiency: systematic review and meta-analysis. *Eur J Endocrinol*. 2014;170:R1-R15.
  15. WHO. Guideline: fortification of food-grade salt with iodine for the prevention and control of iodine deficiency disorders. Geneva: World Health Organization; 2014.
  16. Aburto N, Abudou M, Candeias V, Wu T. Effect and safety of salt iodization to prevent iodine deficiency disorders: a systematic review with meta-analyses. WHO eLibrary of Evidence for Nutrition Actions (eLENA). Geneva: World Health Organization; 2014.
  17. Zhou SJ, Anderson AJ, Gibson RA, Makrides M. Effect of iodine supplementation in pregnancy on child development and other clinical outcomes: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*.2013;98(5):1241-1254.
  18. Zimmerman MB. Assessing Iodine Status and Monitoring Progress of Iodized Salt Programs. *J Nutr*.2004;134:1673-1677.
  19. Vigilancia Epidemiológica de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo. Colombia, 1.997 Ministerio de Salud/INS/UNICEF/ICBF/INVIMA/OPS/OMS. 1998.
  20. Control de los Desórdenes por deficiencia de Yodo en Colombia. Evaluación Externa. Ministerio de Salud/OPS/OMS. 1998:3-8.
  21. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Sociedad Colombiana de Endocrinología, UNICEF-OPS/OMS, Colciencias. Prevalencia de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo e Ingestión Promedio de Sal. Colombia, 1994-1998. Santa Fe de Bogotá, D.C., primera edición; noviembre de 2001. ISBN 958-13-0129-1.
  22. Gallego ML, Loango N, Londoño AL, Landázuri P. Niveles de excreción urinaria de yodo en escolares del Quindío, 2006–2007. *Rev. Salud Pública*. 2009;11(6):952-960.
  23. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Colombia - Universidad del Cauca, Marzo de 2012. ISBN 978-958-8758-13-8.
  24. Ministerio de la Protección Social, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Instituto Nacional de Salud. Instructivo para la Implementación de los Patrones de Crecimiento de la OMS en Colombia para Niños, Niñas y Adolescentes de 0 a 18 Años. Primera edición. 2010, pags:1-151.
  25. World Health Organization-WHO. International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide programmed managers, 2nd edition. Geneva, Switzerland, WHO, Department of Nutrition for Health and Development; 2001. (WHO/NHD/01.1).
  26. Matyjaszek-Matuszek B, Pyzik A, Nowakowski A, Jarosz MJ. Diagnostic methods of TSH in thyroid screening tests. *Ann Agric Environ Med*. 2013;20(4):731-735.
  27. IMMULITE/IMMULITE 1000 anti-TPO Ab (PILKTO-12, 2006-12-29).
  28. Schott M, Seibler J, Scherbaum WA. Diagnostic testing for autoimmune thyroid diseases. *J Lab Med*.2006;34(4):254-257.
  29. Zöphel K, von Landenberg P, Roggenbuck D, Wunderlich G, Kotzerke J, Lackner KJ. Are porcine and human TSH receptor antibody measurements comparable? *Clin Lab*. 2008;54(1-2):1-8.

30. Zimmerman MB, Jooste PL, Pandav CS. Iodine deficiency disorders. *Lancet*. 2008;372:1251-1262.
31. Cattell RB, Cattell AKS. Test de Factor G-Escala 1. Madrid: TEA; 1989.
32. Cattell RB, Cattell AKS. Test de Factor G-Escalas 2 y 3. Madrid: TEA;1994.
33. ICBF. PROFAMILIA. Encuesta Nacional de Demografía y Salud. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional 2005. Componente de Antropometría. Manual de Instrucciones y Equipos. Bogotá, 2004.
34. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standard based on length/height, weight, and age. *Acta Paediatrica* 2006; Suppl 450:76-85.
35. Zava T.T., Zava D.T. Assessment of Japanese iodine intake based on seaweed consumption in Japan: A literature-based analysis. *Thyroid Res*. 2011;4:14. doi: 10.1186/1756-6614-4-14.
36. Sarne D. Effects of the Environment, Chemicals and Drugs on Thyroid Function. In: De Groot LJ, Beck-Peccoz P, Chrousos G, Dungan K, Grossman A, Hershman JM, Koch C, McLachlan R, New M, Rebar R, Singer F, Vinik A, Weickert MO, editors. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000-2010 Dec 21.
37. Wang L, Shao YY, Ballock RT. Thyroid hormone-mediated growth and differentiation of growth plate chondrocytes involves IGF-1 modulation of beta-catenin signaling. *J Bone Miner Res*. 2010;25(5):1138-1146.
38. Fiore E, Latrofa F, Vitti P. Iodine, thyroid autoimmunity and cancer. *Eur Thyroid J*. 2015;4(1):26-35.
39. Luo Y, Kawashima A, Ishido Y, Yoshihara A, Oda K, Hiroi N, Ito T, Ishii N, Suzuki K. Iodine excess as an environmental risk factor for autoimmune thyroid disease. *Int J Mol Sci*. 2014;15(7):12895-12912.
40. Vargas-Uricoechea H, Bonelo-Perdomo A, Sierra-Torres CH. Iodine Deficiency Disorders. *Thyroid Disorders Ther*.2015;4:172.
41. Kaloumenou I, Mastorakos G, Alevizaki M, Duntas LH, Mantzou E, Ladopoulos C, Antoniou A, Chiotis D, Papassotiriou I, Chrousos GP, Dacou-Voutetakis C. Thyroid autoimmunity in schoolchildren in an area with long-standing iodine sufficiency: correlation with gender, pubertal stage, and maternal thyroid autoimmunity. *Thyroid*. 2008;18(7):747-754.
42. Miranda DM, Massom JN, Catarino RM, Santos RT, Toyoda SS, Marone MM, Tomimori EK, Monte O. Impact of nutritional iodine optimization on rates of thyroid hypoechogenicity and autoimmune thyroiditis: a cross-sectional, comparative study. *Thyroid*. 2015;25(1):118-124.
43. Gopalakrishnan S, Singh SP, Prasad WR, Jain SK, Ambardar VK, Sankar R. Prevalence of goitre and autoimmune thyroiditis in schoolchildren in Delhi, India, after two decades of salt iodisation. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2006;19(7):889-893.

**Recibido:** Mayo 15, 2015

**Aceptado:** Junio 26, 2015

**Correspondencia:**

Hernando Vargas

*Hernandovargasu10@yahoo.com*