

La efectividad de la Yodación de la Sal en la prevención del Bocio Endémico en Colombia

I. RESULTADOS EN ESCOLARES DE CALDAS

ROBERTO RUEDA-WILLIAMSON, M.D., S.M.HYG. *, FRANZ PARDO
TÉLLEZ, M.D., E.S.P. **, FRANCISCO PIEDRAHÍTA HOYOS, M.D.,
E.S.P., M.Sc.***, JAIME ARIZA MACÍAS, M.D., E.S.P., M.Sc.('),
LUZ URIBE NARANJO, M.D. (")

RESUMEN

En el presente trabajo se hace una revisión del problema de bocio endémico en Colombia y del proceso de yodación de la sal realizado por la Concesión de Salinas, bajo la supervisión del Instituto Nacional de Nutrición.

Se presentan los resultados de una encuesta sobre bocio endémico llevada a cabo en octubre de 1965, en escolares de 7 municipios del Departamento de Caldas, después de 3 años de yodación efectiva de la sal, a escala nacional.

Se utilizó un criterio combinado de clasificación que permite, por una parte, comparar los resultados con los obtenidos en las encuestas de 1945 y 1952, y por la otra, tener un punto de referencia, para futuras investigaciones, acorde con la clasificación de la OMS.

El estudio mostró una prevalencia general de bocio, para los 7 municipios, de 1.8% por la clasificación antigua, y de 0.8% por la clasificación de la OMS, demostrándose una considerable reducción de la endemia, ya que la prevalencia observada en estos municipios en 1945 y 1952 fue de 83.1% y 33.9%, respectivamente.

* Director del Instituto Nacional de Nutrición.

** Jefe División de Investigación, Instituto Nacional de Nutrición.

*** Jefe Sección de Nutrición, Ministerio de Salud Pública.

(') Jefe División de Enseñanza, Instituto Nacional de Nutrición.

(") Coordinadora del PINA de Caldas, Instituto Nacional de Nutrición.

El descenso de la prevalencia registrado en 1952 se produjo después de 2 años de consumo experimental de sal yodada en estas localidades. Sin embargo, el descenso de la prevalencia de bocio hasta menos del 1%, obtenido ahora, en estos municipios, como efecto de la yodación de la sal para consumo nacional, permite asumir que el bocio endémico, como problema de salud pública en Colombia, está siendo firmemente superado.

En muestras de sal tomadas a nivel de los expendios, casas urbanas y rurales, se investigaron los contenidos de yodo y humedad, así como también los tipos de empaques y los sistemas empleados para la conservación de la sal. Los promedios de yodo correspondientes a las muestras de tiendas, casas rurales y casas urbanas fueron de 40, 30 y 37 p.p.m., respectivamente. Los porcentajes de humedad fueron, según el mismo orden, 2.5%, 2.0% y 3.7%.

Si se tiene en cuenta que el promedio de yodo en la sal obtenido en la Planta de Betania en los meses que precedieron al estudio fue de 62 p.p.m., la sal experimentó una pérdida de yodo que oscila entre el 36% y el 52%. Parece que la pérdida de yodo es debida a la menor estabilidad del yoduro de potasio, a los tipos de empaque y los sistemas empleados en la conservación de la sal a nivel del consumidor.

Se considera, sin embargo, que la sal continúa suministrando cantidades de yodo que satisfacen las necesidades de la población, pues, sobre la base de un consumo promedio per-cápita día de 15 g. de sal, la población de los municipios estudiados estaría recibiendo, en áreas urbanas y rurales, un promedio per-cápita día de 445 y 550 mcgm. de yodo, cantidades que sobrepasan las recomendaciones para este nutriente.

ANTECEDENTES

Los cronistas de la conquista y la colonia en el Nuevo Reino de Granada llamaron la atención desde el siglo XVI sobre la elevada prevalencia del coto o bocio endémico entre los habitantes de diversas regiones colombianas (1, 2, 3). Posteriormente, se publicaron importantes estudios sobre las causas y el tratamiento del bocio endémico y sobre los defectos mentales congénitos frecuentes en las regiones bociosas (4, 5, 6, 7). En este siglo continuó el interés por este problema de salud pública (8, 9, 10). Sin embargo, sólo a través de la encuesta nacional de bocio, realizada bajo la dirección de Parra, por la División de Nutrición del Servicio Cooperativo Interamericano de Salud Pública (SCISP) y el Ministerio de Higiene, de 1945 a 1948 en 183.243 escolares de ambos sexos, de 385 municipios, se llegó a conocer realmente la magnitud y gravedad del problema del bocio endémico en el país. Los resultados de esta encuesta fueron dados a conocer por Parra en 1948 (11, 12, 13) y por Góngora y otros en 1950 (14). La prevalencia general del bocio, entonces encontrada, fue de 52.6%, siendo los

departamentos más afectados Caldas (81.1%), Cauca (79.6%), Huila (69,2%) y Tolima (60.6%).

El consumo de sal yodada, como medida eficaz para prevenir el bocio, fue recomendada en nuestro país por Boussingault (15) y por Caldas (3) desde principios del siglo pasado. En la encuesta nacional de bocio se destacó la carencia de yodo como principal factor etiológico de la endemia y se recomendó, como medida preventiva, la yodación de toda la sal destinada al consumo humano. En diciembre de 1947, y gracias a la iniciativa de Parra, fue aprobada por el Congreso Nacional la Ley 44, por medio de la cual se creó el antiguo Instituto Nacional de Nutrición, como dependencia del Ministerio de Higiene, y se recomendó la yodación de la sal para luchar contra el bocio endémico.

La explotación de la sal en Colombia es un monopolio del Estado, administrado por el Banco de la República, mediante la Concesión de Salinas. Este organismo es el responsable de la refinación y distribución de la sal en todo el territorio nacional. En mayo de 1950, la Concesión de Salinas inició la elaboración de 300 toneladas mensuales de sal yodada, en el horno de Casablanca, municipio de Zipaquirá, en proporción de 5 mg. de yodo por 100 gm. de sal (50 p.p.m.). Las 300 toneladas de sal yodada fueron distribuidas con fines experimentales en los municipios de Aguadas, Aranzazu, Chinchiná, Manizales, Neira, Pácora y Salamina. Estos siete municipios de Caldas fueron seleccionados para la distribución inicial de la sal yodada, porque la prevalencia de bocio encontrada en ellos, en la encuesta nacional, fue muy alta, oscilando entre 78.0% para Manizales y 93.5% para Pácora y, además, por existir grandes facilidades para su distribución y control.

En abril de 1952, dos años después de iniciada la distribución experimental de sal yodada en los municipios mencionados, el Instituto Nacional de Nutrición adelantó una nueva encuesta en escolares, siguiendo el mismo criterio clínico de clasificación de la encuesta nacional (14), con el objeto de determinar la efectividad de la yodación de la sal en la prevención del bocio. Los resultados de esta encuesta (16) mostraron una disminución bastante acentuada en la prevalencia de la endemia. Los porcentajes de disminución fueron: Aguadas, 68.6%; Aranzazu, 67.8%; Chinchiná, 67.9%; Manizales, 52.1%; Neira, 62.8%; Pácora, 62.3%, y Salamina, 81.0%. El porcentaje de reducción para el total de los municipios fue

de 59.2%. En esta forma se comprobó, una vez más, la efectividad de la sal yodada en la prevención del bocio, ya que la prevalencia general para los siete municipios descendió hasta 33.9%.

En los años siguientes, la yodación tuvo serias dificultades para ser efectiva, determinadas básicamente por los rudimentarios procedimientos empleados en la elaboración de la sal. Estos consistían en dilución de la sal gema obtenida de la roca y su cristalización por ebullición y evaporación en grandes calderos. La sal, así obtenida, presentaba una alta proporción de impurezas y humedad que impedían la yodación en seco, permitiendo sólo realizarla mediante el uso de soluciones concentradas de yoduro de potasio, con el inconveniente de una distribución poco homogénea del yodo en la sal (17).

LA YODACION DE LA SAL PARA EL CONSUMO NACIONAL

El Decreto Legislativo 591 de 1955 estableció la yodación de la sal para consumo humano y animal, de acuerdo a las normas de la OMS. Sin embargo, debido a circunstancias adversas de orden técnico, económico y laboral, sólo hasta 1959 la Concesión de Salinas logró construir una refinería moderna, quedando en condiciones de dar cumplimiento al Decreto mencionado. Esta moderna refinería está situada en Betania, cerca de Zipaquirá, y opera en la siguiente forma: una vez que recibe la salmuera, ésta es purificada y concentrada en grandes evaporadores; el concentrado cristaliza en centrífugas especiales y, finalmente, la sal pasa por tambores para un secado completo (0.1% de humedad). Antes de ser empacada, la sal pasa por un transportador cilíndrico de tornillo que tiene adaptado un alimentador automático para la adición del yoduro de potasio en cristales, que viene estabilizando con carbonato de calcio al 10% (17).

En 1960 el Ministerio de Salud Pública encargó al antiguo Instituto Nacional de Nutrición de efectuar el control y la supervisión de la yodación de la sal en todo el territorio nacional. La encuesta de nutrición de Colombia (18), llevada a cabo en más de 10.000 personas en ese año, reveló que en los niños menores de 15 años la prevalencia del bocio estaba aún en 41% y mostró asimismo que el contenido de yodo en la sal de consumo era variable y estaba por debajo de los niveles considerados como aceptables para prevenir la endemia.

El nuevo Instituto Nacional de Nutrición, creado por la Ley 14 de 1963, tomó desde su iniciación, como uno de sus más importantes programas de nutrición y salud, el de la prevención del bocio endémico y planeó y ha venido desarrollando un cuidadoso programa de control y supervisión de la yodación de la sal. Desde los primeros meses de 1963, después de varias reuniones con técnicos de la Concesión de Salinas y de visitar las instalaciones de yodación de la sal en la Planta de Betania, éstas fueron revisadas y ajustadas, lo mismo que los procedimientos de análisis químicos y de reportes periódicos. Posteriormente, se estableció un sistema de análisis duplicados de muestras enviadas periódicamente por la Planta de Betania al Instituto, el cual, además, recolecta y analiza muestras tomadas al azar en los mercados locales de la capital y de los departamentos.

Como inicialmente se encontró que un cierto porcentaje de muestras perdía el yodo y tenía valores inferiores a 50 partes por millón, a fines de 1963 se decidió aumentar la proporción de yodo a 75 partes por millón, para asegurar su aporte adecuado y suficiente a nivel del consumidor (17). En la actualidad el Instituto, conjuntamente con la Sección de Nutrición del Ministerio de Salud Pública, adelanta una investigación para determinar la efectividad, a nivel del consumidor, del proceso de yodación de la sal por la Planta de Betania de Zipaquirá, correspondiendo el presente estudio a una etapa de dicha investigación (19).

Es conveniente anotar que de un total de 236.000 toneladas de sal consumidas en Colombia para todos los usos, en 1964, el 76% corresponde a la sal terrestre yodada por la Planta de Betania y el 24% restante, a sal marina no yodada; sin embargo, esta última se utiliza, en gran parte, para consumo animal e industrial. Teniendo en cuenta el aumento en la explotación de Betania, la Concesión de Salinas estima que la sal yodada alcanzará el 85% en 1966 (17).

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo básico del estudio ha sido determinar la efectividad de la yodación de la sal, a escala nacional, después de tres años de yodación efectiva y de control y supervisión adecuados en la planta y en el mercado nacional.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio fue realizado en octubre de 1965, en las escuelas urbanas de los municipios de Aguadas, Aranzazu, Chinchiná, Manizales, Neira, Pácora y Salamina, es decir, en los mismos siete municipios donde se realizó en 1952 un estudio similar, después de dos años de consumo experimental de sal yodada.

Fueron examinados 12.166 escolares de ambos sexos, cubriéndose, en cada municipio, los siguientes porcentajes de población escolar activa (matriculada): Aguadas, 73.4%; Aranzazu, 75.4%; Chinchiná, 41.9%; Manizales, 23.7%; Neira, 63.7%; Pácora, 81.7%, y Salamina, 81.9%. Las escuelas fueron seleccionadas al azar y los niños examinados en cada municipio fueron siempre en número suficiente para asegurar que el error máximo probable fuera inferior al 10%. En cada escuela se examinaron a todos los escolares asistentes.

Para establecer el criterio clínico de clasificación de los grados de bocio se tuvo en cuenta, por una parte, que los datos fueron comparables con los encontrados en las encuestas de 1945 y 1952, las cuales fueron realizadas siguiendo un criterio de clasificación (16) que difiere del recomendado actualmente por la OMS (20), y, por la otra, que los datos de esta última encuesta pudieran ajustarse a la clasificación actual de la OMS, con el propósito de tener, para futuras investigaciones, un punto de referencia acorde con este último criterio. De acuerdo a las consideraciones anotadas, se utilizó un criterio de clasificación combinado, que tiene como base la clasificación de la OMS, el cual fue adaptado con la colaboración y asesoría de Parra, director de la primera encuesta nacional de bocio. Así, pues, el criterio empleado incluye las equivalencias para las dos clasificaciones mencionadas, en la forma siguiente:

—Grupo 00: Comprende las personas cuyos lóbulos tiroideos no excedan dos veces al tamaño de la uña del dedo pulgar de la persona examinada. Este grupo corresponde al Negativo de la clasificación antigua (“tiroides normales y ligeras hipertrofias”) y corresponde, además, al grupo O de la OMS.

—Grupo 0: Comprende las personas cuyos lóbulos tiroideos se encuentran aumentados en tres o cuatro veces el tamaño de la uña del dedo pulgar de la persona examinada. Este

grupo corresponde a Una cruz (+) de la clasificación antigua ("hipertrofias moderadas") y corresponde, igualmente, al grupo O de la OMS.

Así, pues, la suma de los dos grupos anteriores corresponde al grupo O de la clasificación de la OMS, es decir, "personas sin bocio", considerando como tales a aquellas en que el aumento de los lóbulos tiroideos no excede cuatro veces el tamaño de la uña del dedo pulgar de la persona examinada.

Los grupos siguientes son los de la clasificación actual de la OMS, motivo por el cual sólo se da la equivalencia para la clasificación antigua.

—Grupo 1: "Personas con bocio palpable: En ellas se considera que el tiroides ha aumentado de cuatro a cinco veces, aunque no sea visible con la cabeza en posición normal. En la mayoría de estos casos es fácilmente visible con la cabeza echada hacia atrás y el cuello completamente extendido." Este grupo corresponde a Dos cruces (++) de la clasificación antigua ("hipertrofias bien marcadas").

—Grupo 2: "Personas con bocio visible: Aquellas en que el bocio se ve fácilmente cuando tienen la cabeza en posición normal, aunque se presenta de menor tamaño que en las del grupo 3. La palpación puede ayudar a determinar el volumen de la glándula, pero no es necesaria para el diagnóstico." Este grupo corresponde a Tres cruces (+++) de la clasificación antigua ("cotos apreciables a simple vista").

—Grupo 3: "Personas con bocio voluminoso: El bocio de esta clase se puede reconocer a considerable distancia. Produce gran desfiguración y puede ser del tamaño que cause dificultades en la mecánica respiratoria y en el uso de la ropa." Este grupo corresponde a Cuatro cruces (++++) de la clasificación antigua ("cotos muy grandes o enormes").

Conviene destacar que Parra participó en la aplicación de este criterio combinado en el terreno, constatando su comparabilidad con el criterio utilizado en las encuestas de 1945 y 1952. El examen clínico fue realizado por tres médicos del Instituto Nacional de Nutrición y el médico Jefe de la Sección de Nutrición del Ministerio de Salud Pública, quienes previamente realizaron una estandarización de criterios de clasificación en un grupo de escolares. Por otra parte, para reducir al máximo los errores de observación, se decidió que todo caso

positivo o dudoso fuera estudiado nuevamente por todos los examinadores.

Conjuntamente con el examen clínico de los escolares, se tomaron, como promedio en cada municipio, siete muestras de sal procedentes de tiendas, casas de la zona urbana y casas de la zona rural, con el objeto de determinar la cantidad de yodo y la influencia de algunos factores ambientales y de conservación en su estabilidad. En el Laboratorio del Instituto Nacional de Nutrición se efectuó la determinación de yodo en la sal por el sistema de oxidación con bromo (21).

Asimismo, en cada uno de los municipios, se tomaron muestras de agua del acueducto, con el fin de investigar yodo y dureza de las mismas. La determinación de yoduros y yodatos en el agua se realizó por el Método Fotométrico (22) y el Método modificado A.O.A.C. (21), respectivamente. La dureza se determinó de acuerdo al Método estandar para examen de aguas y aguas de desecho (23).

RESULTADOS

1. Clínicos.

En el Cuadro N^o 1 y el Gráfico N^o 1 se presenta la prevalencia de bocio endémico encontrada en los municipios estudiados, de acuerdo a los dos criterios de clasificación empleados, comparándola, a su vez, con la registrada en las encuestas de 1945 y 1952. Llama la atención su extraordinaria reducción en todos y cada uno de los municipios. La prevalencia encontrada oscila entre 2.4% y 0.7%, según la clasificación antigua, siendo la prevalencia general de 1.8%. De acuerdo con la clasificación de la OMS, estos índices oscilan entre 1.2% y 0.3%, siendo la prevalencia general de sólo 0.8%.

Se observa cómo la prevalencia de bocio descendió dramáticamente en estas localidades: del 83.1% en 1945 pasó a 33.9% en 1952 y, finalmente, a 1.8% en 1965 (menos del 1%, según la clasificación de la OMS).

Al comparar las prevalencias encontradas en los diferentes municipios según los dos criterios de clasificación, se encontró que las pequeñas diferencias existentes no son significativas estadísticamente ($P=0.13$).

En el Cuadro N^o 2 se presenta la distribución de los casos positivos, por grupos de edad y sexo. En relación a la edad, a medida que ésta avanza, los porcentajes de positividad van

CUADRO N° 1

PREVALENCIA COMPARATIVA DE BOCIO ENDEMICO EN SIETE MUNICIPIOS DE CALDAS, DESPUES DE CONSUMO DE SAL YODADA. 1945 (1), 1952 (2) y 1965 (3)

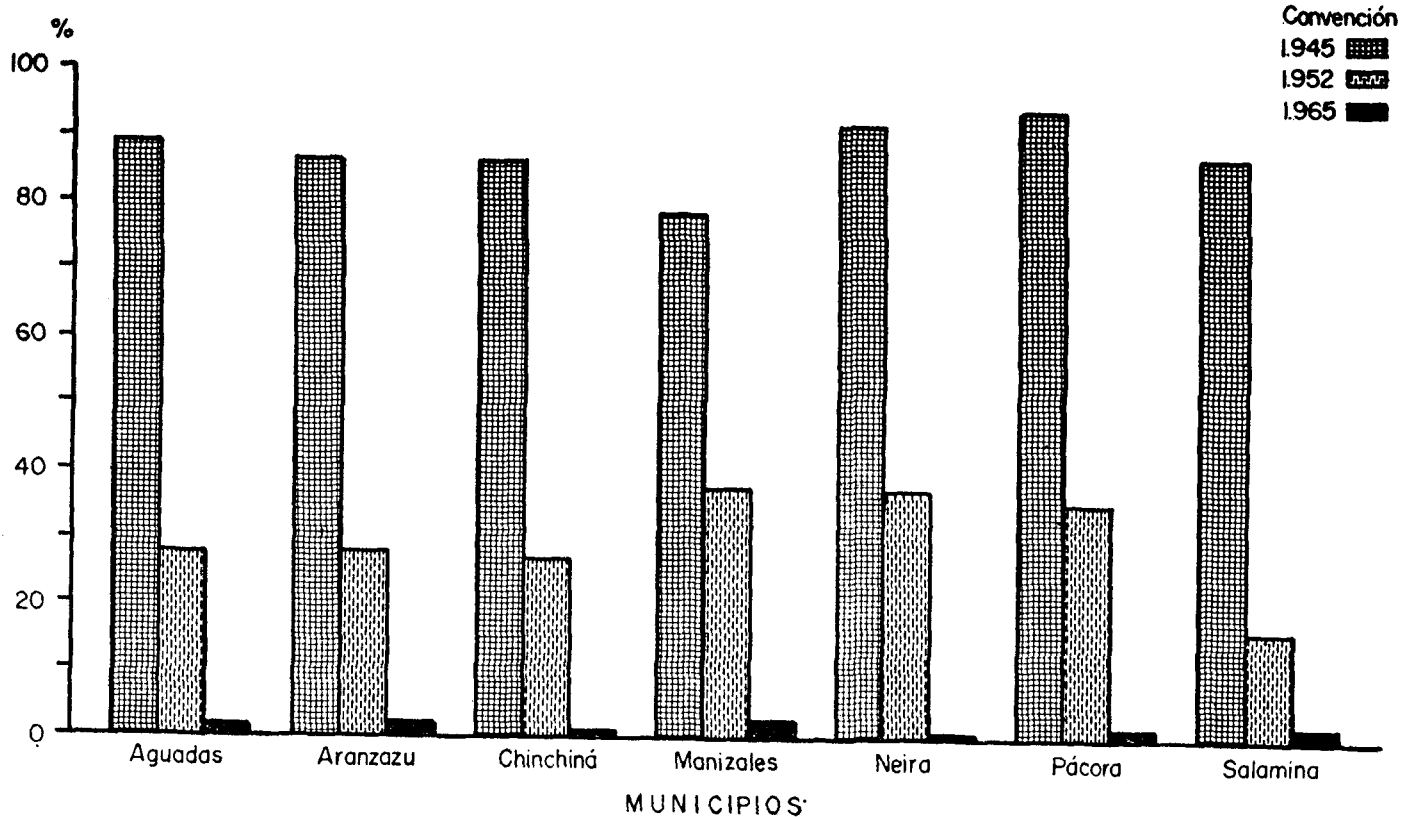
Municipios	1945			1952			1965				
	Examinados	Positivos	%	Examinados	Positivos	%	Examinados	Positivos Clasificación antigua	%	Positivos Clasificación de la OMS	%
Aguadas	1.067	958	89.8	618	174	28.2	980	15	1.5	6	0.6
Aranzazu	357	312	87.4	391	110	28.1	1.087	20	1.8	13	1.2
Chinchiná	503	431	85.7	649	178	27.5	1.059	7	0.7	3	0.3
Manizales	4.380	3.418	78.0	3.278	1.229	37.4	5.252	127	2.4	52	0.9
Neira	487	445	91.3	412	153	37.2	1.044	8	0.8	4	0.4
Pácora	656	614	93.5	901	317	35.2	1.048	19	1.8	12	1.1
Salamina	612	528	86.2	262	43	16.4	1.696	26	1.5	13	0.8
TOTAL	8.062	6.706	83.1	6.511	2.204	33.9	12.166	222	1.8	103	0.8

(1) Datos de la primera encuesta nacional de bocio.

(2) Datos después de dos años de consumo experimental de sal yodada.

(3) Datos después de tres años de consumo habitual de sal yodada, a escala nacional.

**GRAFICO N°1.- PREVALENCIA COMPARATIVA DE BOCIO ENDEMICO
EN SIETE MUNICIPIOS DE CALDAS, DESPUES DE CONSUMO DE SAL YODADA
1.945 (1), 1.952 (2) y 1.965 (3)**



(1) DATOS DE LA PRIMERA ENCUESTA NACIONAL DE BOCIO

(2) DATOS DESPUES DE 2 AÑOS DE CONSUMO EXPERIMENTAL DE SAL YODADA

(3) DATOS DESPUES DE 3 AÑOS DE CONSUMO HABITUAL DE SAL YODADA A ESCALA NACIONAL

CUADRO Nº 2

CASOS POSITIVOS DE BOCIO EN SIETE MUNICIPIOS DE CALDAS, SEGUN GRUPOS DE EDAD, SEXO Y CRITERIO CLINICO DE CLASIFICACION, Y PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL DE EXAMINADOS EN CADA GRUPO DE EDAD. ENCUESTA DE 1965.

Grupos de edad	EXAMINADOS		CLASIFICACION ANTIGUA				CLASIFICACION O.M.S.			
			NIÑOS		NIÑAS		NIÑOS		NIÑAS	
	Niños	Niñas	Positivos	%	Positivos	%	Positivos	%	Positivos	%
6 — 8	1.443	1.217	11	0.8	15	1.2	8	0.5	5	0.4
9 — 11	3.106	2.547	38	1.2	61	2.4	22	0.7	20	0.8
12 — 14	1.979	1.529	37	1.9	45	2.9	16	0.8	22	1.4
15 y más	239	106	4	1.7	11	10.4	3	1.2	7	6.6
TOTAL	6.767	5.399	90	1.3	132	2.4	49	0.7	54	1.0

CUADRO N° 3

CASOS POSITIVOS DE BOCIO EN SIETE MUNICIPIOS DE CALDAS, SEGUN SU INTENSIDAD, CRITERIO CLINICO DE CLASIFICACION Y PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL DE EXAMINADOS EN CADA MUNICIPIO.
ENCUESTA DE 1965

Municipios	Exami- nados	CLASIFICACION ANTIGUA						CLASIFICACION O.M.S.			
		UNA CRUZ		DOS CRUCES		TRES CRUCES		GRADO 1		GRADO 2	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Aguadas	980	9	0.9	3	0.3	3	0.3	3	0.3	3	0.3
Aranzazu	1.087	7	0.6	13	1.2	—	—	13	1.2	—	—
Chinchiná	1.059	4	0.4	3	0.3	—	—	3	0.3	—	—
Manizales	5.252	75	1.4	47	0.9	5	0.1	47	0.9	5	0.1
Neira	1.044	4	0.4	4	0.4	—	—	4	0.4	—	—
Pácora	1.048	7	0.7	12	1.1	—	—	12	1.1	—	—
Salamina	1.696	13	0.8	13	0.8	—	—	13	0.8	—	—
TOTAL	12.166	119	1.0	95	0.8	8	0.1	95	0.8	8	0.1

siendo mayores. Referente a sexo, la prevalencia es mayor en las niñas que en los niños, pero las diferencias sólo son significativas por la clasificación antigua.

El Cuadro N° 3 muestra los casos positivos de bocio, según su intensidad, medida por el tamaño de la glándula. La mayoría de los casos se clasificaron en Una cruz (+) y Dos cruces (++), de acuerdo con el criterio antiguo, y en Grado I, por el criterio de la OMS. Así, pues, la intensidad del bocio en la mayoría de los casos registrados fue bastante moderada.

Se estudió, además, la distribución de los casos positivos, diagnosticados por la clasificación antigua, según el número de años vividos en el municipio. En el Cuadro N° 4 puede observarse que un buen número de casos no siempre vivieron en el municipio donde fueron examinados; sin embargo, cabe

CUADRO N° 4
CASOS POSITIVOS DE BOCIO EN SIETE MUNICIPIOS DE CALDAS,
SEGUN AÑOS VIVIDOS EN EL MUNICIPIO
ENCUESTA DE 1965

Municipios	AÑOS VIVIDOS EN EL MUNICIPIO			
	Menos de 2	2 — 4	5 y más	Siempre (1)
Aguadas	—	1	—	14
Aranzazu	—	1	5	14
Chinchiná	2	—	1	4
Manizales	12	27	29	59
Neira	—	1	1	6
Pácora	1	2	1	15
Salamina	2	3	3	18
TOTAL	17	35	40	130

(1) Naturales del Municipio y que siempre han permanecido en éste.

mencionar que la mayoría de éstos, en el momento del estudio, llevaban más de dos años de residencia en el lugar. Sobre el total de 222 casos registrados en los 7 municipios, 27 (12.2%) procedían de otras localidades de Caldas y 40 (18.0%) de otros departamentos.

Se buscó, finalmente, alguna relación entre bocio y consumo de aguas diferentes al acueducto del municipio, encontrándose que la totalidad de los casos positivos se surtían de agua de acueductos municipales, cuyos análisis se dan a conocer más adelante.

2. Análisis de sal y agua.

En el Cuadro N° 5 se presentan los promedios de yodo y los porcentajes de humedad de las muestras de sal recolectadas en los municipios del estudio, según su procedencia. En relación a yodo, el promedio más alto, 40 p.p.m., correspondió a las muestras de las tiendas; las muestras de las casas urbanas y rurales dieron promedios de 29.7 y 36.7 p.p.m., respectivamente. Sólo la diferencia entre los promedios de las tiendas y las casas urbanas es significativa, con $P=0.02$. Si se tiene en cuenta que la sal sale de la Planta de Betania con un promedio de 62.1 p.p.m. de yodo (24), llama la atención la pérdida de yodo que ésta experimenta hasta llegar al consumidor.

En relación a humedad de la sal, los porcentajes fueron de 2.5%, 2.0% y 3.7% para las muestras de las tiendas, casas urbanas y rurales, respectivamente. Sólo la diferencia entre los porcentajes de las dos últimas es significativa, con $P=0.05$.

CUADRO N° 5
PROMEDIO DE YODO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DE SAL TOMADAS EN SIETE MUNICIPIOS DE CALDAS, SEGUN PROCEDENCIA DE LAS MISMAS, ENCUESTA DE 1965

Procedencia de las muestras	Número de muestras	Promedio de yodo p.p.m.	Porcentaje de humedad
Tiendas urbanas	18	40.0	2.5
Casas urbanas	18	29.7	2.0
Casas rurales	14	36.7	3.7

En el Cuadro N° 6 se muestra la relación entre niveles de humedad y p.p.m. de yodo. Como puede apreciarse, esta relación no resultó significativa en el presente estudio. La prueba de correlación fue, igualmente, negativa.

Conjuntamente con la recolección de la sal, se estudiaron los tipos de empaque o recipientes donde ésta era conservada. En el Cuadro N° 7 se presentan los promedios de yodo y los porcentajes de humedad, según estas características. Se observa que los promedios más altos de yodo fueron dados por las muestras de talegos de papel (42.8 p.p.m.), usados comúnmente en las tiendas, y por las empacadas en hojas de "congo" (semejantes a las de plátano) (39.2 p.p.m.), empleadas preferencialmente en las tiendas y en las casas rurales. Promedios relativamente bajos se encontraron en las muestras tomadas de recipientes de guadua (bambú), vidrio y aluminio, utilizados principalmente en las casas urbanas.

En relación a humedad, los porcentajes hallados en la mayoría de las muestras oscilaron entre 3.6% para las muestras empacadas en hoja de congo y 1.3% para la sal conservada en

CUADRO N° 6

RELACION ENTRE PORCENTAJES DE HUMEDAD DE LA SAL Y P.P.M. DE YODO. CALDAS. ENCUESTA DE 1965.

Humedad de la sal %	YODO EN LA SAL P.P.M.				Total
	— 20	20 — 29	30 — 39	40 y más	
— 1.0	—	3	2	7	12
1.0 — 1.9	2	4	2	2	10
2.0 — 2.9	2	2	1	9	14
3.0 — 3.9	1	1	3	—	5
4.0 y más	—	4	1	4	9
TOTAL	5	14	9	22	50

$\chi^2 = 20.48$; $N = 12$; $P = 0.06$

CUADRO N° 7

PROMEDIO DE YODO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DE SAL TOMADAS EN SIETE MUNICIPIOS DE CALDAS, DISTRIBUIDAS SEGUN EL TIPO DE EMPAQUE O RECIPIENTE DE DONDE SE TOMO LA MUESTRA. ENCUESTA DE 1965.

Tipo de empaque o recipiente	Número de muestras	Promedio de yodo p.p.m.	Porcentaje de humedad
Hoja de Congo (1)	20	39.2	3.6
Recipiente de guadua (2)	9	28.7	2.5
Talego de papel	7	42.8	1.3
Recipiente de aluminio	5	35.0	2.1
Recipiente de vidrio	4	18.7	1.3
Sacos de fique (3)	2	34.5	4.9
Otros empaques	3	38.0	1.5
TOTAL	50	34.7	2.6

(1) Similar a la hoja de plátano.

(2) Similar al bambú.

(3) Fibra obtenida de la hoja de pita (Agave Americana).

bolsas de papel y recipientes de vidrio. En dos muestras de sal empacadas en sacos de fique se halló una humedad de 4.9%.

Finalmente, se estudiaron algunos aspectos relacionados con la conservación misma de la sal. De las 50 muestras recolectadas, 32 fueron tomadas de recipientes abiertos, las cuales dieron un promedio de yodo de 33.8 p.p.m. y 2.4% de humedad; las restantes fueron tomadas de recipientes cerrados y dieron un promedio de yodo de 39.3 p.p.m. y 3.2% de humedad. Cabe destacar que sólo la diferencia entre los promedios de yodo resultó significativa. En las tiendas predominaron los recipientes cerrados, mientras que en las casas urbanas y rurales

predominaron los recipientes abiertos. Unas pocas muestras, 6 en total, se conservaban en lugares contiguos a estufas y fogones y, por tal motivo, recibieron calor irradiado de estos implementos. Estas muestras dieron un promedio de yodo de 27.7 p.p.m. y 2.3% de humedad.

Asimismo, durante la presente investigación, se tomaron muestras de agua de los acueductos de los siete municipios estudiados. Los resultados de los correspondientes análisis se presentan en el Cuadro N° 8. Llama la atención, por una parte, que las cifras de dureza y pH se encuentran dentro de los límites aceptables (25) y, por otra, la ausencia de yodo, tanto en forma de yoduro como de yodato.

CUADRO N° 8

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE AGUAS PROCEDENTES DE LOS ACUEDUCTOS DE LOS SIETE MUNICIPIOS DEL ESTUDIO. CALDAS. ENCUESTA DE 1965.

Municipios	pH	Dureza temporal CaCO ₃ p.p.m.	Dureza permanente CaCO ₃ p.p.m.	Dureza total CaCO ₃ p.p.m.
Aguadas	7.5	15	0	15
Aranzazu	6.8	19	0	19
Chinchiná	7.0	53	0	53
Manizales	6.8	25	12	37
Neira	7.5	29	0	29
Pácora	8.0	30	0	30
Salamina	8.0	51	0	51

NOTA: Los análisis de yoduro y yodato fueron negativos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La muestra de escolares examinados en cada municipio es suficientemente representativa. Anteriormente se anotó que, en relación a la población escolar activa (matriculada), se cubrieron porcentajes relativamente altos. En relación a la población total en edad escolar, de cada municipio, calculada para 1965, se cubrieron los siguientes porcentajes: Aguadas, 10.2%; Aranzazu, 21.8%; Chinchiná, 17.5%; Manizales, 9.1%; Neira, 20.4%; Pácora, 16.7%, y Salamina, 16.5%.

La reducción de la prevalencia de bocio, observada en todos los municipios del estudio, es verdaderamente dramática, hasta el punto de haber desaparecido la endemia como problema de salud pública (prevalencia menor del 1%).

Si se considera que el único factor nuevo introducido en estas comunidades, después de 1962, fue el yodo en la sal y que, como se verá más adelante, este vehículo está suministrando adecuadas cantidades de yodo, necesariamente ha de concluirse que el cambio observado se debe básicamente a esta importante medida de salud pública. No se estudió un grupo control, debido a la dificultad de precisar sitios del país donde no se consume sal yodada; sin embargo, los resultados del presente trabajo son tan concluyentes que no dejan duda de la efectividad de la sal yodada en el marcado descenso de la endemia.

Sobre edad y sexo no se hacen mayores comentarios, pues lo encontrado es precisamente lo que se ha observado con frecuencia en estudios similares (13, 26, 27), es decir, que el proceso afecta más a las mujeres que a los hombres, con máxima prevalencia en la edad de la pubertad. En esta edad, debido a los nuevos ajustes fisiológicos, aumentan las necesidades de yodo y cualquier situación desfavorable relacionada con la ingesta o utilización del mismo motiva el aumento de tamaño de la glándula tiroides (28).

Conjuntamente con la reducción de la prevalencia, se encontró una disminución en la intensidad del bocio, comparativamente con las encuestas de 1945 y 1952. Del total de positivos de la encuesta de 1965, el 96.4% se clasificó en el Grado I de la OMS. Esto indica que la yodación de la sal también jugó un papel fundamental en el descenso de la intensidad del proceso.

Los resultados de los análisis de la sal demostraron una pérdida de yodo del 36%, 52% y 41% para las muestras de las tiendas, casas urbanas y casas rurales, respectivamente, teniendo en cuenta el promedio de yodo obtenido en la Planta de Betania, que fue de 62.1 p.p.m., en los dos meses que precedieron al estudio (24). Se considera, sin embargo, que, a pesar de estas pérdidas, el contenido de yodo en la sal de consumo satisface las necesidades de la población por las razones que se exponen a continuación.

Aunque las recomendaciones diarias de yodo no han sido completamente definidas, la mayoría de los autores consideran que, para los adultos, ésta se encontraría entre los 100 y 300 microgramos; 100 mcgm. por día, según Greenwald (29) y el Comité de Nutrición de la British Medical Association; 100 a 200 mcgm. por día según Cantarow y Schepartz (30); 150 a 300 mcgm. por día según el U. S. National Research Council, Food and Nutrition Board (31).

En Colombia, según encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Nutrición, el consumo promedio de sal, per-cápita día, es de 15 gramos. De acuerdo con este consumo y los promedios de yodo encontrados en las muestras examinadas, la ingestión promedio de yodo per-cápita día, a nivel de las casas urbanas y rurales, sería de 445 y 550 mcgm., respectivamente, por esta fuente.

El Grupo de Estudio de la OMS reunido en Londres en 1952 recomendó que si el consumo diario de sal es de 10 gm. y la sal seca y pura, debe yodarse con yoduro de potasio a la concentración de 1 parte por 100.000. De acuerdo con esta recomendación se espera que cada persona reciba diariamente, por este medio, 100 mcgm. de yodo (32); la Tercera Conferencia sobre los Problemas de Nutrición en la América Latina, reunida en Venezuela en 1953, recomendó que la sal proporcionara diariamente cerca de 400 mcgm. de yodo y que la yodación máxima fuera de 1 parte por 10.000 y la mínima de 1 parte por 20.000 (33); el Seminario sobre Yodación de la Sal para la Prevención del Bocio Endémico, reunido en Salta, Argentina, en 1965, recomendó que la yodación máxima fuera de 1 parte de yodo por 10.000 y la mínima de 1 parte por 50.000 (34). Vemos, pues, que, a pesar de la pérdida anotada, la disponibilidad de yodo en la sal se encuentra por encima de las recomendaciones estimadas.

Es sabido que el yoduro de potasio puede oxidarse, dando lugar a la liberación del yodo que se sublima. Sin embargo, la humedad puede influir, también, en la pérdida del yoduro y en su distribución en la sal contenida en un recipiente, ya que algunos tipos de empaque, propensos a humedecerse (cartón, papel, fibra, etc.), absorben con el agua el yoduro. Asimismo, éste se concentra en mayor proporción en las capas inferiores de la sal húmeda. Sin embargo, es posible que no se encuentre una relación inversa entre humedad y contenido de yodo en la sal, ya que puede existir, dependiendo del tipo de empaque y de los factores ambientales que han actuado previamente al análisis, las variables de yodo bajo y humedad baja o yodo alto y humedad alta, los cuales podrían explicar que en el presente trabajo no se haya encontrado una relación inversa entre humedad y contenido de yodo en la sal.

Se buscó, además, la relación entre los promedios de yodo y humedad y los sistemas empleados para el empaque y la conservación de la sal. En relación a yodo, los promedios más altos se encontraron en las muestras tomadas de sacos de 50 kilos de varias capas de papel y las hojas de congo. Estos empaques presentan una pared compacta que parece proteger la sal de la humedad. Las muestras tomadas de los recipientes empleados usualmente en las casas para conservar la sal (frascos de vidrio, ollas de aluminio, recipientes de guadua, etc.) dieron promedios relativamente bajos de yodo. Estos recipientes se mantenían abiertos en la mayoría de los casos, favoreciendo en esta forma los procesos de absorción y evaporación de agua con posible pérdida de yodo. Ya se anotó cómo las muestras tomadas de recipientes abiertos dieron promedios igualmente bajos de yodo.

Por último, debe mencionarse como factor de pérdida del yodo el hecho ya demostrado de la menor estabilidad del yoduro en comparación con otros compuestos afines (35).

RECOMENDACIONES

1. Los resultados del presente estudio se refieren solamente a siete municipios del Departamento de Caldas; sin embargo, dan bases para asumir que toda la población colombiana está recibiendo actualmente un notable beneficio con la yodación de la sal de la Planta de Betania y su control y supervisión permanentes por el Instituto Nacional de Nutrición,

por lo cual se recomienda que el programa de yodación de la sal de Betania y su control a nivel del consumidor se continúe y se extienda a las otras salinas terrestres y marítimas actualmente en explotación en el país.

2. Con el objeto de confirmar los beneficios del programa a escala nacional, se recomienda que el Instituto Nacional de Nutrición y el Ministerio de Salud Pública realicen, en un futuro próximo, una nueva encuesta nacional de bocio que permita comparar sus resultados con los obtenidos en 1945.

3. Teniendo en cuenta que se desconoce actualmente, para todo el país, la disponibilidad real de yodo en la sal a nivel del consumidor, se recomienda la realización de un estudio complementario del primero sobre el contenido de yodo en la sal en zonas urbanas y rurales representativas del país.

4. Considerando que la yodación de la sal de Betania se realiza con yoduro de potasio, compuesto menos estable que el yodato; y, asimismo, que los hallazgos del presente estudio indican pérdidas considerables de yodo a nivel del consumidor, se recomienda la realización de una tercera investigación complementaria para comparar las pérdidas de yodo en estos dos productos expuestos a diversos tipos de empaque comúnmente utilizados en el país, y estudiar, además, los costos comparativos de yodación efectiva con estos dos productos teniendo en cuenta, en cada caso, el yodo realmente disponible a nivel del consumidor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Dr. Horacio Parra por la valiosa colaboración y asesoría prestada durante la planeación y ejecución de este estudio. De igual manera, dejan constancia de su reconocimiento por su ayuda y contribución en las diversas fases del estudio, a las siguientes personas: funcionarios de las Secretarías de Salud, Educación y Gobierno de Caldas; profesores y alumnos de las escuelas seleccionadas para adelantar el trabajo; funcionarios del Laboratorio y de la Sección de Estadística del Instituto Nacional de Nutrición.

SUMMARY

This work reviews the problem of endemic goiter in Colombia and salt iodization process, carried out by the "Concesión de Salinas" (Salt Mines Concession), under the supervision of the National Institute of Nutrition.

The results of an endemic goiter survey made during October 1965 are presented. This survey included school children in seven communities in the State of Caldas, after three years of effective salt iodization, on a national scale.

A combined criteria of classification were used; this will allow: first, a comparison of the results obtained through the 1945 and 1952 surveys, and second, a reference point for further investigations, according to WHO classification.

The goiter survey of the seven communities showed a significant reduction of the endemia. The goiter prevalence was found to be 1.8%, according the former criteria for classification, and 0.8%, according the WHO criteria; as compared with the previous prevalences of 83.1% and 33.9% found in 1945 and 1952, respectively.

The drop in the prevalence registered in 1952, was the result of two years of experimental consumption of iodized salt in these localities. However the reduction of the goiter prevalence to less than 1%, that was recently obtained at these communities as a result of salt iodization for national consumption, allows the assumption that endemic goiter, as a public health problem in Colombia, is being firmly overcome.

Salt samples taken at grocery stores and in urban and rural homes were examined in regard to iodine and moisture content, as well as, for different types of packing systems used for salt storage. Average iodine content corresponding to grocery stores and rural and urban homes, was found to be 40, 30 and 37 p.p.m., respectively. Moisture percentages were, in the same order, 2.5%, 2.0% and 3.7%.

Bearing in mind that average iodine in processed salt in the Betania plant during the month preceeding that of the survey was found to be 62 p.p.m., salt showed an iodine loss between 36% to 52%; it seems that an iodine loss is due to the lesser stability of potassium iodide in certain types of packing, and due to the systems used for salt storage at the consumer's level.

It is considered, however, that salt is furnishing iodine in sufficient amounts to satisfy the population's needs; as, based upon its average per capita day consumption of 15 gm. of salt, the population of the surveyed communities should be now receiving, in urban and rural areas, an average per capita day of 445 and 550 mcgs. of iodine. Such amounts surpass the recommendations for this nutrient.

REFERENCIAS

1. Aguado, P., Fray.—*Recopilación Historial Resolutoria de Santa Marta y el Nuevo Reino de Granada de las Indias del Mar Océano*. 1568. Imprenta Nacional, Bogotá, 1956.
2. Mutis, J. C.—“Reflexiones sobre la enfermedad que vulgarmente se llama coto”. *Papel periódico de Santa Fé de Bogotá*. N° 137:699, Santa Fe de Bogotá, 1794.
3. Caldas, F. J.—“El influjo del clima sobre los seres organizados”. *Semanario del Nuevo Reino de Granada*. *Santa Fé de Bogotá*. 1802, Biblioteca de Cultura Popular, Editorial Kelly, Bogotá, 1942.
4. Gil de Tejada, V.—“Memoria sobre las causas, naturaleza y curación de los cotos en Santa Fé”. *Rev. Soc. Colombiana Endocrinología* (1): 83-98 Dic. 1955, Bogotá.
5. Fernández de Madrid, J.—“Sobre la naturaleza, causas y curación del coto”. *Semanario del Nuevo Reino de Granada*. Memoria 2:8, Santa Fé de Bogotá, 1810.
6. Córdoba, J. F.—“Memorias sobre la naturaleza, causas, verdadera teoría y mejor método curativo del coto”. Imprenta de la Universidad. Bogotá, 1834.
7. Ucrós Cuellar, Antonio.—“Consideraciones histórico-endémicas del coto en Colombia”. *Unidia Suplemento* N° 1, pág. 1-60. Bogotá, Diciembre de 1960.
8. Socarrás, José Francisco.—“Coto y Cretinismo en Colombia”. *Anales de Economía y Estadística*. Revista de la Contraloría General de la República. Tomo V, N° 18. Pág. 65. Bogotá, 1945.
9. Ucrós Cuellar, A., y otros.—“Estado actual de la endemia del bocio en Mariquita (Colombia)”. *Revista Unidia* 10 (1): 1. Bogotá, 1963.
10. Saavedra Bayer, H.—*Estudio epidemiológico del bocio simple en la providencia de Guaduas*: Tesis de grado. Universidad Nacional. Bogotá, 1945.
11. Parra, H.—“Simple Goiter in Colombia”. *Amer. J. Publ. Health*, 38, 820, 1948.
12. Parra, H.—“Bocio simple en Colombia y yodización artificial de la sal”. Instituto Nacional de Nutrición, Bogotá. *Revista Colombiana de Pediatría*, 9, 176, Bogotá, 1948.
13. Parra, H.—“Coto simple en la población escolar colombiana”. *Anales de la Sociedad de Biología*, 3, 163, Bogotá, 1948.
14. Góngora y López, J.; Young, Iregui, B.—“Bocio simple y sal yodada en Colombia”. *Rev. Hig.*, 24, 291-328, 1950.
15. Boussingault, M.—“Memoria sobre las salinas yodíferas de los Andes”. *Viajes científicos a los Andes Ecuatoriales*. Traducción de J. Acosta. París, Laserre, editor, 1949.
16. Góngora y López, J.; Mejía Caicedo, F.—“Dos años de tratamiento del bocio simple con sal yodada en el Departamento de Caldas”. *Medicina y Cirugía (Colombia)*, 16: 357-371, 1952.
17. Rueda-Williamson, R.; Mondragón, E.—“La yodización de la sal en Colombia”. Bogotá, mimeógrafo. Instituto Nacional de Nutrición. Publicación DIR-65-23, 1965. Presentado al Seminario sobre Yodización

- de la Sal para la Prevención del Bocio Endémico, reunido en Salta, Argentina, 1965.
18. ICNND. Colombia Nutrition Survey. May-August 1960. Bethesda, Md. December 1961.
 19. Instituto Nacional de Nutrición.—“Protocolo del proyecto de investigación para determinar la efectividad, a nivel del consumidor, del proceso de yodización de la sal por la Planta de Betania de Zipaquirá”. Mimeógrafo. Instituto Nacional de Nutrición. Publicación DIR-65-11, 1965.
 20. Pérez, C.; Scrimshaw, N.; Muñoz, A.—“Técnica de las encuestas sobre bocio endémico”. OMS. Serie de Monografías, N° 44, 399-414, 1961.
 21. A.O.A.C.—*Methods of Analysis*, 461, 1960.
 22. “Método estandar para examen de aguas y aguas de desecho”. 461, 1963.
 23. “Método estándar para examen de aguas y aguas de desecho”. 46, 132, 1963.
 24. Banco de la República.—“Informe suministrado al Instituto Nacional de Nutrición sobre los promedios de yodo de la sal en el segundo semestre de 1965”.
 25. “International Standard for Drinking Water”. 28, 1960.
 26. Mustard, H. S.; Waring, J. I.—“Thyroid enlargement; occurrence in school children in Rutherford County, Tennessee”. *J. Amer. Med. Ass.*, 88, 714, 1927.
 27. Cabezas, A.; Pineda, T.; Scrimshaw, N.—*Amer. J. Public Health*, 43, 265, 1953.
 28. Hazard, J. B.—“Endemic Goiter. VI. Pathogenesis”. *Fed. Proc.*, 17 (Suplement N° 2): 95-99, 1958.
 29. Greenwald, I.—*Amer. J. Clin. Nutr.* 3:215, 1956.
 30. Cantarow, A.; Schepartz, B.—*Biochemistry*. Ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 641, 1952.
 31. National Research Council.—“Recommended Dietary Allowances”. Washington, D. C., 1964.
 32. OMS.—“Study Group on Endemic Goiter”, final report. *Bull. Wld. Hlth Org.* 9, 293-301, 1953.
 33. FAO.—“Informe de la Tercera Conferencia sobre los Problemas de Nutrición en la América Latina”. Serie de Informes, N° 8, 1953.
 34. OPS/OMS.—“Seminario sobre Yodización de la Sal para Prevención del Bocio Endémico”. Salta, Argentina, 1965.
 35. Kelly, F. C.—*Bull. Wld. Hlth. Org.*, 9, 217, 1953.