

# EFICACIA DEL ENRIQUECIMIENTO DE LA SAL CON PREPARADOS DE YODO, COMO MEDIO DE PREVENCION DEL BOCIO ENDEMICO<sup>1</sup>

Dr. Romeo de León Méndez<sup>2</sup>

*La sal yodada, en las concentraciones usadas en América Latina para prevenir el bocio, es de eficacia reconocida. Deben sin embargo establecerse sistemas de control del producto, según las características de cada país o región.*

## Introducción

En el campo de la salud pública existen ciertos problemas cuyas causas y efectos nocivos son de conocimiento general. Sin embargo, estos parecen haber quedado relegados al olvido o bien no se les ha dado la debida importancia. En el caso del bocio endémico, por ejemplo, la historia demuestra palpablemente que a través de toda una centuria, en más de una ocasión se han menospreciado hipótesis y medios profiláticos para prevenirlo. Cuando Chatin (1) sentó su hipótesis de una correlación entre el bocio endémico y la deficiencia de yodo en el medio ambiente, ésta, como nos lo recuerda Salter (2), no fue acogida inmediatamente sino que transcurrieron casi 20 años antes de que fuese aceptada (3).

Es comprensible que en la segunda mitad del siglo XIX y en los primeros años del actual, las diversas teorías fuesen rechazadas por falta de comprobación adecuada. Los trabajos de Marine y Kimball (4, 5) confirmaron plenamente la asociación entre el bocio endémico y la deficiencia de yodo; sin

embargo, aun hoy día son pocos los países que cuentan con programas de profilaxis contra el bocio endémico.

La enumeración de los diversos trabajos que señalan la asociación entre la deficiencia de yodo y el bocio endémico sería una tarea larga y tediosa, cuyas citas bibliográficas por sí solas cubrían muchas páginas. Por esta razón nos ha parecido más oportuno hacer referencia sólo a las conclusiones a que han llegado algunos grupos de técnicos en la materia.

La Subcomisión del Bocio del Consejo de Investigaciones Médicas de Gran Bretaña emitió, en 1944, un pronunciamiento relacionado con la etiología del bocio endémico (6), que textualmente dice:

La causa inmediata del bocio simple es el hecho de que el tiroides no puede obtener una aportación de yodo suficiente para mantener su estructura y función normales.

Este concepto fue adoptado por el Grupo de Estudio de la OMS sobre el Bocio Endémico que se reunió en Londres en diciembre de 1952 (7). Más tarde, en la Tercera Conferencia sobre los Problemas de Nutrición en la América Latina que se llevó a cabo en Caracas, en 1953, se aprobaron los conceptos vertidos por el Subcomité de Expertos de Gran Bretaña (8). Asimismo, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Nutrición, reunido en Roma en 1955, confirmó

<sup>1</sup> Tercero de una serie de artículos basados en documentos de trabajo presentados al Seminario sobre Yodación de la Sal para Prevención del Bocio Endémico, realizado en Salta, Argentina, del 21 al 26 de junio de 1965. Otros trabajos aparecieron en el Boletín de enero de 1966, págs. 28-38, y febrero de 1966, págs. 139-143, respectivamente.

<sup>2</sup> Jefe del Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala.

de nuevo la etiología del bocio como debida a la deficiencia de yodo (9). Finalmente, en la Conferencia sobre Beriberi, Bocio Endémico e Hipovitaminosis A que se celebró en Princeton, Nueva Jersey, E.U.A., en 1958, auspiciada por los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de América, no se expresó ninguna objeción en cuanto al hecho de atribuir la causa del bocio endémico a la deficiencia de yodo (10).

Sin embargo, es pertinente señalar que desde el punto de vista epidemiológico, además del agente causal existen factores propios del huésped, así como del medio ambiente, que también pueden desempeñar un papel no menos importante en la etiología del bocio, como lo han señalado destacadas autoridades en el campo de la nutrición (11, 12). Quizá debido a esta razón un conocido científico dudó del papel que desempeña el yodo en la etiología del bocio endémico (13, 14). No obstante, casi al mismo tiempo que este investigador trataba de objetar las propiedades profilácticas del yodo en la prevención del bocio, sus argumentos eran rebatidos (15).

Pese a toda la evidencia existente, el análisis del problema en la actualidad revela que, aun cuando se trata de una de las deficiencias más difundidas en todo el mundo, que no respeta raza, clima, ni otras características del ser humano, como lo ha indicado Scrimshaw (16) y lo confirma plenamente el extenso trabajo de Kelly y Snedden (17), es muy poco el progreso obtenido en la erradicación del bocio.

Según las pruebas que se presentan más adelante, es indudable que el medio profiláctico más práctico, efectivo y económico de prevenir el bocio endémico es el enriquecimiento de la sal con compuestos a base de yodo.

En algunos países se han utilizado otros vehículos para este fin. Tal es el caso de los Países Bajos, donde antes de la Segunda Guerra Mundial se aplicó yodo al agua como medida profiláctica, con resultados halagadores (18). No obstante, dicho método ha

sido abandonado y en la actualidad se está utilizando como vehículo el pan, alimento que se prepara con sal yodada. En ciertas regiones de otros países se ha puesto en práctica el consumo de caramelos que contienen yodo, y los resultados han sido benéficos (19, 20). Sin embargo, en nuestra opinión, este sistema es menos recomendable desde el punto de vista de la tecnología del enriquecimiento. Por último, en otras regiones se ha recomendado la distribución de sales de yodo a grupos vulnerables de población, pero de nuevo este método es, a nuestro juicio, costoso y poco eficaz.

La presentación de este trabajo está motivada por dos propósitos: 1) dar a conocer los resultados obtenidos en diversas regiones del mundo valiéndose de la sal enriquecida mediante preparados con yodo, y 2) demostrar la eficacia del procedimiento en la profilaxis del bocio endémico. Es importante analizar antes, sin embargo, algunos aspectos relacionados con los niveles de yodación de la sal, así como con los compuestos que se utilizan en dicho procedimiento. Ciertos comentarios relativos a los sistemas de control de la sal enriquecida son pertinentes, puesto que de tales sistemas depende la eficacia de un programa de yodación de la sal. Con el propósito de evitar conceptos erróneos con respecto a este asunto, se incluye, asimismo, una breve reseña de la literatura médica disponible sobre el tema, que corrobora la inocuidad del yodo en las concentraciones empleadas para el enriquecimiento de la sal.

#### Niveles de yodación de la sal

Una rápida revisión de los niveles de enriquecimiento usados en diversos países (cuadro 1) revela las grandes diferencias que existen en varios de ellos.

Según revelan estos datos, hay grandes divergencias con relación a los niveles de yodación adoptados por cada país. Es igualmente notorio que, en general, estos niveles son más altos en los países americanos que en los europeos.

CUADRO 1 — Niveles de enriquecimiento de la sal con preparados de yodo que se utilizan en diferentes países.\*

País	Nivel de yodo	Compuesto
Estados Unidos de América.....	1 en 10.000	IK
Canadá.....	1 en 10.000	IK o INA
Nueva Zelandia.....	1 en 20.000	IK o INA
Argentina.....	1 en 30.000	IK o IO <sub>3</sub> K
México.....	1 en 66.000	IO <sub>3</sub> K
Inglaterra y País de Gales (toda la sal).....	1 en 100.000	IK
Inglaterra y País de Gales (sal de mesa).....	1 en 40.000	IK
Suiza.....	1 en 100.000	IK o INA
Países Bajos.....	1 en 100.000	IK
Italia.....	1 en 100.000	IK
Yugoslavia.....	1 en 100.000	IK
Polonia.....	1 en 200.000	IK
Guatemala.....	1 en 10.000/15.000	IO <sub>3</sub> K

\* Tomado en parte de Matovinović y Ramalingaswami (21).

El Grupo de Estudio de la OMS sobre el Bocio Endémico en su reunión en Londres en 1952 (7), recomendó como nivel aconsejable para yodar la sal, la concentración de una parte de yodo por 100.000 partes de sal. Por otro lado, en la Tercera Conferencia sobre los Problemas de Nutrición en la América Latina, se acordó que en los países latinoamericanos el nivel de yodación debería oscilar entre una parte de yodo por 10.000 de sal y una por 20.000 (8). Con el fin de aclarar estas discrepancias, es conveniente analizar los principales factores que pueden intervenir en el aumento de los requerimientos orgánicos de yodo, todos los cuales deben tenerse en cuenta para establecer el nivel más adecuado de yodación de sal en un país o región determinados. De acuerdo a Matovinović y Ramalingaswami (21), para ello deben considerarse los siguientes factores: a) los requerimientos de yodo del organismo; b) la intensidad de la deficiencia de yodo; c) la existencia de factores bocígenos, y d) el consumo diario *per capita* de sal.

En cuanto a las necesidades fisiológicas de yodo, la revisión de la literatura al respecto revela ciertas diferencias. En efecto, Greenwald (13) y el Comité sobre Nutrición de la Asociación Médica Británica (22), consideran que los requerimientos diarios

del adulto son de 100 microgramos. Por otra parte, el Consejo de Alimentos y Nutrición de la Academia Nacional de Ciencias, Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos de América (23), fundado en estudios de excreción urinaria, considera que los requerimientos son de alrededor de 150 µg diarios. La Tercera Conferencia sobre los Problemas de Nutrición en la América Latina fijó estos en la cifra de 400 µg (8). Debe tenerse en cuenta que todas estas recomendaciones son para el adulto, y que los requerimientos aumentan en ciertos estados fisiológicos tales como durante el crecimiento, el embarazo y la lactancia.

En relación con la intensidad de la deficiencia, el problema se hace más complejo puesto que no basta tomar como base un hecho aislado, como sería el criterio clínico de la prevalencia del bocio. Por el contrario, para comprender el grado de intensidad de esa deficiencia hay que analizar una serie de factores, entre los cuales cabe citar los hábitos alimentarios de la población, el contenido de yodo en el agua, los alimentos y los suelos; además, se impone un análisis completo del contenido de sales de calcio en el agua, etc. Esta investigación debe complementarse con estudios clinicofisiológicos en la población, en el curso de los cuales sería conveniente efectuar diversas pruebas

metabólicas, por ejemplo, la excreción urinaria de yodo  $I^{131}$  en 24 horas. Como Follis demostró recientemente (24), sería igualmente provechoso el análisis de una muestra de orina utilizando la relación de excreción de yodo/creatinina, como un índice más práctico para evaluar la excreción de yodo en 24 horas y, de esa manera, conocer la ingesta de ese mineral en la población. El estudio de pruebas de presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  por el tiroides, y el cálculo aproximado de la liberación de hormona tiroidea a través de métodos indirectos, como los estudios que Stanbury y colaboradores efectuaron en la Argentina (25), también serían oportunos.

Otro factor importante es la cantidad de sal consumida diariamente. El Grupo de Estudio de la OMS sobre el Bocio Endémico, ya citado (7), estimó que el consumo promedio era de 10 g *per capita* por día. Sin embargo, destacó la necesidad de hacer los reajustes del caso llegado el momento de conocerse el consumo adecuado de una población.

La presencia de factores bocígenos en el medio ambiente constituye también un elemento importante que considerar al establecerse el nivel óptimo de yodación. El papel bocígeno de algunos vegetales (26) y de ciertas leguminosas (27), así como el efecto de la dureza del agua (28), son hechos de conocimiento general, aun cuando no quedaron del todo definidos en la Conferencia de Princeton (10). Además, es necesario conocer la existencia de ciertas deficiencias en la nutrición, como lo señala el caso de la asociación del bocio endémico con la deficiencia de vitamina A (29), observación que, sin embargo, como lo manifiesta Scrimshaw (30), no ha sido confirmada en Guatemala. Tampoco deben olvidarse los hallazgos de Clements y Wishart en Tasmania (31), reveladores de que el efecto bocígeno observado por ellos en ese lugar se transmitía, al parecer, a través del consumo de leche proveniente de ganado que se alimentaba de ciertos pastos en algunas épocas del año. Otro caso similar ha sido descrito en Finlandia (32).

Todos los factores precedentes justifican las amplias diferencias en lo que se refiere a los niveles de yodación de la sal adoptados por diversos países. En los de América Latina, por ejemplo, a causa de la existencia de factores bocígenos—muchos de ellos poco conocidos pero de indudable valor—se han establecido niveles más altos. Por otro lado, es de interés subrayar el hecho de que en Latinoamérica en muchas ocasiones se han encontrado sales cuyo contenido de yodo es elevado. Así, por ejemplo, Arroyave y colaboradores (33) notificaron que a partir del análisis de sal natural extraída del mar, algunas muestras acusaban niveles hasta de una parte de yodo por 100.000 de sal, hecho que comprueba que las concentraciones utilizadas en Europa no serían eficaces en ciertos lugares de América Latina. En consideración a lo expuesto, la Tercera Conferencia sobre los Problemas de Nutrición en la América Latina recomendó que los niveles óptimos de yodación deberían fluctuar entre una parte de yodo por cada 10.000 a 20.000 partes de sal, y que cuando prevalecieran factores bocígenos conocidos, debería emplearse la concentración máxima de una parte de yodo por 10.000 de sal.

#### Compuestos utilizados para enriquecer la sal

Las sales de yodo que más se utilizan son los yoduros de sodio o de potasio, y el yodato de potasio. Clásicamente y hasta hace más o menos 10 años, los yoduros eran los compuestos de mayor uso. No obstante, el enriquecimiento de sales no refinadas o expuestas a condiciones ambientales de humedad, luz solar excesiva, calor e impurezas propias del producto, con compuestos de yoduro, presentaba ciertos problemas puesto que esas condiciones ocasionaban pérdidas apreciables de yodo; este hecho fue demostrado por Kelly y Snedden (17) según lo atestigua un artículo de revisión sobre dicho aspecto. Además, hay que tener presente que el enriquecimiento de la sal con yoduros requiere la adición de estabilizadores químicos de tipo alcalino.

Todos estos problemas hacían casi imposible un programa de yodación de la sal en los países en vías de desarrollo. Sin embargo, gracias a las experiencias de Stackpole en México (34), y de Arroyave y sus colaboradores, en Guatemala (35), se ha logrado comprobar las ventajas que ofrece el yodato de potasio para yodar los tipos de sal que comúnmente se consumen en América Latina; una de las ventajas es que en los medios tropicales este compuesto es mucho más estable que el yoduro. Murray (36), por otro lado, en sus investigaciones con dos tipos de animales de laboratorio encontró que la toxicidad de los yodatos es sumamente baja. En este sentido estimamos de mucha importancia los estudios de Scrimshaw y colaboradores (37) en escolares de Guatemala y de El Salvador, por medio de los cuales dichos investigadores comprobaron que el yodato de potasio era igualmente eficaz que el yoduro de potasio para reducir el bocio endémico. Para fines prácticos de yodación hay que tener en cuenta, sin embargo, que el contenido de yodo en el yodato es de 59,3%, mientras que en el yoduro dicha concentración alcanza a 76,4 por ciento.

#### Evaluación de los resultados de la yodación de la sal en algunas regiones o países

En este capítulo se resumen los principales trabajos de evaluación de que da cuenta la literatura referente a la yodación de la sal como medio profiláctico en la lucha contra el bocio endémico. En su orden se analizan los países siguientes: la Argentina, Colombia, España, los Estados Unidos de América, Guatemala y Suiza. La evaluación de los resultados obtenidos en dichos países manifiesta nuevamente los beneficios de un programa de yodación de la sal.

#### Argentina

Los hallazgos que se comentan a continuación se basan en una serie de estudios realizados en la Provincia de Mendoza. En dicha región se comprobó, a través de in-

vestigaciones clínicas (38) y metabólicas (25), una elevada prevalencia de bocio endémico, causada por la ingesta insuficiente de yodo en la dieta. Fundado en estos antecedentes, con fecha 12 de mayo de 1953, el Gobierno de Mendoza promulgó la Ley No. 2112, la cual obligaba a yodar la sal en la proporción de 1:30.000. Para evaluar las repercusiones de esta medida, en 1959 Perinetti y colaboradores (39) procedieron a efectuar la serie de pruebas fisiológicas que se detallan en la sección siguiente. Es importante destacar que hoy día el 90% de toda la sal consumida por la población es yodada.

*Ensayos de presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  por el tiroides, y mediciones de la excreción urinaria de este isótopo.* La prueba de presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  fue practicada en 1959 en 120 pacientes eutiroideos, con bocio, mediante determinaciones a las 24 y a las 48 horas de su administración, adoptándose la más alta de las determinaciones. Luego, los resultados se compararon con los obtenidos en un grupo de 103 individuos de la misma región, con bocio eutiroideo, que habían sido investigados por Stanbury y otros (25), en 1951, época en la que aún no existía el programa de enriquecimiento de la sal. En el cuadro 2 se aprecian los valores promedio de ambos grupos.

Las curvas de distribución de los individuos investigados, previamente a la yodación y después de esta, se dan a conocer en la figura 1. El cambio radical operado es evidente.

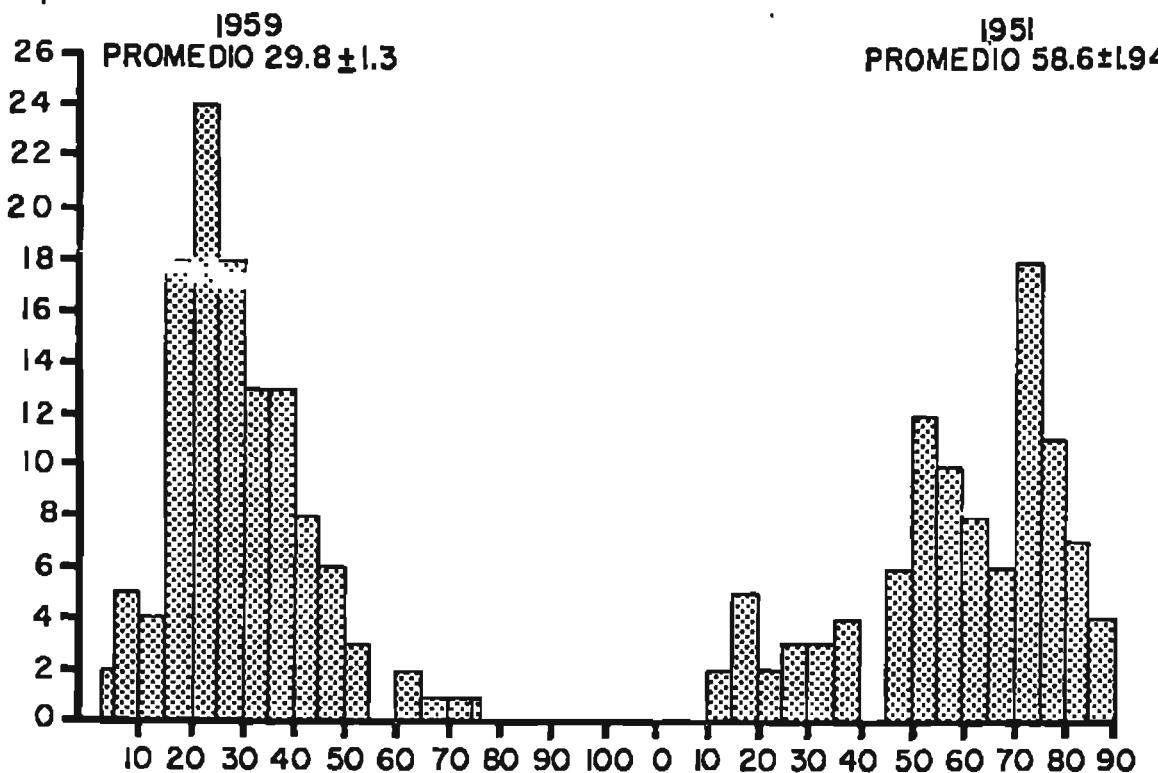
Las pruebas de excreción de yodo radiactivo  $I^{131}$  a que se sometieron los pacientes

CUADRO 2 — Valores promedio en la presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  en pacientes con bocio eutiroideo, examinados en Mendoza, Argentina, en 1951 (antes de la yodación) y en 1959 (después de la yodación) (25).

Expresados en porcentajes

Año	Valores promedio	Desviación estándar	Modal	Amplitud
1951	58,6	1,94	70,0-74,9	11,2-88,8
1959	20,8	1,30	20,0-24,9	2,7-77,0

FIGURA 1 — Resultados de las pruebas de presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  en Mendoza, Argentina, antes (1951)<sup>a</sup> y después de la introducción de la sal yodada (1959)<sup>b</sup> (expresados en porcentajes).



<sup>a</sup> Fuente: Stanbury *et al.*, (25).

<sup>b</sup> Fuente: Perinetti *et al.*, (39).

después de hacerse obligatorio el consumo de sal yodada, y las cuales corresponden al mismo grupo en que se hicieron las determinaciones de presa de yodo radiactivo  $I^{131}$ , dieron valores promedio de excreción de 51,3 %, una modal comprendida entre 50,0 y 54,9 %, y una amplitud de variación de 3,5 a 88,5 por ciento. Estos resultados indican claramente una relación inversa entre la presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  por el tiroides y la excreción de dicho isótopo en la orina (figura 2).

*Ensayos de excreción urinaria de yodo  $I^{131}$ .* El análisis de los resultados de las pruebas de excreción de yodo  $I^{131}$  en la orina practicadas en 1951, en contraste con los obtenidos en 1959, en las que se utilizaron 25 y 26 pacientes, respectivamente, reveló, según señalan los autores, que en 1951 el promedio de excreción en 24 horas fue de 23,5  $\mu$ g, mientras que en 1959 dicho promedio alcanzó a 155,2  $\mu$ g en 24 horas. No fue posible comparar otras medidas (promedio, desviación estándar y amplitud) en vista

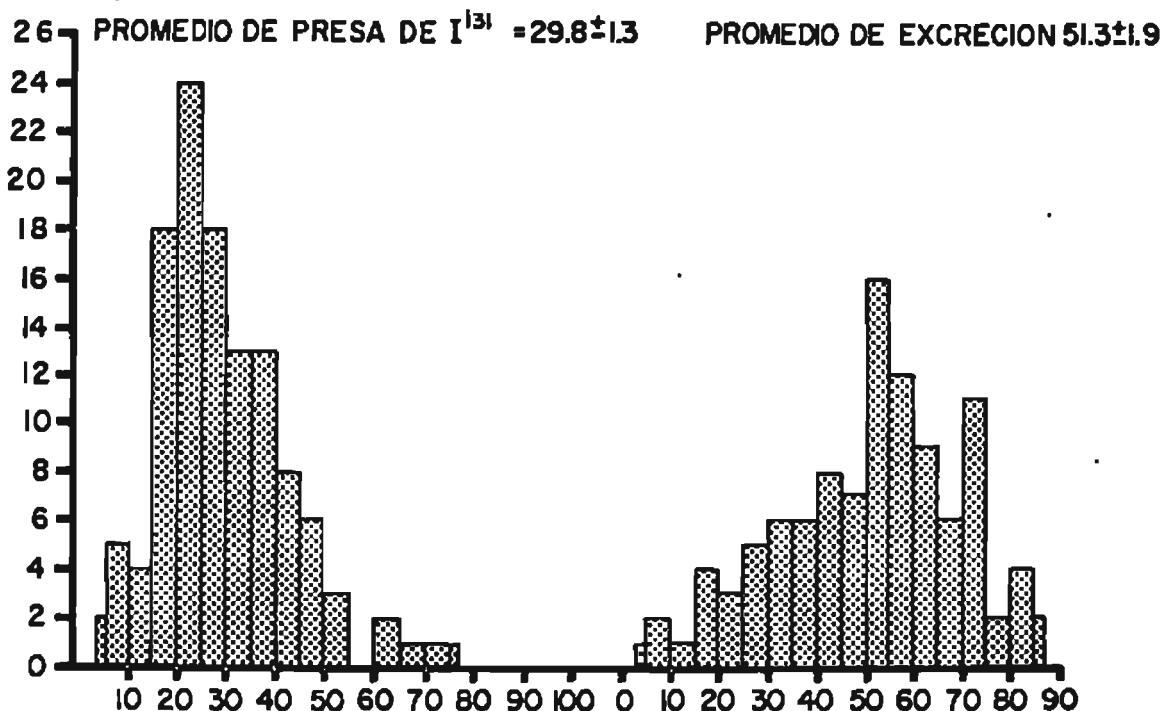
de que los datos de 1951 fueron presentados en forma diferente. Sin embargo, las diferencias entre los valores promedio son de tal magnitud que dejan lugar a poca duda en lo que respecta a su significado estadístico.

Los autores también calcularon aproximadamente la secreción diaria de hormona tiroidea, utilizando el método indirecto descrito por Stanbury y colaboradores (25), y compararon los resultados obtenidos antes y después de la introducción de la sal yodada. Sugirieron, basados en sus hallazgos, que existe cierto mecanismo de compensación para el déficit en la ingesta de yodo.

*Comentarios.* Esta fue la primera vez que —hasta donde se tiene conocimiento— se utilizó una metodología de tal naturaleza para evaluar un programa de yodación de la sal. En nuestro criterio, este tipo de valoración, unido a la evaluación clínica y, de ser posible, patológica, debería usarse en el futuro para demostrar categóricamente las ventajas de la adición de yodo a la sal.

FIGURA 2 — Resultados de pruebas de presa y excreción de yodo radiactivo  $I^{131}$  en Mendoza, Argentina, después del consumo de sal yodada\* (expresados en porcentajes).

FRECUENCIAS



\* Fuente: Perinetti *et al.* (38).

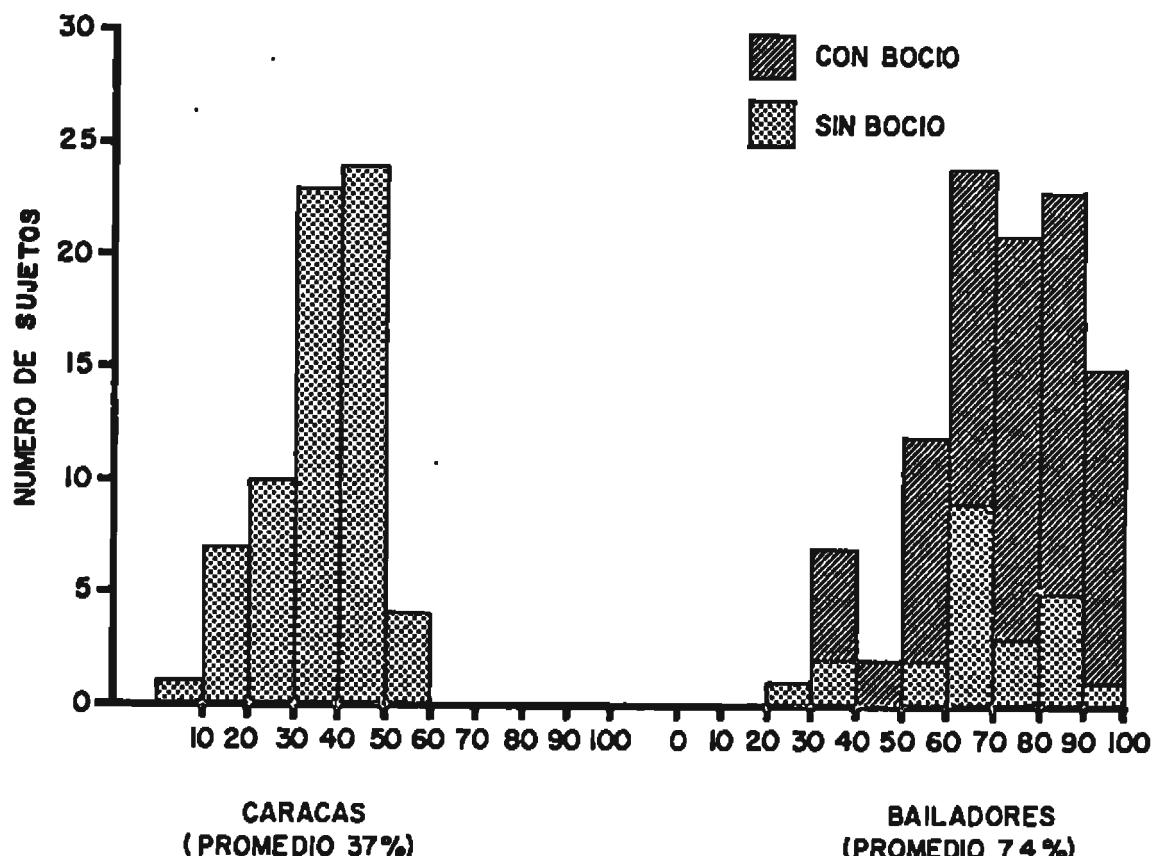
Con relación a la presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  por la glándula tiroides, los resultados aquí presentados concuerdan con los notificados por otros autores (40, 41, 43), así como con los que se obtuvieron en los estudios iniciales en Mendoza (25). Estas investigaciones tienen doble valor, ya que permiten comparar los resultados, por una parte, con datos previos obtenidos en esa misma zona, y, por otra, con los informados por De Visscher y colaboradores (44), autores que encontraron que la presa de yodo radiactivo  $I^{131}$  disminuía en los pacientes tratados con yodo, mientras que esa reducción no se observó en aquellos que no lo recibieron. Quizá la única objeción que podría hacerse a dichas investigaciones serían los resultados obtenidos por Roche (42), quien encontró cifras elevadas de presa de yodo radiactivo, en ausencia de bocio, en ciertas áreas de Venezuela.

Los resultados de los estudios efectuados en Mendoza antes y después de la introducción de la sal yodada, comparados con los obtenidos en otra región libre de bocio

(40) donde se investigó la presa de yodo radiactivo  $I^{131}$ , y en otra zona bociosa, son muy semejantes (figura 3).

En lo tocante a la excreción de yodo  $I^{131}$  en la orina los resultados concuerdan con la correlación de Stanbury y otros (25), y con los hallazgos de otros investigadores en una región del Congo donde prevalecía un alto grado de bocio endémico (43). Asimismo, guardan concordancia con los datos informados por Choufoer y colaboradores (45), quienes en un estudio que llevaron a cabo en una zona endémica de Nueva Guinea, no encontraron diferencias entre bociosos y no bociosos en cuanto a la eliminación urinaria de yodo  $I^{131}$ . Sin embargo, sí constataron diferencias significativas en este rubro entre un grupo de la zona bociosa a que se alude, y otro de un área exenta de bocio endémico. El estudio de Mendoza confirma la importancia de la prueba de excreción urinaria de yodo como medio de evaluar la deficiencia de este mineral en una población y, por ende, como lo han propuesto Follis (24) y Vought y colaboradores (46), en la endemia bociosa.

FIGURA 3 — Comparación de la presa de yodo radiactivo entre sujetos de una zona no endémica (Caracas), y una región endémica (Bailadores) de Venezuela.<sup>a</sup>



<sup>a</sup> Fuente: Roche *et al.*, (40).

En resumen, la evidencia presentada por Perinetti y otros (39) corrobora, con una nueva metodología, el efecto benéfico de la yodación de la sal sobre la fisiología de la glándula tiroides y, como corolario, su eficacia en la profilaxis del bocio endémico.

#### Colombia

La magnitud del problema del bocio endémico en Colombia se reveló a través de una encuesta que Góngora y López y colaboradores (47) llevaron a cabo, a nivel nacional, durante los años 1945 a 1948. Dicha encuesta abarcó el examen de un total de 183.243 escolares comprendidos entre 7 y 15 años de edad; entre ellos había 96.435 casos de bocio, equivalentes a un 52,62 % de prevalencia de esta condición en la población sometida a estudio. La encuesta también reveló que el Departamento de Caldas era el que presentaba la mayor prevalencia (81,14 %), por cuanto, de 25.280 niños examinados, 20.511 tenían bocio.

En cumplimiento de ciertas leyes y contratos suscritos con otras instituciones nacionales, en mayo de 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Colombia inició la yodación de la sal utilizando yoduro de potasio en la concentración de 1:20.000, con el agregado de carbonato y tiosulfato de sodio, como estabilizadores. Luego, con fines experimentales se trazaron planes para que toda esa sal fuese distribuida en la zona norte del Departamento de Caldas, región seleccionada por las razones siguientes: a) mayor prevalencia de bocio; b) mejores facilidades de distribución, y c) capacidad de la población de consumir las cantidades de sal enriquecida para este propósito.

Con estos antecedentes, J. Góngora y López y C. F. Mejía (48) diseñaron un estudio que les permitiese evaluar en el futuro los resultados de esta medida. Fue así como en 1952, es decir, dos años después de introducido el consumo de sal yodada en

CUADRO 3 — Relación comparativa de la prevalencia de bocio en tres regiones de Colombia, antes y después de introducirse en una de ellas el consumo de sal yodada, por un período de dos años (48).

Localidades	Consumo de sal yodada	Número de examinados	Años			
			1947-1950		1952	
			Positivos	%	Positivos	%
Caldas.....	sí	8.062	6.706	83,1	2.224	33,9
Manzanares y Victoria.....	no	...	...	81,1	797	78,7
Bogotá.....	no	5.560	2.422	43,6	1.648	41,3

... No se dispone de datos.

el Departamento de Caldas, dichos autores evaluaron el programa de yodación de la sal, ciñéndose a los mismos criterios clínicos utilizados en la encuesta de 1945-1948 (cuadro 3). Con el fin de disponer de un doble control, el plan experimental de referencia incluyó la investigación clínica de la prevalencia del bocio en escolares: a) de la zona que había estado consumiendo sal yodada; b) de dos regiones del Departamento de Caldas que no habían consumido sal yodada (municipios de Manzanares y Victoria), y c) de la ciudad de Bogotá, donde no se consumía sal yodada. Los resultados fueron los siguientes:

- En las poblaciones del Departamento de Caldas que recibieron sal yodada se habían examinado 8.062 escolares en 1950. En 1952 el total de personas investigadas ascendió a 6.511. Los resultados obtenidos señalaron que en 1950 la prevalencia de bocio era de 83,1%, y que en 1952 dicha cifra había descendido a 33,9 por ciento.

- En las poblaciones de Victoria y Manzanares (Departamento de Caldas), donde no se había implantado el consumo de sal yodada, no se disponía de datos para 1950. A fin de corregir esta omisión, se dio por sentado que la prevalencia de bocio en esos municipios probablemente era muy semejante a la que se comprobó en el mismo Departamento en el curso de la encuesta nacional (1945-1948), que ascendió a 81,14% y la cual se tomó como base para propósitos comparativos. La encuesta hecha en 1952 reveló un 78,7% de prevalencia de bocio.

- En la fase del estudio correspondiente a Bogotá se utilizaron los datos obtenidos en la encuesta nacional, que habían acusado una

prevalencia de 43,6% en una muestra de 5.560 escolares; en la encuesta de 1952 se examinaron 1.648 escolares que arrojaron un porcentaje de endemidad de 41,3.

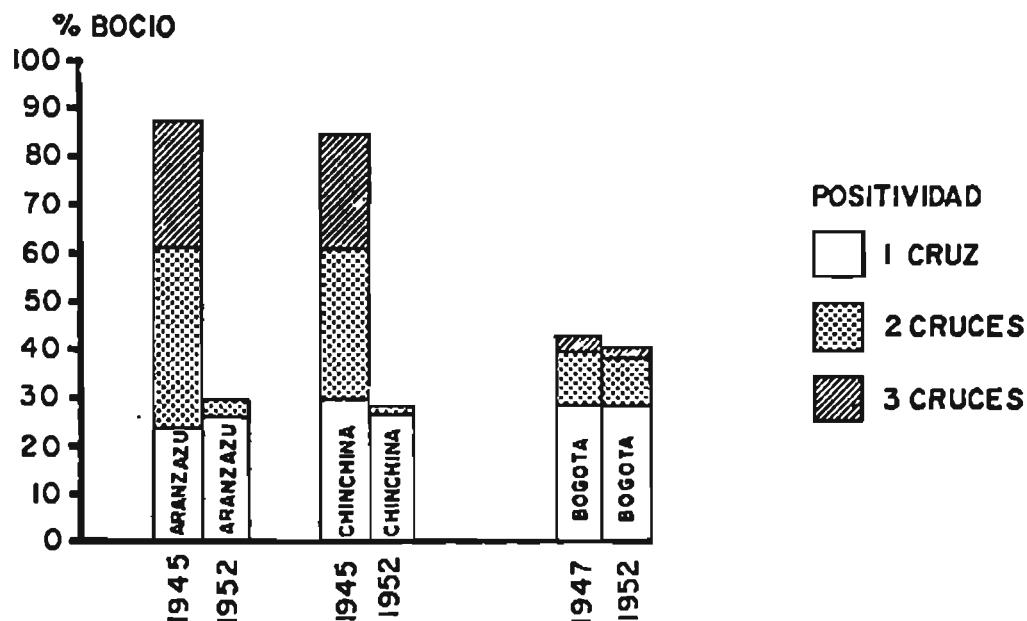
Según se observa en este cuadro, en la región de Caldas se constató en 1952—después de la introducción de la sal yodada—una pronunciada disminución, estadísticamente significativa, en la prevalencia del bocio, en contraste con el número de casos positivos encontrados en el período 1947-1950. En las otras regiones usadas como testigo, donde no se consumió sal yodada, no se pudo apreciar ninguna reducción de significado estadístico.

En la figura 4 se compara la intensidad del bocio entre dos municipios del Departamento de Caldas (Aranzazu y Chinchina) con la correspondiente a la ciudad de Bogotá; se muestran también los resultados obtenidos en dichas zonas antes y después de la yodación de la sal. Como lo revela la figura 4, en las poblaciones que consumieron sal enriquecida los cambios relativos a la prevalencia y a la intensidad del bocio fueron sustanciales, lo que no sucedió en la ciudad de Bogotá donde la población no obtuvo los beneficios de la sal yodada.

*Comentarios.* La mejor conclusión deducida de los estudios efectuados en Colombia es la de los propios investigadores, que textualmente dice:

Estos datos demuestran de una manera explícita y terminante el beneficio recibido por la población del norte de Caldas con el consumo de sal yodada y confirmán la efectividad de la

FIGURA 4 — Estudio comparativo de intensidad de la hipertrofia del bocio simple.<sup>a</sup> Resultados obtenidos de dos municipios del Departamento de Caldas (Aranzazu y Chinchina), Colombia, donde se consumió sal yodada, y en la ciudad de Bogotá, donde no se aplicó esta medida.



<sup>a</sup> Fuente: Góngora y López, y Mejía (48).

misma para combatir y prevenir el bocio endémico.

#### España

El análisis de los resultados en este país se basa en las experiencias de Ibáñez y colaboradores (49), en el municipio de Güéjar Sierra, Provincia de Granada.

En este municipio se seleccionó al azar una muestra de población en la que se evaluó clínicamente la prevalencia de bocio en 1953, con un resultado de 60 por ciento. En noviembre del mismo año, y después de conocer las fuentes de aprovisionamiento de sal, se procedió al enriquecimiento del producto destinado al consumo en esa región. El nivel de yodación fue de 1:60.000, con lo que, en base a la estimación hecha por los autores (10 g de sal por persona, por día), se calculó que el consumo ascendería aproximadamente a 165 µg diarios *per capita*.

En febrero de 1955, es decir, 16 meses después de haberse introducido la sal yodada en dicha región, se sometió a un segundo examen a los mismos individuos incluidos en la muestra al azar, y se encontró que la prevalencia promedio ascendía a 33,5 por ciento. Como era de esperar, y según se

aprecia en el cuadro 4—reproducido textualmente del informe original—los mayores cambios se observaron en los grupos más jóvenes. Son notorios los excelentes resultados que se obtuvieron en ese breve período.

#### Estados Unidos de América

Casi 50 años han transcurrido desde que las investigaciones de Marine y Kimball (4, 5) corroboraron definitivamente el papel preventivo y profiláctico del yodo en el bocio endémico. Sin embargo, pese a toda la evidencia existente no se ha logrado la promulgación de una ley de yodación de la sal en ese país. Viene al caso citar un editorial de la Asociación Médica Americana (50) en el que se describe y analiza el problema, y se lamenta el hecho de que a pesar de las recomendaciones técnicas de varias entidades científicas, entre ellas la Asociación Americana de Salud Pública, la ley de la yodación de la sal no haya sido aprobada por el Congreso. Según indica el Dr. J. H. Means en su preámbulo al libro de Stanbury y otros (51), los problemas prácticos relacionados con el bocio endémico no son de orden médico, sino más bien de carácter psicológico, económico o político.

CUADRO 4 — Distribución del bocio, por edad, antes y después de la introducción de sal yodada en Güéjar Sierra, Provincia de Granada, España (49).

Edad en años	Porcentaje con bocio	
	Noviembre 1953	Febrero 1955
10	40,0	8,0
15	61,3	27,9
20	61,7	33,4
Más de 20	80,0	64,7

CUADRO 5 — Diferencias en la reducción del bocio endémico en dos ciudades de los Estados Unidos de América.\*

Ciudades	Porcentaje con bocio	
	1924	1930-1931
Detroit, Michigan.....	36	12
Cleveland, Ohio.....	34	30

\* Tomado de Kimball (54).

La única legislación que existe en los Estados Unidos de América es la que establece los reglamentos y estipulaciones a que debe ajustarse la sal yodada, pero no hace referencia alguna a las reglamentaciones concernientes a la sal no yodada (52).

Si bien a nivel federal no se ha logrado ninguna legislación, son dignos de encomio los esfuerzos de algunos estados por aplicar la yodación de la sal. Así, por ejemplo, en el de Michigan, la Sociedad Médica y la Oficina de Salud Pública del Estado emitieron recomendaciones conjuntas e hicieron posible un amplio consumo de sal yodada a partir de 1924 (53). Bajo esas condiciones, Kimball (54) diseñó un estudio de evaluación del programa que sirviese para demostrar sus beneficios. Más o menos en esa misma época se planificó una campaña similar en la ciudad de Cleveland, Ohio, donde, sin embargo, no se logró la colaboración deseada y se enfrentó la oposición de la profesión médica. Kimball sacó el mejor partido de esta situación utilizando dicha ciudad, donde no había un programa bien planificado de yodación de sal, como testigo

de otra ciudad en la cual sí existía un programa adecuado de esa naturaleza, eligiendo para el caso la ciudad de Detroit, Michigan. Valiéndose de un diseño previo, se practicaron los exámenes clínicos del caso investigando la prevalencia de bocio entre escolares de las dos ciudades, en 1924, y luego repitieron estos en 1931. Fueron evidentes los resultados benéficos logrados en la ciudad de Detroit, en contraste con los de orden negativo obtenidos en la de Cleveland (cuadro 5). El autor pone de manifiesto la rapidez con que cualquier comunidad puede erradicar el bocio endémico, y concluye: "La rápida desaparición del bocio endémico en niños escolares es una de las grandes conquistas de la medicina preventiva".

En otro estudio realizado posteriormente, Kimball (55) analiza, a través de varias encuestas, las diferencias que existen en diferentes comunidades de los Estados de Michigan y Ohio con relación a la prevalencia del bocio. Este investigador clasificó a los pobladores en tres grupos: personas que consumían sal yodada, las que no la consumían, y un grupo de indiferentes, es decir, aquellos que no tenían plena certeza del consumo. En los cuadros 6 y 7 se presentan los resultados obtenidos en Houghton, Michigan, tanto entre escolares como en un grupo de adultos.

Estos datos son elocuentes y revelan las grandes diferencias observadas entre la

CUADRO 6 — Diferencias en la incidencia de bocio en escolares de la ciudad de Houghton, Michigan, de acuerdo al consumo de sal yodada, 1935 (55).\*

Consumían sal yodada	Número de examinados	Número de niños con tiroides normal	Número de niños con bocio	Porcentaje con bocio
Sí.....	305	285	20	6,55
No.....	108	80	28	26,00
Yodación indeterminada....	16	12	4	25,00
Total.....	429	377	52	13,12

\* Cifras tomadas de Kimball.

población consumidora de sal yodada, la que no la consumía, y aquella en la que se tenía duda del consumo.

Continuando a este mismo tipo de estudio, se practicó otra encuesta en varias ciudades del Estado de Michigan utilizando con fines de comparación un grupo de la ciudad de Cleveland, Ohio (cuadros 8 y 9).

En relación con estos dos últimos cuadros es pertinente señalar, primero, la diferencia en los porcentajes de bocio entre los consumidores y los no consumidores de sal yodada. En segundo término, cabe aclarar que en el caso de la ciudad de Cleveland, el descenso total en la prevalencia de bocio se debió, en su mayor parte, al grupo de consumidores, puesto que el grupo que no consumió sal yodada acusó cifras de prevalencia de bocio semejantes a las notificadas en 1924.

**CUADRO 7 — Diferencias en la incidencia de bocio en adultos de la ciudad de Houghton, Michigan, de acuerdo al consumo de sal yodada, 1935 (55).\***

Consumían sal yodada	Número de examinados	Número de personas con tiroides normal	Número de personas con bocio	Porcentaje con bocio
Si.....	4.370	4.034	336	7,5
No.....	1.742	942	800	45,9
Yodación inde- terminada....	2.775	2.512	263	9,5
Total.....	8.887	7.488	1.399	15,75

\* Cifras tomadas de Kimball.

**CUADRO 8 — Incidencia de bocio en el Estado de Michigan entre consumidores de sal yodada, no consumidores, y otros que consumían sal cuyo contenido de yodo era indeterminado, 1935.\*\***

Consumían sal yodada	Número de examinados	Número total con bocio	Porcentaje con bocio
Si.....	47.360	1.363	2,88
No.....	9.429	1.830	19,29
Yodación inde- terminada.....	5.778	316	5,47
Total.....	61.649	3.518	8,20

\*\* Cifras copiadas textualmente de Kimball (55).

**CUADRO 9 — Incidencia de bocio en la ciudad de Cleveland\*, Ohio, entre consumidores de sal yodada, no consumidores, y otros que consumían sal cuyo contenido de yodo era indeterminado, 1935.†**

Consumían sal yodada	Número de examinados	Porcentaje con bocio
Si.....	2.703	7,7
No.....	2.529	30,7
Yodación inde- terminada.....	761	18,0
Total.....	5.993	18,0

\* En 1924 la prevalencia en Cleveland era de 310 por ciento.

† Cifras copiadas textualmente de Kimball (55).

**CUADRO 10 — Prevalencia de bocio en tres condados del Estado de Michigan antes y después de la introducción de la sal yodada (56).**

Condados	Porcentaje de bocio endémico	
	1924	1928
Wexford.....	54,6	17,2
Midland.....	32,7	8,8
Grand Rapids.....	30,0	9,0

Es conveniente citar otra investigación de Kimball (56) en tres condados del Estado de Michigan, en la cual se hizo una evaluación de los resultados obtenidos en 1924 en contraste con los que resultaron del estudio de 1928. Las diferencias en cuanto a endemicidad de bocio, que figuran en el cuadro 10, son evidentes.

El estudio hecho en dos comunidades de Michigan, que distaban sólo 30 millas la una de la otra—Houghton y Calumet—también se considera de importancia. En una encuesta practicada en 1936 se encontró que en Houghton la prevalencia era de 12,12%, mientras que en Calumet el porcentaje ascendía a 28,72, diferencia que se debió a que ésta era una ciudad minera y durante la época de la depresión económica (1932-1935) se cerraron las minas. La mayoría de la población quedó así bajo subsidio económico, y, a menudo, si la gente podía comprar sal a un precio más bajo (en bolsas y no yodada), lo hacía.

Una publicación posterior demuestra que, después de 30 años, la yodación de la sal en los Estados Unidos sigue siendo eficaz (57).

### Guatemala

En este país se han encontrado pruebas de la existencia de bocio aun en la época precolombina (58). En 1648, según informes de Gage (59), el bocio existía en una gran parte de la población de Sacapulas, región occidental del norte del país, e Hidalgo aseveró, en 1798 (60), que todos los habitantes de una zona occidental padecían de bocio. En 1908 Guerrero (61), y luego Díaz (62), hicieron ver que el bocio endémico era una condición grave que en algunas localidades afectaba hasta el 50 % de la población. Herrera, en 1938 (63), estableció siete zonas bociosas en el país, las cuales abarcaban 16 de los 22 departamentos en que se encuentra dividida la República. En una encuesta nacional practicada por Muñoz y colaboradores (64) se confirmaron los hallazgos anteriores, mostrándose a la vez la magnitud y severidad del problema, puesto que se encontró que la prevalencia de bocio para todo el país era de 38,5 por ciento. Ante la gravedad de esa situación, a través del Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública y con la asesoría del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), se obtuvo que el Gobierno de Guatemala promulgara, en 1954, el Decreto No. 115 (65), por el cual se obligaba a la yodación de toda la sal destinada al consumo humano. Para hacer efectiva dicha legislación, en el mes de marzo del siguiente año se implantó el reglamento respectivo (66).

Aun cuando desde 1956 se comenzó a presionar a los productores de sal para que enriqueciesen el producto, sólo en 1961 se pudo constatar un mejor cumplimiento de esta medida. Ante la falta de cobertura integral de la yodación, en enero de 1962 se estableció un nuevo sistema de control (67), por medio del cual se logró que todos los centros de salud del país periódicamente

recolectasen muestras para ser analizadas en los laboratorios de Sanidad Pública. Desde esa fecha, y gracias a los procedimientos que se detallan más adelante, se hizo palpable una mayor efectividad en la yodación de la sal.

Por medio del análisis sistemático de las muestras recolectadas en todas las zonas de la República, se ha podido comprobar que los porcentajes de yodación son sumamente satisfactorios, ya que en los últimos tre años, estos han oscilado entre 80 y 95 % de toda la sal de consumo humano en el país (68). Aun más, durante los primeros cuatro meses de 1965 la yodación de todas las muestras analizadas alcanzó un promedio de 90 por ciento. Es importante señalar, en relación con esta política, que el método de análisis que se utiliza para investigar el contenido de yodo de dicha sal es el que recomienda la Asociación Oficial de Químicos Agrícolas (AOAC), de los Estados Unidos de América (69).

Teniendo en cuenta la eficacia de los sistemas de control vigentes, y aprovechando la permanencia de un grupo de médicos en vías de adiestramiento en el INCAP, se planificó una nueva encuesta para evaluar la efectividad del programa de yodación de la sal. Para su desarrollo se utilizaron los mismos métodos que se emplearon en otro estudio en 1952, y antes de su ejecución, los participantes recibieron el adiestramiento necesario para estandarizar la técnica a seguir en los exámenes. Además, uno de los médicos que habían participado en la encuesta de 1952 de nuevo tomó parte activa en el estudio en que participaron escolares (niños y adolescentes) en agosto de 1962. Se examinaron 19.442, todos ellos comprendidos entre los 6 y 18 años de edad y provenientes de 19 de los 22 departamentos de la República.

En 1964 se practicó otra encuesta en nueve de las comunidades que habían sido estudiadas anteriormente, con miras a establecer una representación de la prevalencia del bocio a lo largo de la región del altiplano central del país, que era la más afectada. De nuevo participó un miembro de la en-

CUADRO 11 — Prevalencia de bocio endémico en escolares de Guatemala, antes (1952) y después de la yodación de la sal (1962 y 1964) (70).

Años	Número de escolares examinados	Porcentaje con bocio
1952	28.787	37,0
1962	19.442	15,0
1964	3.253	7,2

cuesta inicial y otro que colaboró en el estudio de 1962 (70).

En el cuadro 11 se comparan los resultados globales correspondientes a los niños de edad escolar incluidos en la encuesta inicial de 1952, con los datos que acusaron los estudios posteriores (1962 y 1964).

El descenso ostensible en el porcentaje de escolares bociosos confirma una vez más las experiencias previas sobre la eficacia de la sal yodada para prevenir y erradicar el bocio endémico. En la figura 5 se aprecia, asimismo, en términos de prevalencia y en forma objetiva, la reducción que se ha operado en Guatemala gracias al consumo de sal yodada.

### Suiza

Sin lugar a dudas, es en este país donde los resultados y beneficios de la yodación de la sal han sido estudiados, analizados y evaluados más a fondo, como lo manifiestan los datos presentados aquí, la mayor parte de los cuales se fundan en el excelente trabajo realizado por Nicod (71).

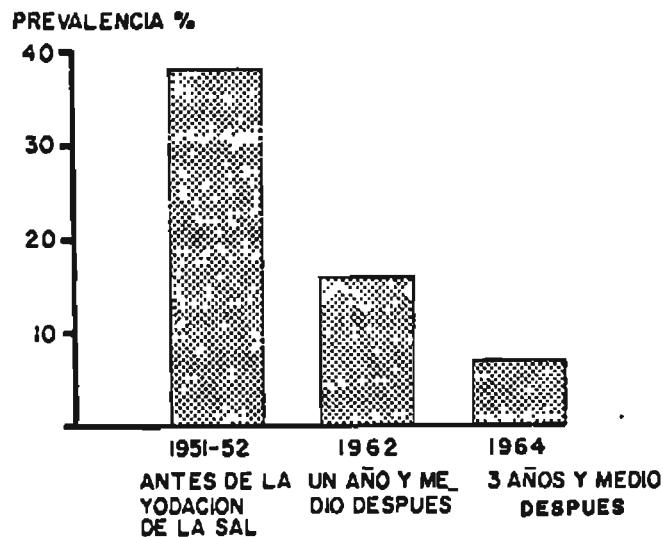
Tal vez debido a la susceptibilidad que Suiza tiene hacia esta endemia, así como a causa de la pronunciada asociación del bocio con las deficiencias mentales, sordomudez, cretinismo y otros trastornos semejantes, ha sido allí donde se ha manifestado más preocupación por tratar de corregir esa deficiencia. Es, pues, conveniente un breve comentario sobre la asociación de dichos trastornos con el bocio endémico, puesto que este ha sido objeto de una serie de importantes consideraciones por parte de Clements, científico de gran prestigio en la materia, quien además

ha puesto en duda la existencia de dicha relación (72). Sin embargo, en el caso de Suiza, muchos de los resultados han revelado un descenso de desórdenes de esa naturaleza después de la introducción de la sal yodada.

Algunos de los problemas que enfrentaba este país antes de la yodación de la sal, los cuales ponen de relieve la magnitud de la situación, eran: a) el alto número de personas jóvenes que se eximían del servicio militar a causa de bocio; b) las tasas elevadas de sordomudez, que por cada 100.000 habitantes arrojaban cifras de 245 casos, de los que el 45 % se atribuían al bocio endémico; c) las encuestas sobre deficiencia mental en niños de edad escolar practicadas en 19 cantones a principios de siglo, las que señalaron que un 2,4 % de los niños padecía de cierto grado de tara mental, y d) el hecho de que en Berna existían 700 cretinos en 1923.

El éxito logrado en los Estados Unidos estimuló la iniciación del enriquecimiento de la sal en Suiza. El primer cantón que aplicó esta medida fue Appenzell Rodas Exterior, donde en 1922 el consumo de sal yodada ascendió a 43 por ciento. Al año siguiente, 18 cantones más aceptaron el uso de la sal

FIGURA 5 — Prevalencia de bocio en la población escolar de nueve comunidades de Guatemala y su reducción como consecuencia del programa de yodación de la sal.



enriquecida, con un consumo que fluctuó entre 1 y 55 por ciento. En 1924 dos de dichos cantones, Nidwalden y Vaud, introdujeron de pleno la yodación y establecieron, además, que la adquisición de sal no yodada necesitaba receta médica, logrando así que se consumiera el 100 % del producto enriquecido. En 1950, en los primeros 18 cantones ya se consumía más del 90 % de sal yodada, en otros seis este porcentaje variaba entre 58,2 y 83,6, y únicamente un cantón permanecía refractario a su uso. Como lo indican claramente las evaluaciones subsiguientes a que fue sometido dicho programa, los resultados de esta medida se tradujeron en enormes beneficios.

En 1937 se practicó una encuesta en escolares de la región de Valais donde el porcentaje de bocio era bastante elevado antes de la yodación, con resultados que, como lo atestigua el cuadro 12, revelan una diferencia ostensible con los que se constataron seis años después de haberse introducido la sal yodada.

Asimismo, las encuestas realizadas en tres poblados del valle Broye (cantón Vaud), durante los años 1921, 1937 y 1951, confirmaron un continuo descenso en los porcentajes de bocio (cuadro 13).

Según se indicó, los pobladores del cantón Vaud iniciaron el uso de sal yodada en 1923, con resultados muy significativos, como lo demuestra el hecho de que, como conse-

**CUADRO 12 — Relación entre el tamaño de la glándula tiroides, antes de la yodación y seis años después de introducirse el consumo de sal yodada en escolares del cantón Valais, Suiza.<sup>a</sup>**

Período	Tiroides		Cuello engrosado %	Bocio pronunciado %
	Normales %	Palpables %		
Antes de la introducción de sal yodada...	28,8	54,3	14,9	2,00
Seis años después de la introducción de sal yodada.....	70,5	27,3	2,1	0,15

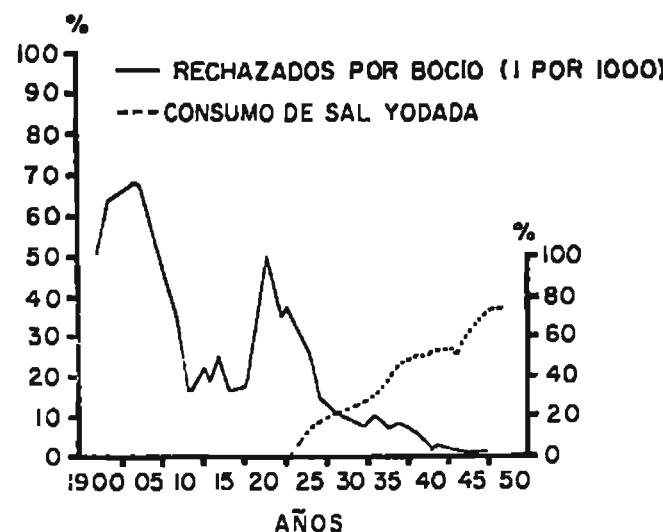
<sup>a</sup> Tomado de Nicod (71).

**CUADRO 13 — Prevalencia de bocio en escolares de tres poblados del valle Broye (cantón Vaud), Suiza, en 1921, 1937 y 1951, respectivamente.<sup>a</sup>**

Localidades	Porcentaje de bociosos		
	1921	1937	1951
Avenches.....	78,9	24,1	7,1
Payerne.....	78,0	22,4	4,0
Moudon.....	73,5	18,3	5,0

<sup>a</sup> Tomado de Nicod (71).

**FIGURA 6 — Reclutas rechazados del servicio militar por bocio en Suiza (1900-1947) y consumo de sal yodada (1922-1945).<sup>a</sup>**



<sup>a</sup> Fuente: Nicod, J. L. (a la vez reproducido de Schaub) (71).

cuencia de la implantación de esta medida, hubo un notorio incremento en la aceptación de hombres jóvenes al servicio militar. La figura 6, tomada de Nicod, quien a la vez la reprodujo de Schaub, ilustra claramente el descenso en el rechazo de reclutas por bocio, desde 1900 hasta 1947, y su correlación con la introducción de la sal yodada (1922-1945).

Los efectos de la yodación de la sal en Suiza han sido resumidos por Uehlinger desde el punto de vista patológico (73), como sigue: la frecuencia de bocio con un peso mayor de tres gramos, en niños recién nacidos, disminuyó en Berna de 88 % en 1924 a 42 % en 1936. Asimismo, la frecuencia de bocio neonatal, con un peso de seis gramos

o más, se redujo de 42 % en 1924 a 5 % en 1936.

El mismo autor señala que durante el período comprendido entre 1946 y 1951 se hizo una evaluación estadística tomando como base la información proporcionada por los diferentes departamentos de patología del Servicio Suizo de Salud. Las conclusiones derivadas de dicho estudio fueron: 1) marcada reducción en el peso promedio de la glándula tiroides; 2) aún se observaban bocios nodulares y difusos, pero sólo en personas de edad avanzada; 3) ya no se presentaban bocios con un peso de 500 g o más; 4) el cretinismo endémico era una enfermedad en vías de desparecer, y 5) el bocio del recién nacido estaba aún en proceso de disminución, y se esperaba que esta reducción fuese mayor, hasta cifras de 10 a 15 por ciento.

Como es obvio, todos los datos que aportan los estudios realizados en dicho país corroboran los beneficios y la eficacia de la sal yodada en la erradicación del bocio endémico y sus complicaciones. No menos importante, de acuerdo con la revisión de Nicod (71), en Suiza no se ha constatado ningún efecto adverso resultante de esta medida de salud pública.

#### Discusión

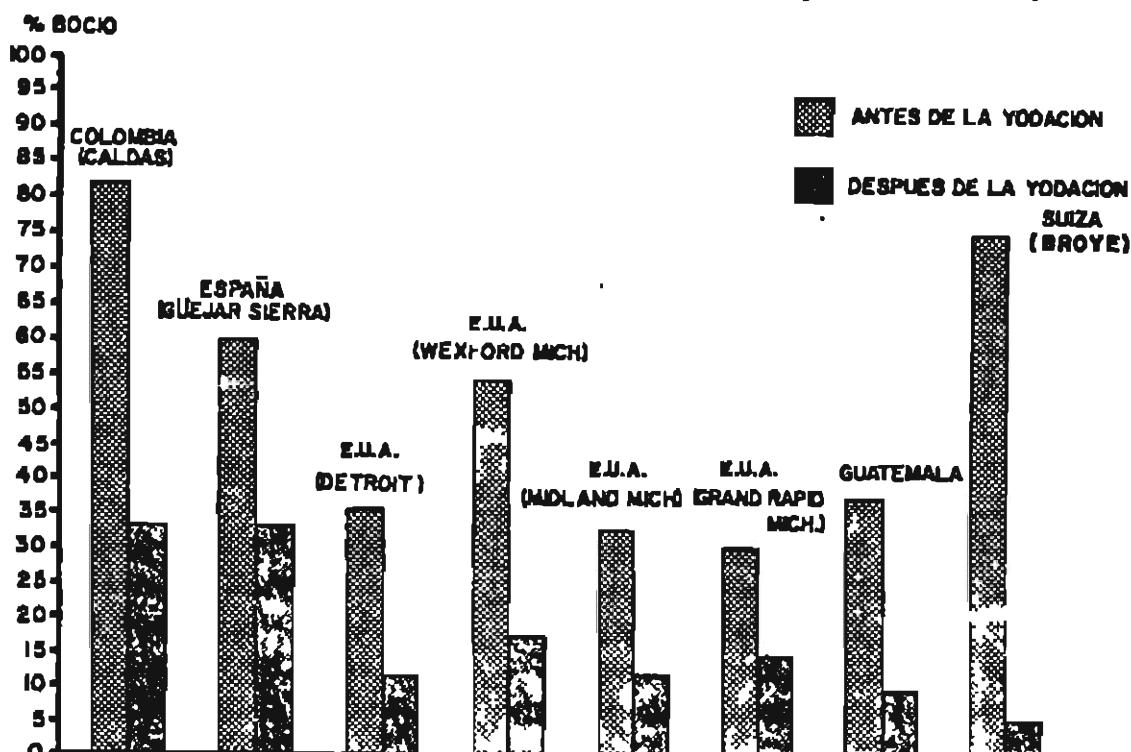
Como lo señala el presente informe y la extensa bibliografía mundial que existe sobre este tema, es indudable que el yodo es un nutriente esencial para el organismo humano. Asimismo, las diversas pruebas aquí citadas confirman una vez más el importante papel que dicho mineral desempeña en la prevención y erradicación del bocio endémico. Hasta el momento el vehículo más práctico para la administración del yodo es, sin lugar a dudas, la sal común. Sin embargo, no puede descartarse la posibilidad de utilizar otros medios de enriquecimiento puesto que hay países donde se ha obtenido éxito valiéndose de otros vehículos, entre ellos Holanda, caso que se comenta en

particular en el capítulo introductorio del presente informe. No obstante, debe tenerse en cuenta que los sistemas de control que estos otros procedimientos exigen presentan mayores complicaciones, sobre todo en los países en vías de desarrollo, ya que, como se indica más adelante, en ellos se tropieza con una serie de problemas difíciles de solucionar.

Nos parece oportuno señalar, además, que a medida que un país avanza hacia un mejor desarrollo tecnológico, la necesidad de establecer una legislación sobre la yodación de la sal adquiere menos importancia. Como ejemplo podría citarse el caso de los Estados Unidos de América. Allí, dado el grado de adelanto en materia de tecnología de alimentos, la amplia red de vías de comunicación, el alto nivel cultural de sus pobladores, y la educación continua que se imparte en cuanto a nutrición y salud, muchos alimentos que se producen a gran distancia de una zona determinada pueden ser accesibles a una región geológicamente muy pobre en yodo; entre estos, una variedad de productos alimenticios ricos en dicho mineral. Por otra parte, la misma variedad de la dieta hace menos factible que el problema pueda agravarse. Es conveniente, sin embargo, aceptar esta observación con mucha cautela, y no por exceso de orgullo nacional dar por sentado que determinado país ha llegado a un grado tal de desarrollo tecnológico e industrial, que le permita confiar exclusivamente en esa posibilidad. También pueden existir ciertas particularidades inherentes a un país que hagan necesaria la yodación de la sal aun cuando se haya alcanzado un alto grado de desarrollo. En relación con este punto no debe olvidarse el caso ya citado de uno de los cantones de Suiza, donde no se ha implantado la yodación de la sal y donde hasta la fecha se enfrentan los mayores problemas en cuanto al bocio, en contraste con lo que ocurre en el resto del país.

El efecto positivo que la sal yodada ejerce en la erradicación del bocio endémico se

FIGURA 7 — Relación entre el descenso de la prevalencia de bocio y el consumo de sal yodada.



aprecia claramente en la figura 7, donde se resumen todos los datos que aquí se han presentado. Basta subrayar que en todos los países que aparecen en dicha gráfica existía un hecho común, es decir, la certeza de que la sal que la población consumía tenía amplios niveles de control y cobertura. En el caso de Caldaz, Colombia, por ejemplo, se habían adoptado las medidas necesarias para cubrir toda esa región con sal cuya yodación se había efectuado tomando en cuenta las necesidades del área. En el municipio de Güéjar Sierra, España, también se conocían las fuentes de abastecimiento y, por lo tanto, logró cubrirse la región adecuadamente. Asimismo, en las diferentes zonas de los Estados Unidos analizadas en este trabajo, se hicieron los arreglos pertinentes con los productores y expendedores de sal, y la propaganda de índole educativa consiguiente completó la eficacia del programa. En Guatemala, donde se estableció un doble sistema de control para la obtención de muestras de sal de las plantas de yodación, y para la recolección sistemática de las mismas a través de

los centros de salud, se ha logrado la práctica de análisis continuos del total de las muestras recogidas de todo el país. Ello ha permitido descubrir inmediatamente a los infractores de la ley. Finalmente, ya se ha expuesto cómo en Suiza se introdujo paulatinamente la legislación pertinente, a nivel cantonal, hasta lograr porcentajes adecuados de cobertura de la población.

A pesar de que los problemas de legislación y control que han enfrentado los países citados parecen muy sencillos y fáciles de resolver, en realidad constituyen los aspectos más complejos de todo programa de yodación. Dada su importancia, estos se enfocan separadamente.

#### Aspectos legislativos y de control

En 1924 Marine (74), fundado en experiencias previas, manifestó:

Entre todas las enfermedades conocidas, la del bocio simple es la más fácil y económica de prevenir. Su control puede lograrse a través de los diversos métodos disponibles para ese fin, tan pronto como una sociedad organizada toma la

determinación de esforzarse por llevarlo a la práctica.

Treinta años más tarde, el mismo investigador (75), de reconocida autoridad, dijo:

En conclusión, no hemos logrado el nivel de control del bocio simple y de sus graves consecuencias (cretinismo y sordomudez) en el hombre, que sería razonable esperar en base de experiencias pasadas y de nuestros conocimientos actuales de la fisiología y de la química del tiroides.

Citamos estos pensamientos del destacado científico porque, en nuestra opinión, expresan elocuentemente la situación que sobre este asunto priva en la actualidad. En efecto, como lo revela la presente reseña, únicamente se ha hecho una evaluación adecuada de la erradicación del bocio endémico en dos países (Guatemala y Suiza), a pesar de que, como dice Scrimshaw (16), se trata de una de las deficiencias más ampliamente difundidas en el mundo.

En un artículo de Moerloose (76), en el que examina los diversos aspectos relacionados con la legislación, llama la atención el hecho de que en muchos países existen ya leyes sobre la yodación de la sal. Sin embargo, también se ha podido constatar que sólo en unos cuantos se les ha dado plena vigencia, mientras que en otros la legislación atañe únicamente a ciertas áreas o comunidades; también puede citarse el caso de un país donde la legislación tuvo carácter transitorio. El problema se complica aun más, puesto que, como lo ha manifestado Stacpoole (34), la existencia de legislación no significa necesariamente que ésta se esté aplicando. Así ha podido comprobarse en otros países de América Central y también en el caso de Yugoslavia, donde, según informa Matovinović (77), existen problemas de producción y tecnología de tal magnitud que no permiten el cumplimiento de la legislación vigente.

#### *Problemas legislativos*

Evidentemente es imposible trazar un patrón general en cuanto a los aspectos

legislativos que implica el problema del bocio endémico, y es probable que todas las leyes relacionadas con el enriquecimiento del producto presenten ciertas fases defectuosas o poco prácticas. No obstante, hay normas de orden general aplicables a todos los países. Por ejemplo, se necesita que las autoridades encargadas de los aspectos sociales y de salud se compenetren de la magnitud, severidad y consecuencias del problema. En otras palabras, es necesario, por decirlo así, "vender la idea". Una vez logrado esto hay que tomar las medidas del caso para que el productor o los productores de sal comprendan también la importancia del problema, y en esa forma colaboren para solucionarlo.

Como lo recuerda Kimball, es típico el ejemplo de comprensión que mostraron los productores y expendedores de sal en Michigan, E.U.A. Fueron ellos quienes absorbieron los costos de la yodación: el Departamento de Salud se encargó únicamente de la divulgación y labor educativa necesarias para implantar el consumo de sal enriquecida.

El caso de Guatemala fue bastante similar en este sentido, ya que como paso inicial se efectuaron varias reuniones con la Asociación Nacional de Salineros para plantearles el problema del bocio endémico y su magnitud. Incluso se les familiarizó con la legislación correspondiente y se delegó en dicha Asociación, juntamente con el Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública, la responsabilidad de los aspectos legales del programa.

Razones de diversa índole pueden simplificar o complicar también esta fase legal. Por ejemplo, en algunos países donde el Estado tiene el monopolio de la sal, es difícil concebir que no pueda llevarse a cabo un programa de yodación a nivel nacional. Por otro lado, si bien es cierto que cuando en un país existe una sola fuente de producción de sal el problema a primera vista es más simple, esa no parece ser la realidad. Puede ser también que en otros

lugares ocurra lo mismo que en Guatemala, esto es, que existan pequeños salineros cuya producción es menor de 50 ó 100 toneladas al año; que se encuentran localizados en áreas poco accesibles para su control, y que a menudo presentan problemas muy complejos de solucionar. Tampoco puede pasar inadvertido el hecho de que, en ciertas ocasiones, la situación política impide llevar a la práctica un programa de esta naturaleza.

Uno de los problemas que puede revestir mucha seriedad es el que se presenta en aquellos casos en que la ley que rige la yodación de la sal atañe a una sola región o a determinadas zonas del país, ya que los medios de controlar el programa cobran mayor complejidad. Como lo ha manifestado Stacpoole (34), esta fue precisamente una de las causas que impidió el éxito del programa de yodación en México. No obstante, como ya se destacó en el capítulo dedicado a la Argentina, y lo señalan Perinetti y colaboradores (39), este problema no constituyó ningún obstáculo en el área de Mendoza.

Tampoco hay que olvidar que los costos de la yodación representan otro aspecto de suma importancia. De acuerdo con Lowenstein (78), en Gran Bretaña el costo de la yodación sólo ha incrementado el precio corriente de la sal en un 5 por ciento. Sin embargo, como lo han manifestado Kimball (79) y Perinetti (39), en Mendoza el precio del producto enriquecido aumentó considerablemente. Aun cuando este último autor (39) informa que el alza de costo no causó problemas, es indudable que en la gran mayoría de los países latinoamericanos, y en general en los que están en vías de desarrollo, dicho incremento podría tener graves consecuencias.

#### *Problemas relativos al control del programa*

Una vez implantada la legislación es necesario establecer un sistema de control adecuado y, en este caso, nuevamente es muy difícil trazar pautas generales de acción. Desde luego, se debe tratar de evitar la

duplicación de esfuerzos, especialmente cuando la legislación está a cargo del Servicio Nacional de Salud del país. Uno de los puntos vulnerables que el autor de este trabajo (80) encontró en la nueva legislación mexicana (81) se relaciona precisamente con este aspecto. De acuerdo a dicha legislación, existen inspectores específicos para el control de la sal, situación que tal vez por razones prácticas sea más favorable en México. Sin embargo, no debe olvidarse que esta política aumenta los costos del control por parte de las autoridades responsables y, por consiguiente, del Estado.

En Guatemala se ha establecido un sistema de control que, según han demostrado la experiencia y los propios resultados, es eficaz. Dicho control ha sido centralizado; el Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública se ha encargado únicamente de instituir la metodología a seguir, responsabilizando a las autoridades de salud de todo el país del envío regular de muestras de sal para su análisis en el Laboratorio Bromatológico de la misma Dirección General. En el curso de la planificación se visitó a todos los jefes de centros de salud del país y se estableció un sistema de recolección de muestras de sal en las áreas cubiertas por dichos centros. Se delegó en los inspectores de los centros de salud la función de recolectar las muestras de acuerdo a un calendario establecido y, en esa forma, se tiene la certeza de que se está cubriendo el país en su totalidad. Al mismo tiempo que se reciben muestras de los centros de salud, se exige el envío periódico de muestras de las diferentes regiones productoras. Puesto que la ley establece especificaciones de empaque para la sal, en cualquier región se puede averiguar de inmediato la fuente de determinada sal, procedimiento que permite un sistema de doble control.

En el Laboratorio Bromatológico central se practican los análisis del caso de acuerdo con el método adoptado por la Asociación Oficial de Químicos Agrícolas (AOAC), de los Estados Unidos de América (69), y cada

muestra se somete a una doble determinación. El Laboratorio Bromatológico tiene capacidad para practicar 40 exámenes semanales, número que, de acuerdo al sistema de control de muestras provenientes de todo el país, es suficiente. Se acordó la adopción del método cuantitativo citado, en vez de utilizar sistemas cualitativos o semicualitativos, por considerarlo más exacto. Esto es particularmente válido cuando, como sucede en Guatemala y según lo han notificado Arroyave y otros (33), la sal es extraída del mar y puede contener pequeñas cantidades de yodo que, analizadas por un método cualitativo, podrían interpretarse como muestras de un producto enriquecido sin que este sea efectivamente el caso. Ello motivó otra de las críticas que el autor del presente trabajo (80) formuló acerca de la nueva legislación mexicana (81).

En síntesis, el sistema adoptado en Guatemala ha permitido un control bastante efectivo de la yodación de la sal, a pesar de que este no pretende de ningún modo ser perfecto.

Se ha mencionado ya el problema de los pequeños productores de sal. No obstante, en la actualidad la mayor dificultad que se enfrenta en Guatemala es la del ingreso de sal no yodada de países vecinos que, por razones obvias, pueden vender el producto a un precio más bajo. Sin embargo, con la valiosa cooperación de la Asociación Nacional de Salineros se ha logrado subsanar este problema, al menos en parte, ya que un inspector específico de dicha Asociación, acompañado de otro del Departamento de Nutrición, se encargan del control total de la yodación. Como puede apreciarse, ambos organismos son responsables del cumplimiento de la ley y ello exige muy poco esfuerzo puesto que, como se dijo, para ese control se cuenta con dos inspectores, uno por parte de cada entidad. La cooperación de los servicios de salud permite también un control efectivo. A nivel central ni aun los análisis de sal son responsabilidad directa del Departamento de Nutrición, ya que a este

corresponde únicamente la interpretación de los resultados y la aplicación de las sanciones correspondientes a los infractores de la ley.

Los comentarios un tanto extensos sobre los diversos aspectos que entraña la yodación de la sal en la República de Guatemala han sido formulados con el fin de demostrar que el sistema implantado en dicho país es efectivo y económico. Aun cuando este no es el único procedimiento adecuado, por lo menos en Guatemala ha probado ser económico, sencillo y de resultados eficaces para las autoridades de salud. Desde luego, a cada país corresponde establecer el sistema más acorde a sus características políticas, económicas y sociales.

#### Efectos adversos de la yodación

Según lo revela esta revisión, en todas las regiones donde se ha utilizado el enriquecimiento de la sal, los resultados han sido sumamente satisfactorios, a pesar de que en muchos países la profesión médica ha presentado fuerte oposición a los programas de yodación. Las bases de este infundado temor datan del siglo pasado cuando Coidet, utilizando cantidades excesivas de yodo para ese fin, provocó hipertiroidismo en algunos casos que más tarde Kocher denominó "Jod-Basedow".

En los diversos estudios aquí analizados no consta ningún informe que sugiera el desarrollo de complicaciones tipo Jod-Basedow. Tampoco se ha notificado tiroiditis, yodismo, o aumento del tamaño del bocio, con o sin hipertiroidismo. El único informe digno de crédito que se pudo constatar en la literatura consultada fue un caso observado por Stanbury y colaboradores (25), durante sus experiencias sobre retención de yodo en la ciudad de Mendoza. Este fue el de una persona de 46 años de edad con bocio pronunciado que, después de estar recibiendo 1.500  $\mu$ g durante un período de 78 días, presentó síntomas clásicos de una tirotoxicosis. Queda sin resolver la hipótesis de que el hipertiroidismo observado

hubiese sido una simple coincidencia o que se hubiese tratado de un adenoma tóxico, puesto que el diagnóstico diferencial con esa afección puede ser muy difícil. En todo caso, dichas complicaciones son sumamente raras y poco frecuentes, siendo probable que nunca se desarrolle con las concentraciones de yodo utilizadas para el enriquecimiento de la sal. Por otra parte, debe tenerse en cuenta la evidencia presentada por Wolff y Chaikoff (82), quienes opinan que los niveles de yodo en la sangre actúan como un mecanismo homeostático regulador de la función tiroidea, de manera que cuando las concentraciones sanguíneas de yodo son anormalmente altas, se bloquea la síntesis hormonal. Una experiencia muy interesante, en relación con las complicaciones resultantes de la administración de yodo, es la que mencionan Matovinović y Kovačić (83). Estos autores administraron dosis de 5 a 15 mg diarios a más de 1.000 adultos, la mayoría de ellos con bocios nodulares grandes, sometidos a cuidadosa observación, y únicamente encontraron un caso de tiroiditis y otro de Jod-Basedow.

En los estudios efectuados por Kimball en Michigan y Ohio (55), dicho investigador observó que sólo un 4% de los pacientes con adenoma presentaron hipertiroidismo después del consumo de sal yodada, mientras que en los que no consumieron dicha sal, se observó cierto incremento en la actividad tiroidea en un 56 por ciento.

Otra experiencia digna de citar, como consecuencia de la introducción de la sal yodada en Michigan, es la observación de McClure (84), quien notó un descenso considerable en el número de intervenciones quirúrgicas por hiperplasia y adenoma del tiroides, en siete hospitales de dicho Estado. Esto coincide con los informes de McClendon y Hathaway (85) que, utilizando datos de estadísticas vitales, demostraron una relación directa entre la incidencia de bocio exoftálmico en los Estados Unidos y la incidencia de bocio simple.

En Suiza, Nicod (71) ha señalado, asi-

mismo, que en los cantones donde primero se inició la yodación, entre ellos Vaud y Nidwalden, cuyos pobladores consumen desde 1924 el 100% de sal yodada, las tiropatías y el Jod-Basedow son sumamente raros.

En los Estados Unidos, donde se utiliza un nivel similar a la concentración máxima usada en Guatemala, no se ha registrado al parecer ningún efecto tóxico, aun cuando de acuerdo con Rundle (86) el consumo es aproximadamente cuatro veces mayor que los requerimientos mínimos. Por ello se puede aceptar que, en países como el nuestro, las concentraciones señaladas en páginas anteriores no presentan riesgo alguno de toxicidad.

Aun más, durante una encuesta que se llevó a cabo en 1965 en Guatemala, se comprobó que el consumo diario de sal *per capita* promedia 9,2 g, sin diferencias significativas en las diversas áreas (87). Por lo tanto, según las estimaciones de Rundle (86), el consumo anual de yodo es muy similar al de los Estados Unidos.

En resumen, y a partir de los datos presentados, se puede afirmar que no existen pruebas concretas en contra de la utilización de la sal yodada en las concentraciones que se usan en el Continente, que son las más elevadas.

#### Resumen

Se hace una revisión de la evidencia existente sobre el papel que la sal enriquecida con compuestos a base de yodo desempeña en la profilaxis y erradicación del bocio endémico. Aunque se han citado otros medios empleados para que se ingiera el yodo—como la adición de este al agua, el pan o los caramelos—se ha comprobado que el método más práctico, eficaz y económico de prevenir el bocio endémico consiste en la yodación de la sal común.

Se estudian los niveles de enriquecimiento de la sal con preparados de yodo que se usan en diversos países, los que revelan grandes diferencias, y se señala que los

niveles más altos que se han establecido en América Latina se justifican por la existencia de factores bocígenos. Se estudian los compuestos más comúnmente utilizados para el enriquecimiento de la sal—yoduros de sodio o de potasio y yodato de potasio—y se analizan las ventajas e inconvenientes que presentan.

Luego se realiza una evaluación de los resultados obtenidos mediante el enriquecimiento de sal con preparados de yodo en seis países: la Argentina, Colombia, España, los Estados Unidos de América, Guatemala (encuestas de 1952, antes de la yodación de

la sal, y en 1962 y 1964, después de yodada) y Suiza (según encuestas realizadas en 1921, 1937 y 1951); en todos los casos, dichos resultados fueron positivos. Se analizan algunos problemas legislativos y de control de los programas que pueden presentarse.

Se señala también la ausencia de efectos contraproducentes del uso de la sal yodada, a las concentraciones que se utilizan en los diversos países incluidos en el estudio; y se insiste en la necesidad de establecer sistemas adecuados de control, de acuerdo con las características económicas y sociales de cada país o región. □

## REFERENCIAS

- (1) Chatin, M. A.: "Presence de l'iode dans les eaux pluviales, les eaux courantes, et les plantes des Antilles et des côtes de la Méditerranée." *Compt. rend. hebdomadaires des séances de l'Academie de Sciences*, 37: 723-724, 1853.
- (2) Salter, W. T.: "A Note on Chatin." *Science*, 109:453, 1949.
- (3) Greenwald, I.: "A Note on Chatin and the Hypothesis that Endemic Goiter is Due to a Lack of Iodine." *Science*, 111:501-502, 1950.
- (4) Marine, D. y Kimball, O. P.: "The Prevention of Simple Goiter." *J Lab Clin Med*, 3:40-47, 1917.
- (5) \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_: "Prevention of Simple Goiter in Man." *J Amer Med Ass*, 77:1068-1070, 1921.
- (6) Great Britain Medical Research Council, Goiter Subcommittee. *Lancet*, 1:107, 1944.
- (7) World Health Organization: Report of WHO Study Group on Endemic Goiter. London, England, December 8-12, 1952, *Chron Wld Hlth Org*, 7:361-68, 1953.
- (8) Tercera Conferencia sobre Problemas de Nutrición en la América Latina, Caracas, Venezuela. 19-28 octubre, 1953. Washington, D. C.: Oficina Sanitaria Panamericana. 1954. (Publicaciones Científicas, 12.) Pág 32.
- (9) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Joint FAO/WHO Expert Committee on Nutrition. Report of the Fourth Session. FAO Nutrition Meetings Report Series No. 9. Rome, Italy, July 1955. (*Wld Hlth Org Techn Rep Ser* 97.)
- (10) Kinney, T. H. y Follis, R. H., eds.: "Proceedings of a Conference on Beriberi, Endemic Goiter and Hypovitaminosis A." Princeton, N. J., 1958. *Fed Proc*, 17 (supl. 2): 57-102, 1958.
- (11) Follis, R. H., Jr.: "The Ecology of Endemic Goiter." *Amer J Trop Med*, 13:137-141, 1964.
- (12) Scrimshaw, N. S.: "The Geographic Pathology of Thyroid Disease." Presented at the Fifty-Second Annual Meeting of the International Academy of Pathology, Cincinnati, Ohio, April 30, 1963.
- (13) Greenwald, I.: "The Human Requirement of Iodine." *Amer J Clin Nutr*, 3:215-224, 1955.
- (14) Greenwald, I.: "Letter to the Editor." *Lancet*, 1:1071, 1958.
- (15) Taylor, S.: "Letter to the Editor." *Lancet*, 1:1173, 1958.
- (16) Scrimshaw, N. S.: "Progress in Solving World Nutrition Problems." *J Amer Diet Ass*, 35:441-448, 1959.
- (17) Kelly, F. C. y Snedden, W. W.: "Frecuencia y distribución geográfica del bocio endémico". Reimpresión de *El bocio endémico*. 1960, págs 27-253. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. (Serie de Monografías, 44.)
- (18) Olesen, R.: *Public Health Rep*, 42:1355, 1927. Citado por Matovinović, J. y Ramalingaswami, V.: "Tratamiento y profilaxis del bocio endémico". En: *El bocio endémico*, 1960, pág 399. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. (Serie de Monografías, 44.)
- (19) Stacpoole, J.: "Resultados obtenidos en la profilaxis escolar del bocio endémico en el Distrito Federal con caramelos yodados". *Bol Epidem Méx*, 20:145-148, 1946.

- (20) Lobo Leite, A.: "O bocio endémico em Minas Gerais. Um ensaio de prevenção pelo iodo". *Mem Inst Cruz*, 38 (fasc. 1):1-19, 1943.
- (21) Matovinović, J., y Ramalingaswami, V.: "Tratamiento y profilaxis del bocio endémico". En: *El bocio endémico*, 1960, págs. 385-410. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. (Serie de Monografías, 44.)
- (22) British Medical Association, Committee on Nutrition. Report of the Committee on Nutrition of the British Medical Association. London, 1950.
- (23) Food and Nutrition Board: *Recommended Dietary Allowances*. National Academy of Sciences, National Research Council. Revised 1958. Publication 589. Washington, D. C., 1958.
- (24) Follis, R. H., Jr.: "Patterns of Urinary Iodine Excretion in Goitrous and Non-goitrous Areas." *Amer Clin Nutr*, 14:253-267, 1964.
- (25) Stanbury, J. B., et al.: *Endemic Goiter. The Adaptation of Man to Iodine Deficiency*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1954, págs 46-51.
- (26) Greer, M. A., Ettlinger, M. C. y Astwood, E. B.: "Diet and Simple Goiter." *J Clin Endocr*, 9:1069-1081, 1949.
- (27) Hydovitz, J. D.: "Occurrence of Goiter in an Infant on a Soy Diet." *New England J Med*, 262:351-353, 1960.
- (28) Oficina Educacional del Yodo: *El calcio en relación con la deficiencia de yodo y el origen del bocio*. Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile.
- (29) Haubold, H.: "Carotenoid Deficiency as a Cause of the Recent Wave of Goitre." *Munch Med Wschr*, 92:329-336, 429-444, 1950.
- (30) Scrimshaw, N. S.: "Endemic Goiter." *Nutr Rev*, 15:161-164, 1957.
- (31) Clements, F. W. y Wishart, J. W.: "A Thyroid Blocking Agent in the Etiology of Endemic Goiter." *Metabolism*, 5:623-639, 1956.
- (32) Peniti, P.: "The Goitrogenic Effect of Milk Obtained from the Region of Endemic Goitre in Finland." In *Advances in Thyroid Research*. Transactions of the Fourth International Goitre Conference. London, July, 1960. Rosalind Pitt-Rivers (Ed.). Oxford: Pergamon Press, 1961. Págs. 10-14.
- (33) Arroyave, G., Pineda, O. y Scrimshaw, N. S.: "Contenido de yodo en muestras del sal común provenientes de Centro América y Panamá". *Bol Ofic Sanit Panamer*, 42:586-588, 1957.
- (34) Stacpoole, H. H.: "Prophylaxis of Endemic Goitre in Mexico." *Bull Wld Hlth Org*, 9: 283-291, 1953.
- (35) Arroyave, G., Pineda, O. y Scrimshaw, N. S.: "The Stability of Potassium Iodate in Crude Table Salt." *Bull Wld Hlth Org*, 14: 183-185, 1956.
- (36) Murray, M. M.: "The Effects of Administration of Sodium Iodate to Man and Animals." *Bull Wld Hlth Org*, 9:211-216, 1953.
- (37) Scrimshaw, N. S., et al. "Resultados de la administración de yodato de potasio, yoduro de potasio y placebos sobre el bocio endémico y sobre los niveles de yodo ligado a la proteína entre grupos de escolares". *Bol Ofic Sanit Panamer* (Supl. No. 1), págs. 13-20, 1953.
- (38) Perinetti, H.: "Bocios (con especial referencia a lo encontrado en Mendoza)". *Bol Soc Med Mendoza*, 1:49-103, 1945.
- (39) Perinetti, H., et al. "The Use of Iodized Salt in a Region Suffering Goiter Due to the Lack of Iodine." In *Advances in Thyroid Research*. Transactions of the Fourth International Goiter Conference. London, July, 1960. Oxford: Pergamon Press, 1961. Págs. 283-288.
- (40) Roche, M., et al.: "Endemic Goiter in Venezuela Studied with  $I^{131}$ ." *J Clin Endocr*, 17:99-109, 1957.
- (41) Lamberg, B.-A., et al.: "Iodine Metabolism of Endemic Goiter on the Aland Islands (Finland)." *J Clin Endocr*, 18:991-1005, 1958.
- (42) Roche, M.: "Elevated Thyroidal ( $I^{131}$ ) Uptakes in the Absence of Goiter in Isolated Venezuelan Indians." *J Clin Endocr*, 19: 1440-1445, 1959.
- (43) De Visscher, M., et al.: "Endemic Goiter on the Uele Region (Republic of Congo). I. General Aspects and Functional Studies." *J Clin Endocr*, 21:175-188, 1961.
- (44) —, et al.: "Endemic Goiter in the Uele Region." In *Advances of Thyroid Research*. Transactions of the Fourth International Goitre Conference. London, July, 1960. Rosalind Pitt-Rivers (Ed.). Oxford: Pergamon Press, 1961. Págs. 259-272.
- (45) Choufoer, J. C., et al.: "Endemic Goiter in New Guinea: Iodine Metabolism in Goitrous and Non-goitrous Subjects." *J Clin Endocr* 23:1203-1217, 1963.
- (46) Vought, R. L., et al.: Reliability of Estimates of Serum Inorganic Iodine and Daily Fecal and Urinary Iodine Excretion from

- Single Casual Specimens." *J Clin Endocr*, 23:1218-1228, 1963.
- (47) Góngora y López, J., Young, N. e Iregui B. A.: "Bocio simple y sal yodada en Colombia". *Rev Higiene (Bogotá)*, 24:291-330, 1950.
- (48) Góngora y López, J., y Mejía, C. F.: "Dos años de tratamiento del bocio simple con sal yodada en el Departamento de Caldas". *Med Cir (Colombia)*, 16:357-371, 1952.
- (49) Ibáñez González, R., *et al.*: "Resultados obtenidos con la profilaxis de la sal completa en el bocio endémico". *Rev Clin Esp*, 61:285-290, 1956.
- (50) "Iodine and Table Salt." [Editorial.] *J Amer Med Ass*, 135:434-435, 1947.
- (51) Means, J. H.: "Foreword." In Stanbury, J. B., *et al.*: *Endemic Goiter. The Adaptation of Man to Iodine Deficiency*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1954. Pág ix-xii.
- (52) Herrick, A. D.: *Food Regulation and Compliance*. Vol. 1. New York: Revere Publishing Company, 1944. Pág. 524.
- (53) Curtis, G. M. y Fertman, M. B.: "Iodine in Nutrition." *J Amer Med Ass*, 139:28-35, 1949.
- (54) Kimball, O. P.: "The Prevention of Goiter in Detroit and Cleveland." *J Amer Med Ass*, 97:1877-1879, 1931.
- (55) ———: "Prevention of Goiter in Michigan and Ohio." *J Amer Med Ass*, 108:860-864, 1937.
- (56) ———: "Iodized Salt for the Prophylaxis of Endemic Goiter." *J Amer Med Ass*, 130: 80-81, 1946.
- (57) Brush, B. E. y Atland, J. K.: "Goiter Prevention with Iodized Salt; Results of a Thirty-Year Study." *J Clin Endocr*, 12:1380-1388, 1952.
- (58) Borhegyi, S. y Scrimshaw, N. S.: "Evidence for pre-Columbian Goiter in Guatemala." *Amer Antiquity*, 23 (No. 2, pt. 1):174-176, 1957.
- (59) Gage, T.: *The English-American: A New Survey of the West Indies*, E. Denison Ross y Eileen Powers (eds). London: The Broadway Travelers, 1928.
- (60) Hidalgo, J. D.: "Descripción de la Provincia de Totonicapán". *Gaceta de Guatemala*, 1798.
- (61) Guerrero, P.: *Bocio Endémico en Guatemala. Informe presentado al V Congreso Médico Panamericano*. Guatemala, 1908.
- (62) Díaz, F. A.: *Apuntes para el estudio del bocio endémico en Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, 1918. [Tesis.]
- (63) Herrera, J. R.: "Estudio sobre el bocio endémico en Guatemala". *Boletín Sanitario de Guatemala*, 47, 1939. Pág. 232.
- (64) Muñoz, J. A., Pérez, C. y Scrimshaw, N. S.: "El bocio endémico en Guatemala". *Bol Ofic Sanit Panamer*, 39:458-463, 1955.
- (65) Guatemala: Decreto Presidencial No. 115. Diario Oficial de la República de Guatemala, Centro América. *El Guatemalteco*, No. 75. Octubre 26 de 1954.
- (66) ———: Reglamento para la aplicación del Decreto No. 115. Diario Oficial de la República de Guatemala, Centro América. *El Guatemalteco*, No. 3. Marzo 31 de 1955.
- (67) "Plan efectivo para el control de la yodación de la sal en Guatemala". Guatemala: Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública, Archivos del Departamento de Nutrición (no publicado).
- (68) Informes del Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública, Archivos del Departamento de Nutrición, 1962 a 1964 (no publicados).
- (69) Association of Official Agricultural Chemists: *Official Methods of Analysis of the A. O. A. C.* 8th ed. Washington, D. C., 1955.
- (70) Scrimshaw, N. S., *et al.*: "Efecto de la yodación de la sal sobre la prevalencia de bocio endémico en niños escolares de Guatemala". *Bol Ofic Sanit Panamer*, 50:222-228, 1966.
- (71) Nicod, J. L.: "Le goitre endémique en Suisse et sa prophylaxie par le sel iodé". *Bull Wld Hlth Org*, 9:259-273, 1953.
- (72) Clements, F. W.: "Endemic Goitre: Scope of the Health Problem and Related Conditions." *Bull Wld Hlth Org*, 18:175-200, 1958.
- (73) Uehlinger, E. A.: "The Influence of Iodine on Swiss Goiter." *Fed Proc*, 17 (Supl. No. 2): 66, 1958.
- (74) Marino, D.: "Etiology and Prevention of Simple Goiter." *Medicine*, 3:453, 1924.
- (75) ———: "Endemic Goiter: A Problem in Preventive Medicine." *Ann Intern Med*, 41:875-886, 1954.
- (76) Moerloose, J.: "Legislation on Iodine Prophylaxis in Endemic Goitre." Geneva: World Health Organization 1960. (Monograph Series, 44.) Págs 453-562.
- (77) Matovinović, J.: "The Problem of Goitre Prevention in Yugoslavia". *Bull Wld Hlth Org*, 9:249-258, 1953.
- (78) Lowenstein, F. W.: "Principles and Problems of Endemic Goitre Control in Endemic Goitre." In *Endemic Goitre*, 1960, págs. 443-452. Geneva: World Health Organization, 1960. (Monograph Series, 44.)

- (79) Kimball, O. P.: "History of the Prevention of Endemic Goitre." *Bull Wld Hlth Org*, 9:241-248, 1953.
- (80) León, R. de: "Comentario al trabajo: La yodación de la sal como medida nacional de prevención del bocio en México". *Boletín Sanitario de Guatemala*, No. 58, 1964. Págs. 90-91.
- (81) Aranda, V. C.: "La yodación de la sal como medida nacional de prevención del bocio en México". *Boletín Sanitario de Guatemala*, No. 58, 1964. Págs. 84-89.
- (82) Wolff, J. y Chaikoff, I. L.: "Plasma Inorganic Iodine as Homeostatic Regulator of Thyroid Function." *J Biol Chem*, 174:555-564, 1948.
- (83) Matovinović, J. y Kovačić, N.: Datos inéditos, mencionados en *Endemic Goitre*. Geneva: World Health Organization, 1960. (Monograph Series, 44.) Pág. 394.
- (84) McClure, R. D.: "The Incidence of Operations for Goiter in Southern Michigan. Effect of Iodized Salt after Twelve Years' General Use." *J Amer Med Ass*, 109:782-785, 1937.
- (85) McClendon, J. F. y Hathaway, J. C.: "Inverse Relation between Iodine in Food and Drink and Goiter Simple and Exophthalmic." *J Amer Med Ass*, 82:1668-1672, 1924.
- (86) Rundle, F. F.: "The Problem of Simple Goitre." *Med J Aust*, 2:464-468, 1951.
- (87) Encuesta sobre consumo de alimentos en Guatemala. Datos del INCAP, no publicados.

### Effectiveness of the Enrichment of Salt with Iodine Preparations as a Means of Preventing Endemic Goiter (Summary)

A review is made of the existing evidence of the role played by salt enriched with iodine compounds in the control of endemic goiter. Although other means have been used for ensuring the ingestion of iodine—such as the addition of iodine to water, bread, or hard candy—it has been found that the most practical, efficient, and economical means of preventing endemic goiter is the iodization of common salt.

The author examines the levels of enrichment of salt with iodine preparations used in various countries; these levels vary widely, and it is pointed out that the higher levels established in Latin America are justified by the existence of goitrogenic factors. The compounds most commonly used for the enrichment of salt—sodium or potassium iodide and potassium iodate—are discussed, as are their advantages and disadvantages.

The results obtained through the enrichment of salt with iodine preparations in the following six countries are examined: Argentina, Colombia, Spain, United States of America, Guatemala (surveys of 1952 prior to salt iodization, and in 1962 and 1964 after iodization), and Switzerland (according to surveys made in 1921, 1937, and 1951); in all cases the results were found to be positive. Certain problems connected with legislation and the control of programs are also dealt with.

The author also points to the innocuity of iodized salt in the concentrations used in the various countries included in the study, and emphasizes the need for adequate control measures geared to the economic and social characteristics of each country or region.

### A Eficácia do Enriquecimento do Sal com Preparados de Iodo como Meio de Prevenção do Bócio Endêmico (Resumo)

O autor passa em revista os dados existentes sobre o papel que o sal enriquecido com compostos de iodo desempenha na profilaxia do bócio endêmico. Embora tenham sido men-

cionados outros meios empregados para a ingestão de iodo—como a adição dessa substância à água, ao pão ou aos caramelos—ficou comprovado que o método mais prático, eficaz e econômico

de evitar o bocio endêmico está na adição do iôdo ao sal de cozinha.

Estuda os níveis de enriquecimento do sal com preparados de iôdo utilizados em diversos países, os quais apresentam grandes diferenças, e assinala que os níveis mais altos estabelecidos na América Latina se justificam pela existência de fatores bocígenos. Estuda os compostos mais comumente utilizados para o enriquecimento do sal—iodetos de sódio ou de potássio e iodato de potássio—e analisa as vantagens e desvantagens de cada um.

Avalia em seguida os resultados obtidos mediante o enriquecimento do sal com preparados de iôdo em seis países: Argentina, Colômbia,

Espanha, Estados Unidos da América, Guatemala (levantamentos de 1952, antes da adição de iôdo ao sal, e em 1962 e 1964, depois dessa provisão) e Suíça (segundo levantamentos realizados em 1921, 1937 e 1951). Em todos os casos, os resultados foram positivos. Analisa alguns problemas legislativos e de controle dos programas que podem apresentar-se.

Assinala também a ausência de efeitos adversos do uso do sal iodado, nas concentrações utilizadas nos diversos países incluídos no estudo; e insiste na necessidade de estabelecer sistemas adequados de controle, de acordo com as características econômico-sociais de cada país ou região.

### **Efficacité de l'Enrichissement du Sel avec des Préparations à Base d'Iode en tant que Moyen de Prévention du Goitre Endémique (Résumé)**

On procède dans cet article à un nouvel examen des données dont on dispose au sujet du rôle que joue le sel enrichi avec des composés à base d'iode dans la prophylaxie du goitre endémique. Bien que l'on ait mentionné d'autres moyens employés en vue de l'ingestion d'iode—comme, par exemple, l'addition d'iode à l'eau, au pain ou aux bonbons—it a été constaté que la méthode la plus pratique, efficace et économique pour prévenir le goitre endémique consiste en la iodisation du sel ordinaire.

Le rapport étudie les niveaux d'enrichissement du sel avec des préparations à base d'iode qui sont utilisées dans divers pays; ces niveaux accusent des différences sensibles et les auteurs signalent que les niveaux les plus élevés qui ont été établis en Amérique latine se justifient par l'existence de facteurs goitrogènes. Le rapport étudie les composés utilisés le plus généralement pour l'enrichissement du sel—iodures de sodium

et de potassium et iodate de potassium—et en examine les avantages et les inconvénients.

Une évaluation des résultats obtenus en enrichissant le sel avec des préparations à base d'iode a été faite dans les six pays suivants: Argentine, Colombie, Espagne, Etats-Unis d'Amérique, Guatemala (enquêtes de 1952, avant la iodisation du sel, et en 1962 et 1964, depuis l'iodisation) et en Suisse (d'après les enquêtes effectuées en 1921, 1937 et 1951); dans tous les cas, les résultats ont été positifs. Quelques problèmes légalisatifs et de contrôle des programmes qui peuvent se présenter ont été également examinés.

Le rapport signale en outre l'absence d'effets contraires produits par l'emploi de sel iodé, dans les concentrations utilisées dans les différents pays faisant l'objet de l'étude; il souligne la nécessité d'établir des systèmes de contrôle satisfaisants en tenant compte des caractéristiques économiques et sociales de chaque pays ou région.