TRABAJOS DE INVESTIGACION

La efectividad de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en Colombia

II. EL CONTENIDO DE YODO EN LA SAL A NIVEL DEL CONSUMIDOR [1].

FRANZ PARDO TÉLLEZ, M.D., E.S.P.*, ROBERTO RUEDA-WILLIAMSON, M.D., S.M. HYG.**, JOSÉ OBDULIO MORA PARRA, M.D., E.S.P.***

RESUMEN

Se analizaron 712 muestras de sal, procedentes de expendios, casas urbanas y casas rurales de 119 municipios (13.6% del total), los cuales se seleccionaron de acuerdo con la distribución climática de los municipios del país. Para tal efecto se consideraron cuatro climas, a saber: caliente, con temperatura media superior a 24°C; medio, entre 17.5°C y 24°C; frío, entre 12°C y 17.4°C, y muy frío (páramo), con temperatura inferior a 12°C.

De las 712 muestras examinadas, 599 (84%) correspondieron a sal refinada y yodada, y 13 (16%) a sal no yodada, procedente de salinas terrestres y marítimas de la Concesión de Salinas y, en el Departamento de Nariño, procedente en su mayoría del Ecuador.

Los promedios de yodo para la sal yodada oscilaron entre 42 y 60 p.p.m., siendo el promedio general de 51 p.p.m. En relación con la sal no yodada, ninguna muestra superó las 9 p.p.m., siendo el promedio general de 1 p.p.m. El promedio de humedad en las primeras fue de 0.8% y en las segundas de 3.7%.

Las muestras procedentes del clima caliente dieron un promedio de yodo de 48 p.p.m.; las del medio, 53 p.p.m.; las del frío, de 56 p.p.m., y las del muy frío (páramo), de 44 p.p.m.

---

1 Trabajo presentado en la tercera Reunión Anual de la Sociedad Colombiana de Endocrinología, llevada a cabo en Popayán, Cauca, del 1º al 3 de diciembre de 1966.

* Jefe División de Investigación, Instituto Nacional de Nutrición.

** Director del Instituto Nacional de Nutrición.

*** Médico de la Sección de Epidemiología, Instituto Nacional de Nutrición.

Recibido: 2-8-1967

Las muestras contenidas en recipientes o empaques de pared compacta (vidrio y similares, hojas, plástico y similares y talegos de papel de 50 kg.) dieron los promedios más altos de yodo; asimismo, las muestras contenidas en recipientes cerrados dieron promedios de yodo ligeramente más altos que las contenidas en recipientes abiertos.

El promedio de yodo en la sal a nivel de la Planta de Betania de Zipaquirá durante los cinco meses anteriores al presente estudio (enero a mayo de 1966) fue de 65 p.p.m. De acuerdo con este promedio y el obtenido en esta investigación (51 p.p.m.), la sal experimentó una pérdida de yodo del 21%. Esta pérdida se produjo en su mayoría en la etapa de distribución de la sal comprendida entre la Planta de Betania y los expendios. Teniendo en cuenta que el consumo promedio de sal, per-cápita día, en Colombia es de 15 gramos, puede afirmarse que, a pesar de la pérdida señalada, la sal conserva cantidades suficientes de yodo para prevenir el bocio endémico en el país.

INTRODUCCION

En la primera publicación de esta serie (1) se destacó cómo a partir de la encuesta nacional de bocio, realizada de 1945 a 1948, se iniciaron importantes gestiones encaminadas a lograr la yodación de la sal para consumo humano, medida destinada a prevenir el bocio endémico en el país. La yodación de la sal para consumo humano y animal, de acuerdo a las recomendaciones de la OMS, fue establecida en Colombia mediante el Decreto Legislativo 591 de 1955. Sin embargo, sólo hasta 1959 se inició la yodación de la sal una vez que la Concesión de Salinas modernizó sus equipos.

En 1960 el Ministerio de Salud Pública encargó al antiguo Instituto Nacional de Nutrición del control y la supervisión de la yodación de la sal en todo el territorio nacional. No obstante, las muestras analizadas durante la Encuesta Nutricional de Colombia, llevada a cabo en ese mismo año por ICNND (2), así como las analizadas en 1962 por el Instituto, mostraron cantidades insuficientes de yodo para prevenir la endemia.

El nuevo Instituto Nacional de Nutrición, creado por la Ley 14 de 1963, planeó desde su comienzo un detallado programa de supervisión y control de la yodación de la sal en el país, el cual se ha venido cumpliendo en forma satisfactoria (3). El presente estudio corresponde a una etapa de dicho programa.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Fueron dos los objetivos del presente estudio:

1) Determinar el contenido de yodo en la sal a nivel del consumidor.
2) Establecer la influencia de algunos factores ambientales, tipos de empaques y sistemas usuales de conservación de la sal, en la estabilidad del yoduro de potasio empleado en la yodación.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo fue realizado por el Instituto Nacional de Nutrición durante el segundo semestre de 1966. En su planeación y organización colaboró el Ministerio de Salud Pública. Se estudiaron 712 muestras de sal procedentes de 119 municipios, los cuales se seleccionaron de acuerdo con la distribución climática de los municipios en el país. Para tal efecto se consideraron cuatro climas, así: caliente, con temperatura media superior a 24°C; medio, entre 17.5°C y 24°C; frío, entre 12°C y 17.4°C; muy frío (páramo), con temperatura inferior a 12°C. Esta distribución climática se tomó del "Atlas de Economía Colombiana" (4). Conocida la distribución climática de los 882 municipios del país, se seleccionaron 120 (13.6% del total), dando a cada departamento una representación proporcional a su climatología y al número de sus municipios. Con el fin de facilitar la operación del estudio, se seleccionaron aquellos municipios que tuvieran Centro de Salud y ciertas facilidades para el envío de las muestras al Instituto Nacional de Nutrición.

Los 120 municipios, seleccionados de acuerdo con los criterios anotados anteriormente, dieron la siguiente distribución climática: 49 (41.2%) de clima caliente; 47 (39.5%) de clima medio; 21 (17.6%) de clima frío; y 2 (1.7%) de clima muy frío (páramo). Esta distribución es bastante parecida a la correspondiente de todos los municipios del país.

El presente trabajo se realizó a través de los centros de salud de los municipios seleccionados, y en él colaboraron eficazmente los Directores de dichos centros y el personal de saneamiento ambiental.

En cada municipio se tomaron 6 muestras de sal, así: dos de casas urbanas, dos de casas rurales y dos de tiendas. La selección de las casas se hizo al azar. Conjuntamente con la recolección de las muestras se tomaron datos relacionados con el tipo de la sal (refinada y no refinada), el tipo de empaque (costal de fique*, bolsa de papel, bolsa de plástico, hoja de alguna planta, etc.) y los sistemas usuales de conservación de la sal (en recipientes abiertos o cerrados, en superficies húmedas, exposición a la luz solar, ventilación excesiva y calor no ambiental).

La operación misma de la recolección de las muestras se desarrolló en la siguiente forma: una vez seleccionados los municipios que participarían en el estudio, se envió a cada uno de los Directores o Secretarios Departamentales de Salud y a los Directores de centros de salud una circular en la cual se explicaba el estudio y se solicitaba una decidida colaboración. Después de un tiempo prudencial, se enviaron a cada Director de centro de salud los elementos necesarios y las instrucciones escritas para la recolección de las muestras, el diligenciamiento de los formularios y el envío de la sal al Instituto Nacional de Nutrición.

En cada municipio, la sal fue recolectada por inspectores de saneamiento ambiental y, en pocos casos, por auxiliares de enfermería.

De los 120 municipios seleccionados, 119 enviaron oportunamente las muestras solicitadas; del municipio restante se recibió la sal tardíamente, por lo cual se excluyó del estudio.

En el Laboratorio del Instituto Nacional de Nutrición se determinó el contenido de yodo de la sal por el método de oxidación con bromo (5). Asimismo, se analizó el contenido de humedad por el método de calentamiento a 150°C hasta peso constante (5).

La sal se clasificó en refinada y no refinada. La diferenciación se llevó a cabo por observación directa, pues las características de estos dos tipos de sal la permiten satisfactoriamente. La primera es procesada en la Planta de Betania de Zipaquirá; es la única sal adicionada de yodo en el país; presenta un color blanco y su grano es bastante fino. La segunda se produce en otras salinas terrestres y marinas, también de propiedad del Banco de la República; el 15% de la producción

* Fibra obtenida de la hoja de pita (Agave americana).

total de sal en el país corresponde a este tipo de sal; no es adicionada de yodo, su color es blanco grisáceo y su grano mucho más grueso que la refinada.

En el presente trabajo se llamará sal yodada a la sal refinada, procesada en la Planta de Betania de Zipaquirá y adicionada de yoduro de potasio, y sal no yodada a la sal no refinada, procedente de otras salinas terrestres y marítimas del país y no adicionada de yoduro de potasio.

RESULTADOS

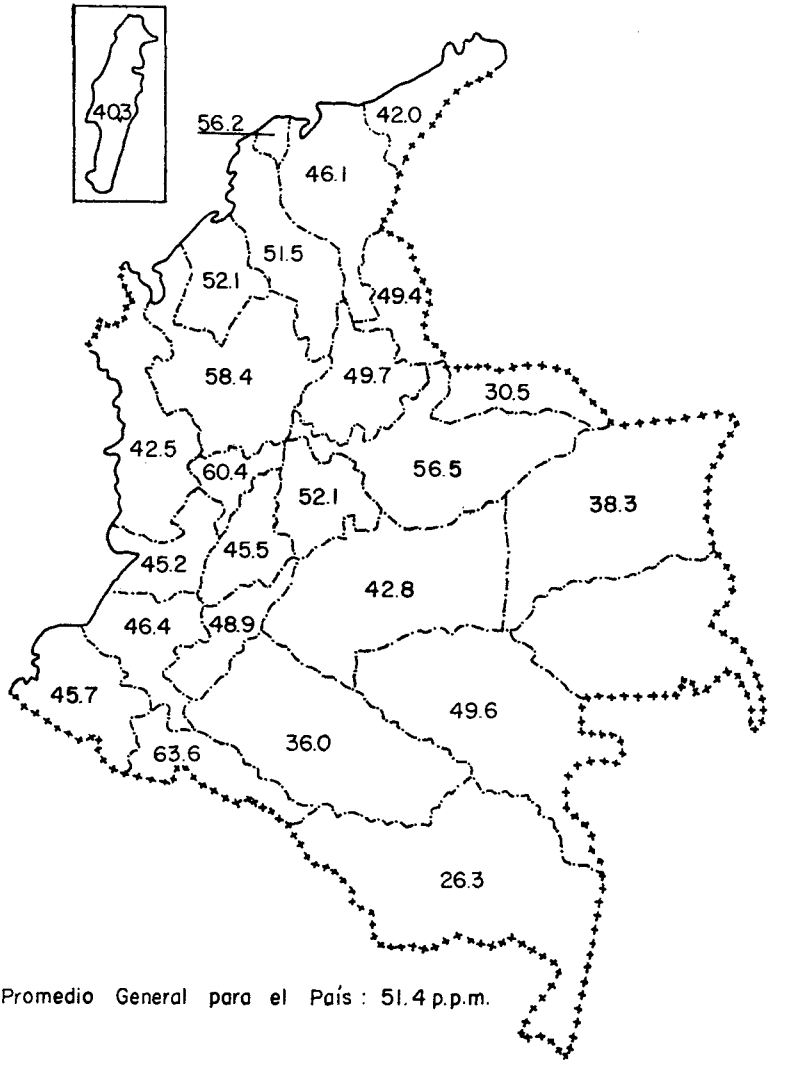
En el Cuadro Nº 1 y Figura Nº 1 se presentan los promedios de yodo y humedad de la sal yodada y no yodada, por secciones del país. De las 712 muestras examinadas, 599 (84.1%) correspondieron a sal refinada y yodada, esto es, procesada en la Planta de Betania de Zipaquirá de la Concesión de Salinas del Banco de la República, y 113 (15.9%) a sal no yodada, procedente de las salinas terrestres y marinas de la misma Concesión de Salinas, y en el departamento de Nariño, procedente en su mayoría del Ecuador. Los tres tipos de sal mencionados (refinada de Betania, no refinada procesada en el país y procedente del Ecuador) tienen características especiales y completamente diferentes, que permiten su diferenciación por simple observación.

Los promedios de yodo para la sal yodada oscilaron entre 42.0 y 60.4 p.p.m., siendo el promedio general de 51.4 p.p.m. En relación con la sal no yodada, ninguna muestra superó las 9 p.p.m., siendo el promedio general de 1.1 p.p.m.

Similar a lo observado con el yodo, se encontraron diferencias en el contenido de humedad de estos dos tipos de sal. Las muestras de sal yodada dieron promedio de humedad de 0.8%, mientras que en la no yodada este promedio fue de 3.7%. La diferencia entre estos dos promedios es significativa estadísticamente ($P=0.045$).

Los departamentos de Nariño, Meta, Cundinamarca y Bolívar, así como los Territorios Nacionales, aportaron el mayor número de muestras de sal no yodada. En la actualidad este tipo de sal se produce en seis salinas marinas y nueve terrestres, ubicadas las primeras en Manaure, Bahíahonda, Pozos Colorados, El Torno, Galerazamba y Tasajeras, y las segundas, en Nemocón, Sesquilé, Tausa, Gachetá, Cumaral, Upín, Chita, Chámeza y Recetor.

FIGURA Nº1 - Contenido promedio de yodo (partes por millón) en la sal a nivel del consumidor, por secciones del país. Colombia, 1.966.



Promedio General para el País : 51.4 p.p.m.

CUADRO Nº 1

PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA (REFINADA) Y NO YODADA (NO REFINADA), POR SECCIONES DEL PAIS. COLOMBIA, 1966

SECCIONES DEL PAIS	SAL YODADA			SAL NO YODADA		
	Muestras Nº	$\overline{X}$ Yodo p.p.m.	$\overline{X}$ Humedad %	Muestras Nº	$\overline{X}$ Yodo p.p.m.	$\overline{X}$ Humedad %
Antioquia	90	58.4	1.2	—	—	—
Atlántico	16	56.2	0.3	2	—	3.7
Bolívar	22	51.5	1.0	14	0.2	2.7
Boyacá	75	56.5	0.1	3	4.4	3.2
Caldas	34	60.4	1.4	2	8.4	6.6
Cauca	28	46.4	0.6	2	2.2	0.9
Córdoba	7	52.1	1.6	5	1.8	1.8
Cundinamarca	74	52.1	0.5	16	1.6	3.8
Chocó	11	42.5	2.2	1	—	—
Guajira	7	42.0	0.1	5	—	4.6
Huila	23	48.9	0.2	1	—	—
Magdalena	16	46.1	0.3	8	0.9	3.0
Meta	9	42.8	0.7	9	0.5	5.2
Nariño	15	45.7	0.1	21	—	4.7
Norte de Santander	32	49.4	0.2	2	—	4.4
Santander	41	49.7	0.9	1	—	—
Tolima	40	45.5	0,9	2	7.3	0.1
Valle	33	45.2	1.5	3	3.6	1.2
Territorios Nacionales (*)	26	42.2	1.9	16	0.1	4.0
TOTAL	599	51.4	0.8	113	1.1	3.7
——	84.1%	—	—	15.9%	—	—

(*) Incluye: Amazonas, Arauca, Caquetá, Putumayo, San Andrés, Vaupés y Vichada.

CUADRO Nº 2

PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA PROCEDENTE DE EXPENDIOS, CASAS URBANAS Y CASAS RURALES, POR SECCIONES DEL PAIS, COLOMBIA, 1966

SECCIONES DEL PAIS	EXPENDIOS		CASAS URBANAS		CASAS RURALES	
	$\overline{X}$ Yodo p.p.m.	$\overline{X}$ Humedad %	$\overline{X}$ Yodo p.p.m.	$\overline{X}$ Humedad %	$\overline{X}$ Yodo p.p.m.	$\overline{X}$ Humedad %
Antioquia	60.2	0.7	57.9	1.6	57.2	1.4
Atlántico	42.2	0.1	59.1	0.3	64.7	0.6
Bolívar	51.5	1.0	49.7	1.0	57.2	1.0
Boyacá	59.8	0.1	56.7	0.1	53.3	0.2
Caldas	59.5	0.9	63.4	1.1	57.9	2.2
Cauca	41.5	0.6	54.4	0.4	42.5	0.8
Córdoba	31.4	0.9	56.1	1.2	66.9	3.0
Cundinamarca	53.1	0.3	52.0	0.6	51.1	0.6
Chocó	30.3	2.0	51.5	2.8	46.6	1.8
Guajira	45.7	0.2	34.8	0.1	42.0	0.1
Huila	54.0	0.1	51.0	0.1	42.2	0.3
Magdalena	41.2	0.1	49.0	0.1	49.1	1.0
Meta	43.7	0.7	47.9	0.4	19.3	1.8
Nariño	58.1	0.1	41.7	0.1	40.8	0.2
Norte de Santander	50.3	0.2	47.6	0.1	50.3	0.2
Santander	54.7	0.3	49.3	1.3	44.6	1.2
Tolima	41.9	0.7	47.9	0.8	46.8	1.2
Valle	45.3	0.6	45.0	2.1	45.2	1.9
Territorios Nacionales (*)	41.8	1.3	42.6	1.9	42.2	2.7
TOTAL	51.5	0.5	52.0	0.9	50.7	1.0

(*) Incluye: Amazonas, Arauca, Caquetá, Putumayo, San Andrés, Vaupés y Vichada.

CUADRO Nº 3

PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA PROCEDENTE DE EXPENDIOS, CASAS URBANAS Y CASAS RURALES, SEGUN PISOS TERMICOS. COLOMBIA, 1966

PISOS TERMICOS	EXPENDIOS			CASAS URBANAS			CASAS RURALES			TOTAL	
	Nº	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	Nº	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	Nº	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %
Caliente	77	46.0	0.6	84	49.3	0.8	62	48.6	1.4	48.0	0.9
Medio	82	53.4	0.5	86	54.3	1.1	80	50.5	0.9	52.7	0.8
Frío	40	58.6	0.4	41	53.8	0.5	40	54.7	0.6	55.7	0.5
Muy frío (Páramo)	2	46.4	0.2	2	39.2	0.1	3	44.8	0.3	43.6	0.2
TOTAL	201	51.5	0.5	213	52.0	0.9	185	50.7	1.0	51.4	0.8

En el Cuadro Nº 2 se presentan los promedios de yodo y humedad de la sal yodada procedente de expendios, casas urbanas y casas rurales, por secciones del país. Para la mayoría de los departamentos no se observa una tendencia definida de variación en el contenido de yodo de las muestras procedentes de expendios, casas urbanas y rurales, mientras que en relación con la humedad sí se observa cómo ésta aumenta en las muestras procedentes de casas urbanas y rurales, comparativamente con las muestras de los expendios.

Para todo el país, los promedios de yodo a nivel de los expendios, casas urbanas y casas rurales fueron 51.5, 52.0 y 50.7 partes por millón, respectivamente. En el mismo orden, los promedios de humedad fueron de 0.5%, 0.9% y 1%. Las diferencias entre los promedios de yodo y entre los de humedad no son estadísticamente significantes.

El Cuadro Nº 3 muestra los promedios de yodo y humedad de sal yodada procedente de expendios, casas urbanas y casas rurales, según pisos térmicos. Se aprecian sólo pequeñas diferencias entre los promedios, tanto de los expendios, casas urbanas y casas rurales, como de los correspondientes a los cuatro pisos térmicos considerados en este estudio. Para todo el país, en el clima caliente se encontró un promedio de yodo

CUADRO Nº 4

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS MUESTRAS DE SAL YODADA PROCEDENTES DE EXPENDIOS, CASAS URBANAS Y RURALES, SEGUN NIVELES DE YODO. COLOMBIA, 1966.

Niveles de Yodo p.p.m.	EXPENDIOS	CASAS URBANAS	CASAS RURALES	TOTAL
	Muestras %	Muestras %	Muestras %	Muestras %
10 - 19	4.0	2.4	7.0	4.3
20 - 29	8.4	5.6	6.0	6.7
30 - 39	13.4	18.3	12.4	14.9
40 - 49	25.0	20.2	24.9	23.2
50 - 59	18.4	21.6	20.0	20.0
60 - 69	15.0	17.4	13.5	15.4
70 - 79	7.4	8.9	10.8	9.0
80 y más	8.4	5.6	5.4	6.5

CUADRO Nº 5

RELACION ENTRE NIVELES DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA
COLOMBIA, 1966

NIVELES DE YODO p.p.m.	NIVELES DE HUMEDAD %							
	Menos de 0.50	0.50 a 0.99	1.00 a 1.49	1.50 a 1.99	2.00 a 2.49	2.50 a 2.99	3.00 y más	Total
10 - 19	7	3	3	1	3	2	7	26
20 - 29	30	2	1	1	1	—	5	40
30 - 39	62	6	5	4	3	—	9	89
40 - 49	94	15	12	6	3	3	6	139
50 - 59	82	10	9	10	3	3	3	120
60 - 69	66	9	2	4	3	2	6	92
70 - 79	37	9	2	2	—	1	3	54
80 y más	19	7	3	2	1	2	5	39
TOTAL	397	61	37	30	17	13	44	599

$X^2 = 14.20$ N = 42 P = 0.98

CUADRO Nº 6

PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD DE SAL YODADA, SEGUN EL TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE DE CONSERVACION COLOMBIA, 1966

TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE	Muestras Nº	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %
Costal de fique 50 Kg. (1)	12	36.7	2.1
Talego de papel 50 Kg.	111	51.7	0.4
Caja de cartón 1 Kg.	22	49.1	0.2
Bolsa pequeña de papel	152	51.4	0.5
Plástico y similares	22	54.6	0.8
Aluminio y similares	92	51.3	1.4
Vidrio y similares (2)	57	55.9	0.9
Recipiente de barro	21	55.8	0.7
Cortezas de frutas (3)	51	47.6	1.0
Hojas de plantas (4)	25	57.6	1.9
Madera y troncos huecos (5)	34	47.5	1.0

(1) Fibra obtenida de la hoja de pita (Agave americana).
(2) Incluye loza y porcelana.
(3) Incluye calabaza (Cucurbita pepo L.), cocotero (Cocus nucífera L.) y totumo (Crescentia cujete L.).
(4) Incluye plátano, congo (Andira surinamesis) y bihao (Calathea altísima).
(5) Incluye guadua (Guadua angustifolia), guarumo (cecropia spp.) y bambú (Bambusa vulgaris L.).

de 48.0 p.p.m.; en el medio, de 52.7 p.p.m.; en el frío, de 55.7 p.p.m., y en el muy frío (páramo), de 43.6 p.p.m. En el mismo orden, los promedios de humedad fueron de 0,9%, 0.8%, 0.5% y 0.2%. Las diferencias entre los promedios de yodo, así como las de los promedios de humedad, no son significantes estadísticamente.

En el Cuadro Nº 4 se presenta la distribución porcentual de las muestras de sal yodada, según niveles de yodo. Se aprecia que el 89% de las muestras presentaron niveles de yodo superiores a las 30 p.p.m., cantidad ésta que, como se verá adelante, es suficiente para prevenir la endemia.

CUADRO Nº 7

PROMEDIOS DE YODO EN SAL YODADA CONSERVADA EN RECIPIENTES ABIERTOS Y CERRADOS, EN PRESENCIA DE DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES. COLOMBIA, 1966

ESTADO DEL RECIPIENTE	SUPERFICIE HUMEDA	VENTILACION EXCESIVA	ACCION DE LA LUZ SOLAR	ACCION DEL CALOR (no ambiental)
	Yodo (p.p.m.)	Yodo (p.p.m.)	Yodo (p.p.m.)	Yodo (p.p.m.)
Abierto	48.3	50.5	43.1	50.3
Cerrado	53.5	54.1	46.8	50.2
TOTAL	49.7	51.0	44.5	50.3

CUADRO Nº 8

PROMEDIOS DE YODO EN SAL YODADA PROCEDENTE DE RECIPIENTES ABIERTOS Y CERRADOS, SEGUN EL TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE DE CONSERVACION. COLOMBIA, 1966

TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE	RECIPIENTES ABIERTOS		RECIPIENTES CERRADOS	
	Muestras Nº	$\overline{X}$ Yodo p.p.m.	Muestras Nº	$\overline{X}$ Yodo p.p.m.
Costal de fique de 50 Kg.	10	34.7	2	39.6
Talego de papel de 50 Kg.	74	51.2	37	52.7
Caja de cartón de 1 Kg.	16	50.0	6	49.4
Bolsa pequeña de papel	69	51.7	83	50.7
Plástico y similares	18	52.8	4	61.6
Aluminio y similares	77	51.2	15	55.8
Vidrio y similares	30	54.9	27	56.8
Recipientes de barro	17	55.7	4	56.1
Recipientes de cortezas de frutas	47	48.2	4	40.2
Hojas de plantas	7	60.9	18	57.3
Madera y troncos huecos	32	47.0	2	48.9
TOTAL	397	50.8	202	52.2

En el Cuadro Nº 5 se muestra la relación entre niveles de humedad y niveles de yodo. Esta relación no resultó significativa en el presente estudio (P=0.98). La prueba de correlación fue, igualmente, negativa.

Se determinaron, además, los promedios de yodo y humedad de la sal según el material del recipiente de conservación. Como puede apreciarse en el Cuadro Nº 6, los promedios más altos de yodo, 57.6, 55.9, 55.8, 54.6 y 51.7 partes por millón, se encontraron en la sal conservada en hojas de plantas (congo*, bihao** y plátano), recipientes de vidrio y similares, recipientes de barro, recipientes de plástico y similares y talegos de papel de 50 kg., respectivamente. En los restantes recipientes, los promedios oscilaron entre 51.4 p.p.m. en la bolsa pequeña de papel y 36.7 p.p.m. en el costal de fique (fibra obtenida de la hoja de pita o Agave americana). En relación con humedad, los promedios más altos se encontraron en la sal conservada en costal de fique (2.1%), hojas de plantas (1.9%) y recipientes de aluminio y similares (1.4%). En los restantes recipientes, la humedad osciló entre 1.0% y 0.2%.

En el Cuadro Nº 7 se presentan los promedios de yodo en muestras conservadas en recipientes abiertos y cerrados, en presencia de algunas condiciones ambientales (muestras colocadas sobre superficies húmedas, sometidas a ventilación excesiva, a la acción de la luz solar y al calor no ambiental). Se aprecian sólo pequeñas diferencias en el contenido de yodo entre las muestras conservadas en recipientes abiertos y cerrados y sometidas a las diversas condiciones ambientales estudiadas. Las muestras que recibieron en forma directa la acción de la luz solar presentaron promedios de yodo relativamente más bajos que las sometidas a las otras condiciones ambientales. En general se observa que las dos variables estudiadas (recipientes abiertos y cerrados y el efecto de algunas condiciones ambientales) no determinaron pérdidas significativas de yodo a partir de las tiendas, pues el promedio en las muestras procedentes de éstas fue de 51.5 p.p.m. y el promedio general en las que estuvieron sometidas a las diversas condiciones ambientales fue de 50.1 p.p.m. De la anterior observación se deduce que la pérdida de yodo del 21% que experimentó la sal se produjo en su mayoría en la etapa de dis-

* Andira surinamensis.
** Calathea altísima.

tribución comprendida entre la Planta de Betania y los expendios; esta situación es explicable si se tiene en cuenta que la sal tiene un rápido consumo una vez obtenida por las gentes.

Finalmente, se estudió el contenido de yodo en sal conservada en recipientes abiertos y cerrados, según el tipo y material del recipiente de conservación. Para los diferentes empaques, los promedios, según los dos aspectos señalados, sólo presentaron pequeñas diferencias. El promedio general de yodo en los recipientes abiertos fue de 50.8 p.p.m., mientras que en los recipientes cerrados fue de 52.2 p.p.m. (Cuadro Nº 8).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El primer aspecto que merece ser destacado lo constituye el hecho de que el 84% de la sal que se consume en el país es yodada, lo cual indica claramente que una alta proporción de la población colombiana está recibiendo los beneficios de esta importante medida de salud pública. En la primera publicación de esta serie (1) se vio cómo en siete municipios del departamento de Caldas la prevalencia de bocio endémico descendió dramáticamente de 33.9% a menos del 2% después de tres años de consumo habitual de sal yodada a escala nacional. En este mismo estudio se concluye, después de destacar que el único factor nuevo introducido en estos siete municipios, después de 1962, fue el yodo en la sal, que el cambio observado fue motivado básicamente por esta medida de salud pública.

El contenido de yodo en la sal yodada osciló entre 42.0 y 60.4 p.p.m., siendo el promedio general de 51.4 p.p.m. En Colombia el consumo promedio de sal, per cápita-día, es de 15 gramos, según encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Nutrición. De acuerdo con lo anotado anteriormente, el consumo promedio de yodo, per cápita-día, en el país sería de 771 microgramos, cantidad ésta que se encuentra por encima de las recomendaciones estimadas (6, 7, 8).

El promedio de yodo en la sal a nivel de la planta de Betania de Zipaquirá durante los cinco meses que precedieron al estudio (enero a mayo de 1966) fue de 65 p.p.m. (9). De acuerdo con este promedio y el obtenido en esta investigación (51.4 p.p.m.), la sal experimentó una pérdida de yodo del 21%. Sin

embargo, como se anotó anteriormente, ésta conserva cantidades suficientes de yodo para prevenir la endemia.

Los departamentos de Bolívar, Cundinamarca, Meta y Nariño, así como los Territorios Nacionales, aportaron el mayor número de muestras de sal no yodada. Esta situación ha venido preocupando seriamente al Instituto Nacional de Nutrición, el cual ya inició gestiones ante la Concesión de Salinas del Banco de la República para obtener la yodación de la totalidad de la sal destinada a consumo humano y animal en el país.

Los promedios de yodo en la sal a nivel de los expendios, casas urbanas y casas rurales no presentaron diferencias significativas. Tampoco se encontraron mayores diferencias entre los promedios correspondientes a los cuatro pisos térmicos en que se dividió el país, excepción hecha entre el muy frío (páramo) y los pisos térmicos medio y frío, pero esta diferencia se debe básicamente al reducido número de observaciones en el primero.

Similar a lo encontrado en el estudio del Departamento de Caldas (1), en la presente investigación no se observó una relación inversa entre humedad y el contenido de yodo en la sal (Cuadro Nº 5), debido seguramente al bajo contenido de humedad de la sal estudiada. Sin embargo, es bien conocida la influencia de la humedad en la pérdida del yoduro de potasio, particularmente por su gran solubilidad en el agua; cuando el empaque que contiene la sal se humedece, las zonas de mayor humedad atraen el yoduro, que se desplaza desde la sal hasta el empaque, perdiéndose posteriormente. Asimismo, éste se concentra en mayor proporción en las capas inferiores de la sal húmeda (10). Es posible que no se encuentre en un momento dado una relación inversa entre humedad y contenido de yodo en la sal, como sucedió en el presente estudio, ya que se pueden presentar, 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 (1).

Como era de esperarse, las muestras contenidas en aquellos recipientes y empaques de pared compacta (hojas, vidrio y similares, plástico y similares y talegos de papel de 50 kg.) dieron promedios más altos de yodo. En relación con humedad,

se observaron promedios relativamente bajos en todas las muestras de sal yodada que fueron estudiadas. Vale la pena destacar aquí que la sal sale de la Planta de Betania de Zipaquirá con una gran pureza y su contenido de humedad es de sólo 0.1% (11). Esta situación, sin lugar a dudas, contribuye a la gran estabilidad del yoduro de potasio en la sal observada en nuestro país.

Al estudiar el contenido de yodo en muestras que estuvieron sometidas a la acción de diversas condiciones ambientales, se encontró que no se presentaron pérdidas significativas de yodo a partir de los expendios, pues el promedio general en las muestras procedentes de éstos fue de 51.5 p.p.m. y el promedio en las sometidas a las condiciones ambientales anotadas fue de 50.1 p.p.m. De lo anterior se deduce que la pérdida de yodo del 21% que experimentó la sal se produjo en su mayoría en la etapa de distribución comprendida entre la Planta de Betania de Zipaquirá y los expendios. Esta situación se explica si se tiene en cuenta que la etapa mencionada se cumple aproximadamente en dos meses, mientras que la etapa comprendida entre el expendio y la casa se cumple aproximadamente en 15 a 20 días.

Finalmente merece comentarse que la mayoría de las muestras contenidas en recipientes cerrados dieron promedios de yodo ligeramente más altos que las contenidas en recipientes abiertos.

En resumen, la sal yodada en Colombia con yoduro de potasio por la Concesión de Salinas del Banco de la República, bajo el control y la supervisión del Instituto Nacional de Nutrición, al llegar al consumidor contiene cantidades suficientes de yodo para prevenir el bocio endémico.

RECOMENDACIONES

1.—Teniendo en cuenta los positivos beneficios de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en el país, ya demostrados en la primera publicación de esta serie (1), se recomienda la continuación del programa con el mismo control y supervisión del Instituto Nacional de Nutrición.

2.—Teniendo en cuenta que la sal a nivel del consumidor sólo experimentó una pérdida de yodo del 21%, conservando

aún cantidades suficientes de yodo para prevenir la endemia, se recomienda continuar la yodación de la sal con la misma técnica y adicionando el yoduro de potasio en la misma cantidad aproximada de 70 a 75 p.p.m.

3.—Con el objeto de que toda la población colombiana reciba los beneficios de esta importante medida de salud pública, se recomienda que la Concesión de Salinas del Banco de la República lleve a cabo la yodación de toda la sal destinada a consumo humano y animal, ya sea procedente de salinas marinas o terrestres.

4.—Se recomienda al Servicio Seccional de Salud del departamento de Nariño llevar a cabo un programa educativo en la comunidad en general, con el fin de lograr el consumo de sal yodada y el rechazo de la sal no yodada introducida ilegalmente al país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Dr. Francisco Piedrahita Hoyos, Jefe de la Sección de Nutrición del Ministerio de Salud Pública, a los Secretarios y Directores Departamentales de Salud, a los Directores de Distritos de Salud Pública, a los Directores de Centros de Salud y al personal de saneamiento ambiental y de auxiliares de enfermería, así como al personal del Laboratorio del Instituto Nacional de Nutrición, por su oportuna y eficaz colaboración en la realización de este estudio.

SUMMARY

Efficiency of iodized salt in preventing endemic goiter in Colombia. II. Iodine content of salt at the consumer level.

A total of 712 salt samples from stores and from rural and city home in 119 localities (13.6% of the total) were examined; these were selected in accordance with the climatic distribution of the country's tows, considered as being divided into four climatic zones: warm, with an average temperatura above 24°C; mild, with an average between 17.4°C and 24°C; cold, between 12°C and 17.4°C, and very cold, with temperatures below 12°C.

Of the 712 samples examined, 599 (84%) corresponded to refined and iodized salt, and 113 samples (16%) represented non-iodized salt from inland and marine salt mines of the Salt Concession; and, in the Nariño State, largely from Ecuador.

The iodine content of the iodized salt varied between 42 and 60 p.p.m., the general average being 51 p.p.m. As regards non-iodized salt, no sample exceeded 9 p.p.m., the overall average being 1 p.p.m. Average moisture content in the former samples was 0.8% compared with 3.7% in the latter.

In the majority of the states, most of the samples from stores and from urban and rural homes did not vary greatly in their iodine content. The average iodine content of samples taken from these sources was, respectively, 51, 52 and 51 parts per million.

Samples from warm climates contained an average of 48 p.p.m. iodine, those from mild climates 53 p.p.m., those from cold climates 56 p.p.m. and those from very cold climates 44 p.p.m.

Samples packed in water-tight containers or packages (glass, vegetable leaves, plastics, and 50 kg. paper bags) had the highest average iodine content; samples in closed container had slightly higher iodine content than those packed in open containers.

The average iodine content of salt at the level of the Betania Plant at Zipaquirá during the five months preceding this survey (January-May, 1966) was 65 p.p.m. On the basis of this figure and of that obtained in this study (51 p.p.m.), the salt lost 21% of its iodine content. Taking into account that the average daily per capita salt consumption in Colombia is 15 grams, it can be concluded that in spite of the iodine losses as indicated above enough iodine remains in the salt to prevent endemic goiter.

BIBLIOGRAFIA

(1) Rueda-Williamson, R., Pardo, F., Ariza, J. y otros.—"La efectividad de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en Colombia. I. Resultados en escolares de Caldas." **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, vol. XVI, Nº 1, 65-88, 1966.

(2) ICNND. Colombia Nutrition Survey. May-August, 1950. Bethesda, Md. December, 1961.

(3) Rueda-Williamson, R., Pardo, F.—"El control del bocio endémico en Colombia." **Bol. Of. San Pan.** Vol. LXI, Nº 6, 495-503, diciembre 1966.

(4) Banco de la República. Departamento de Investigaciones Económicas. "Atlas de Economía Colombiana". Segunda entrega. Aspectos Político, Humano y Administrativo. Bogotá, 1960.

(5) Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th ed., 461, 1960.

(6) Greenwald, O.—**Amer. J. Clin. Nutr. 3:** 215, 1956.

(7) Cantarow, A.; Schepartz, B.—Biochemistry. Ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 641, 1952.

(8) National Research Council.—"Recommended Dietary Allowances". Washington, D. C., 1964.

(9) Banco de la República. Informes suministrados al Instituto Nacional de Nutrición sobre los promedios de yodo de la sal en los primeros cinco meses de 1966.

(10) Holman, J. C.; McCartney, W.—"Sal yodada". OMS. Serie de Monografías Nº 44, 468, 1961.

(11) Rueda-Williamson, R.; Mondragón, E.—"La yodización de la sal en Colombia". Mimeógrafo. Publicación DIR-65-23. Instituto Nacional de Nutrición, Bogotá, 1965. Presentado al Seminario sobre Yodización de la Sal para la Prevención del Bocio Endémico, reunido en Salta, Argentina, 1965.