

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**EVALUACION DE LA SITUACION NUTRICIONAL DE YODO EN
NIÑOS Y NIÑAS, DE ESCUELAS OFICIALES RURALES MIXTAS
DE LA REGIÓN V Y VI DEL PAÍS, A TRAVES DE LA EXCRECION
URINARIA DE YODO**

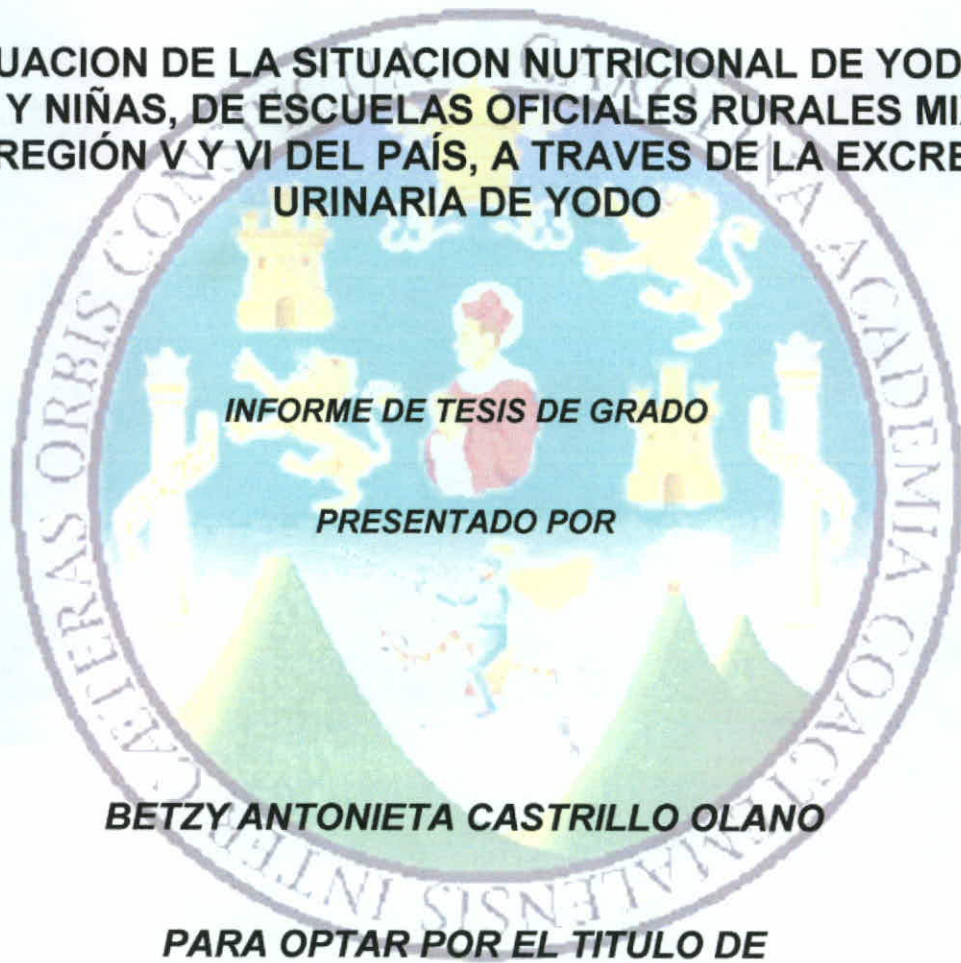
INFORME DE TESIS DE GRADO

PRESENTADO POR

BETZY ANTONIETA CASTRILLO OLANO

PARA OPTAR POR EL TITULO DE

MAESTRIA EN NUTRICION Y ALIMENTACION



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

GUATEMALA, ABRIL DEL 2007

DL
06
T(2570)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

JUNTA DIRECTIVA

Óscar Manuel Cobar Pinto, Ph.D.	DECANO
Pablo Ernesto Oliva Soto	SECRETARIO
Licda. Lillian Raquel Irving Antillón, M.A.	VOCAL I
Licda. Lilliana Vides de Urizar	VOCAL II
Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez	VOCAL III
Ángel Damián Reyes Valenzuela	VOCAL IV
Ángel Jacobo Conde Pereira	VOCAL V

**CONSEJO ACADEMICO
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Óscar Manuel Cobar Pinto, Ph.D. , DECANO

Licda. Lissette Madariaga Monroy, M.Sc.

Dr. Jorge Luis De león Arana

Dr. Jorge Erwin López Gutiérrez

Félix Ricardo Veliz Fuentes, M.Sc.

INDICE

I.	Resumen ejecutivo	2
II.	Introducción	3
III.	Definición del problema	5
IV.	Justificación	6
V.	Marco teórico	8
VI.	Objetivos	19
VII.	Metodología	20
VIII.	Resultados	23
IX.	Discusión de resultados	26
X.	Conclusiones y recomendaciones	27
XI.	Referencias bibliográficas	28
XII.	Anexos	31

I. RESUMEN EJECUTIVO

Desde hace varias décadas se sabe que, además de la desnutrición calórico-proteínica, las deficiencias de micro nutrientes representan un serio problema de salud pública en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe.

En el presente estudio se evaluó el estado nutricional de yodo en escolares a través de la excreción urinaria de yodo en niños (as), de las Escuelas Oficiales Rurales Mixtas del país en los meses de Agosto y Septiembre del 2,005.

El estudio se realizó a nivel nacional, pero para fines académicos, las regiones del país se distribuyeron entre 4 alumnos de la Maestría en Nutrición y Alimentación MANA, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En el presente informe se presentan los resultados de las regiones: Región V Centro (Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla) y VI Sur occidente (Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá, Retalhuleu y Suchitepéquez).

Las muestras de orina fueron evaluadas en el laboratorio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá-INCAP, a través del método cinético de micro placa para determinación de yodo total en orina.

Los resultados del presente estudio evidencian que la mediana de excreción urinaria de yodo a nivel nacional fue de 143.8 $\mu\text{g/litro}$, lo que indica un estado nutricional óptimo para este micro nutriente.

Además, los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Totonicapán, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos, presentaron medianas de yoduria entre 100 y 199 $\mu\text{g/litro}$, que indican un estado nutricional adecuado. Los departamentos de Escuintla y Quetzaltenango, presentaron medianas de yoduria mayor de 300 $\mu\text{g/litro}$, que indica exceso, y riesgo de consecuencias graves a la salud. Únicamente el departamento de Sololá presentó una mediana de yoduria de 78.43 $\mu\text{g/litro}$, que indica deficiencia leve.

Los resultados del análisis de varianza de los datos obtenidos a nivel nacional, muestran que existe diferencia significativa por departamento; mientras que el análisis por edad y sexo, no mostró diferencia significativa.

II. INTRODUCCIÓN

La deficiencia de yodo representa un problema de salud pública ya que constituye una importante causa de problemas de desarrollo mental en los niños y, por consiguiente afecta negativamente el desarrollo socioeconómico de una nación.

La carencia se produce cuando el suelo contiene escaso yodo, lo que hace que su concentración en los alimentos sea baja. Cuando no se aporta la cantidad necesaria de yodo, la tiroides puede volverse incapaz de sintetizar hormonas tiroideas en cantidad suficiente.

La baja concentración sanguínea de estas hormonas es el principal factor responsable de una serie de alteraciones funcionales y del desarrollo, que reciben el nombre genérico de "Desórdenes por deficiencia de yodo".

Con el fin de prevenir y controlar esta deficiencia, la OMS recomienda la yodación universal de la sal por lo que el uso de sal yodada para consumo humano y animal es una práctica común en la mayoría de países. Bajo la dirección de UNICEF y la OMS esta estrategia se ha aplicado en la mayoría de los países donde la carencia de yodo constituye un problema de salud pública, sin embargo, en otros países también se fortifica con yodo el consomé y otros alimentos (18).

En 1952 se reportó una prevalencia de bocio endémico de 38% a nivel nacional. En Guatemala, la fortificación de sal con yodo se introdujo por Ley del Congreso de la República en 1954, y el programa inició en 1959, la encuesta nacional en 1967 encontró que la prevalencia había descendido a 5%.

En 1995 la Encuesta Nacional de Micro nutrientes, mostró que la mediana de excreción urinaria de yodo de niños y niñas escolares y mujeres en edad fértil fue de 22.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$, lo que evidenciaba una buena situación. La excreción de yodo en orina reflejó una ingesta adecuada de este nutriente en todas las regiones del país y lugares de residencia, situación atribuible a la sal yodada (25).

En 1991 se analizó la situación de los alimentos fortificados que llegaba a la población de Guatemala, se encontró que solo el 13% de la sal estaba fortificada y de esta 11% era importada razón por la cual, UNICEF planteó al Ministerio de Educación en Guatemala, establecer un sistema de vigilancia por medio de las Escuelas Centinelas Micro nutrientes. (25).

En esta metodología fueron seleccionadas en forma aleatoria con representatividad nacional 420 escuelas oficiales rurales mixtas y, en cada una de ellas se seleccionó también al azar 20 alumnos quienes debían proporcionar muestras de sal y azúcar de sus hogares, para evaluar la calidad de los programas de fortificación de sal con yodo y vitamina A en azúcar. Ese mismo año se realizó como parte de la encuesta nacional de micronutrientes, la evaluación de excreción urinaria de yodo en escolares

y en mujeres en edad fértil. A la fecha se continúa este sistema de escuelas centinela micro nutrientes para el monitoreo de los programas de fortificación de alimentos en hogares (8).

La cantidad de yodo excretada por la orina (yoduria), proporciona un buen reflejo de la cantidad ingerida, ya que generalmente más del 90% del yodo ingerido es excretado en la orina. Si bien la forma más exacta sería medir la yoduria en colecciones de 24 horas, esto es prácticamente imposible en el campo. Por lo tanto, la mayoría de las encuestas se hacen colectando muestras casuales de orina (14,39).

Desde 1995 no se evalúa la situación nutricional de yodo en Guatemala, por lo que surgió la necesidad de conocer la situación actual utilizando el yodo urinario como indicador. La evaluación se llevó a cabo con representación nacional en escolares que asisten a escuelas oficiales rurales mixtas. Con la información se estableció la situación nutricional de yodo en escolares y la eficiencia del programa de fortificación de sal con yodo.

Para la realización del presente estudio se contó con el apoyo financiero de UNICEF, el apoyo técnico del INCAP, la Universidad del Valle y la autorización y colaboración del Ministerio de Educación.

Este estudio es parte integral de la Encuesta sobre Rendimiento Escolar, que se realiza anualmente por parte del Ministerio de Educación, con el apoyo de UNICEF y la Universidad del Valle. Conjuntamente se llevó a cabo la recolección de muestras de sal y azúcar de los hogares de los niños que participaron en la encuesta. Dichas muestras fueron analizadas en el laboratorio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, como también las muestras de orina para la evaluación de yodo urinario.

III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La desnutrición es consecuencia de un déficit en la ingesta de energía, proteínas, y micronutrientes, respecto de las recomendaciones dietéticas diarias, y se caracteriza por la desnutrición proteico-energética y los desórdenes o enfermedades causadas por deficiencia de micronutrientes.

Los desórdenes causados por la deficiencia de yodo son irreversibles, sin embargo esta deficiencia nutricional es la más fácil de prevenir por medio de la fortificación universal de la sal con yodo. Los resultados sobre la calidad de la fortificación de la sal con yodo en Guatemala son preocupantes y el programa es deficiente por lo que la población guatemalteca tiene deficiencia de este micronutriente.

El informe de la situación de los alimentos fortificados del 2004 mostró que del total de muestras de sal analizadas, 63% presentó niveles por arriba de 15 mg/kg, que es el mínimo aceptable como de importancia en salud; el promedio de yodo fue de 25 mg/kg. Se puede evidenciar que hubo mejoría leve en cuanto a la cobertura del programa en todo el país (5).

Desde 1995 se realizó la última encuesta nacional de Micronutrientes, por tal razón se evidencia la necesidad de evaluar el estado nutricional de yodo a través de la medición de excreción urinaria de yodo en escolares, con el fin de determinar los niveles biológicos de este micro nutriente. A través de este estudio se proporcionaron datos actualizados para que las autoridades correspondientes tengan bases para la toma de decisiones.

IV. JUSTIFICACIÓN

Entre los importantes logros en la lucha contra la deficiencia de yodo como problema de salud pública, debe destacarse los siguientes: la Resolución No. 39.31 de la Asamblea Mundial de la Salud en 1986, que recomienda a los países miembros, priorizar la atención de las enfermedades causadas por deficiencia de yodo; el Plan Global Estratégico para la Prevención y Control de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo aprobado por Naciones Unidas; la Cumbre Mundial por la Infancia realizada en 1990 en Nueva York y aprobada por los representantes de los gobiernos, que estableció como meta para la erradicación de esta deficiencia el año 2000; y la Conferencia Política sobre Malnutrición por Micronutrientes, realizada en Montreal, en 1991 (6).

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados con la implementación de los programas de alimentos fortificados, aún hay sectores y grupos vulnerables que presentan deficiencias de yodo. Varios monitoreos realizados revelan que hay habitantes en Guatemala que están siendo afectados en sus capacidades físicas y mentales, muchos de ellos de manera irreversible, y que esta situación está obstaculizando, entre otros factores, el desarrollo económico y social del país.

Todo esto se debe a que el programa de yodación de la sal tiene fallas fundamentalmente por falta de responsabilidad y compromiso de algunos de los productores en la realización de una adecuada fortificación. Además, existe una actitud negligente de algunas autoridades en aplicar el reglamento vigente de doble fortificación de sal con yodo y flúor, mismo que obliga a lavar, secar y adicionar el yodo y flúor en forma mecanizada, evitando de esta manera el contrabando y la no fortificación de sal.

En 1999, a nivel latinoamericano, incluyendo Guatemala, se realizó el proyecto del Tiromóvil, el cual tuvo como objetivo la evaluación de los desórdenes de la deficiencia de yodo a través de una furgoneta adaptada equipada con un aparato de ultrasonido, una unidad de computadora y un congelador para almacenar especímenes y fuentes. Dicha unidad recorrió cada país con el fin de recoger información sobre el volumen de la tiroides, la excreción urinaria del yodo y el contenido de yodo en la fuente local de sal. El estudio cubrió 13 ciudades en cada país evaluado, escogiendo como población blanco niños de escuelas de ambos sexos que tenían edades comprendidas entre 6 – 14 años, la mediana encontrada en Guatemala fue de 72 µg/litro (21).

Además, han afectado la eficacia del programa la falta de compromiso político en definir como prioridad la prevención y control de la deficiencia de yodo, y la falta de educación y concienciación sobre la importancia de consumir y exigir que únicamente se venda sal adecuadamente yodada.

Por la problemática planteada anteriormente, se considera necesario contar con información actualizada a través de un nuevo estudio nacional de la excreción urinaria de yodo.

Los resultados de este estudio serán difundidos a autoridades gubernamentales, agencias de cooperación, colegios profesionales, consumidores y sector privado. Además, se harán propuestas de acción preventivas y/o correctivas en beneficio de la población en general, por las implicaciones en el desarrollo social y económico que pueden producir los DDY (Desordenes por deficiencia de Yodo) en la población guatemalteca.

V. MARCO TEÒRICO

A. YODO

1. Descripción

El yodo es uno de los oligoelementos principales para la dieta del ser humano porque participa en la síntesis de las hormonas de la tiroides y es fundamental para muchos procesos bioquímicos; es importante en el desarrollo físico y mental de los niños y niñas. La clave del buen funcionamiento de la tiroides es la ingestión adecuada y no excesiva de yodo (28, 42).

La tiroides es una glándula endocrina, situada en el centro de la parte anterior e inferior del cuello. Consta de dos lóbulos unidos por un istmo. En el adulto, cada lóbulo de la glándula tiroides normal es más o menos del tamaño de un frijol grande (12). Las hormonas secretadas por la glándula tiroidea son tres: tiroxina, triyodotironina y calcitonina, formadas a través del yodo. Tienen efectos fisiológicos sobre el metabolismo de distintos nutrientes. (43)

2. Efectos fisiológicos de las hormonas tiroideas

Son numerosos los efectos fisiológicos adscritos a las hormonas tiroideas, pudiendo explicarse este hecho porque afectan la transcripción de gran número de genes, lo que hace que prácticamente todas las células del organismo formen una gran diversidad de enzimas, proteínas estructurales, proteínas transportadoras, hormonas y otras sustancias. De esta manera, todo el metabolismo intermedio y procesos relacionados con él, se encuentren afectados por la actividad tiroidea (43).

Dentro de esa responsabilidad de regulación metabólica general del organismo, las hormonas tiroideas presentan una incidencia destacable en los procesos de crecimiento general y desarrollo cerebral en la vida fetal y neonatal (43).

B. DESÓRDENES POR DEFICIENCIA DE YODO

La deficiencia de yodo es reconocida como la principal causa de discapacidad humana que puede ser prevenida a través del consumo de sal yodada. Esta deficiencia causa una serie de trastornos que han sido englobados bajo la denominación de desórdenes por deficiencia de yodo (DDY) (28).

Entre estos trastornos por deficiencia se pueden mencionar el aletargamiento mental y físico, trastornos de crecimiento, del desarrollo neurológico, de la función mental y retraso neuromotor, la sordomudez, el cretinismo, la idiotez, el bocio y mala función reproductora y productividad general reducida (19, 33, 34).

Los trastornos en el desarrollo neurológico, la función mental y el retardo neuromotor son, sin duda, los efectos más serios del déficit de yodo. Éstos van desde una ligera disminución de la audición y otros efectos leves, hasta un impedimento en el aprendizaje y pobres puntuaciones en diversas pruebas psicológicas y bajo cociente intelectual (19, 34, 36).

Los defectos de la función reproductora se reflejan en tasas elevadas de abortos, mortinatos, defectos congénitos y mortalidad peri natal e infantil. Muchos de los problemas de desarrollo neurológico, función mental y retardo neuromotor tienen su origen durante la época fetal (19,23, 36).

También su deficiencia reduce la disponibilidad de hormonas tiroideas, afectando severamente al ser humano desde el período de la gestación, ocasionando en muchos casos daños irreversibles (19).

La presencia de estas alteraciones trae como consecuencias a largo plazo escaso desarrollo económico individual y colectivo en la población afectada (19).

1. Epidemiología

El bocio que es el agrandamiento de la glándula tiroides, casi siempre se debe a la falta de yodo, y donde el bocio es endémico, también se puede esperar el predominio de otros trastornos por carencia de este micro nutriente (28).

La enfermedad predomina más en mujeres, sobre todo en la pubertad y durante el embarazo. En general, las tasas de prevalencia de bocio de 5% a 19.9% por ciento, se consideran leves; de 20% a 29.9% por ciento, moderadas; y de 30% por ciento, graves. Pero incluso con tasas de 10% a 15% por ciento en la prevalencia de bocio, la necesidad de una intervención por parte de autoridades de salud es importante. Donde hay tasas de prevalencia moderada, se requiere una acción urgente. Donde las tasas son graves, es básico e importante realizar una acción rápida, cómo se puede observar en el siguiente cuadro (34):

CUADRO NO. 1
GRAVEDAD, CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA DE LA DEFICIENCIA DE YODO

Gravedad	Características clínicas *			Prevalencia de bocio típico %	Yodo urinario promedio (µg/litro)	Necesidad de corrección
	Bocio	Hipo tiroidismo	Cretinismo			
Leve (Fase I)	+	0	0	5.0-19.9	> 50-99	Importante
Moderada (Fase II)	++	+	0	20-29.9	20-49	Urgente
Grave	+++	+++	++	>30	<20	Crítica

(Fase III)						
------------	--	--	--	--	--	--

Fuente: Adaptado de OMS, 1994.
 O = ausente; + = leve/menos grave; ++ = moderada/grave; +++ = más grave.

En la actualidad, se calcula que cerca del 38% de la población mundial se encuentra en riesgo de tener déficit de yodo y padecer de trastornos asociados ocasionados por tal deficiencia (19, 25).

La carencia de yodo en Centroamérica y la situación de los programas de control de calidad y vigilancia epidemiológica continúan siendo un reto para los países centroamericanos (25).

2. Factores Ecológicos

Los niveles de yodo en el suelo varían de un lugar a otro y esto determina la cantidad de yodo presente en los alimentos que se cultivan en diferentes lugares y en el agua (19).

La carencia se produce cuando el suelo contiene escaso yodo, lo que hace que su concentración en los alimentos sea baja y la ingesta de yodo de la población sea insuficiente (18).

Las poblaciones más propensas a la carencia de yodo son aquellas que viven en zonas montañosas; también son más vulnerables las personas que habitan en zonas de inundaciones frecuentes o muy erosionadas por la deforestación, los cuales impiden que los micronutrientes se fijen en el suelo y que posteriormente se absorban por las plantas que servirán de alimentos (19).

3. Factores Económicos

La deficiencia de yodo, afecta a la sociedad en general porque los desórdenes por deficiencia de yodo provocan baja en la productividad del país y aumenta la demanda de servicios sociales. Adicionalmente no hay discriminación de localización geográfica y posición económica, ya que sales sin yodo, independientemente de su calidad, se han encontrado en diversas regiones del mundo y estas son consumidas por todos los estratos de la sociedad. Es importante enfatizar, que también las personas pudientes y con dietas ricas y variadas dependen de la sal yodada para recibir este nutriente (19, 36).

4. Edad y sexo

La deficiencia de yodo afecta todas las etapas de la vida humana, desde la fase intrauterina hasta la vejez. Sin embargo, las mujeres embarazadas, las mujeres en período de lactancia, las mujeres en edad reproductiva y los niños menores de 3 años, constituyen la población más vulnerable (45).

En general la carencia de yodo constituye una importante amenaza para la salud y el desarrollo de la población mundial, especialmente para los niños en edad preescolar y las embarazadas (18).

Esta deficiencia afecta con más frecuencia a las mujeres que a los hombres y es más común en mujeres embarazadas, adolescentes y mujeres que están amamantando por el incremento en sus necesidades de macro y micro elementos, ya que su cuerpo necesita mayor cantidad de yodo en esos periodos (17, 34).

C. RECOMENDACIONES DIARIAS

El organismo debe recibir yodo diariamente. La cantidad de yodo requerida varía en función de la edad y de ciertas condiciones fisiológicas. Los requerimientos de este mineral son muy pequeños, ya que el yodo que se secreta en el tubo digestivo es totalmente reabsorbido y la dieta sólo debe reponer lo poco que se excreta por la orina (28).

En el siguiente cuadro se observa los niveles de fortificación oficiales según lo legislado en cada país:

CUADRO NO. 2
NIVELES OFICIALES DE YODO PARA CONSUMO HUMANO

País	Nivel oficial (ppm)
Argentina	23-38
Honduras	60-100
Bolivia	50
México	20-40
Brasil	40-60
Nicaragua	30-50
Colombia	50-100
Panamá	60-100
Costa Rica	30-50
Paraguay	40-60
Chile	70-140
Perú	30-40
Ecuador	50-100
Uruguay	30-40
El Salvador	60-100
Venezuela	40-70
Guatemala	20-60*

Fuente: Pretell, E. et al. 1999. Consenso sobre los desórdenes por deficiencia de yodo en Latinoamérica. Criterios de evaluación y monitoreo para su erradicación sostenida. Rev. Cubana. p. 146-156.

* Dato que se actualizó en la tabla ya que en enero de 2,004 se emitió un nuevo Reglamento para la fortificación de la sal con yodo en Guatemala según Acuerdo Gubernativo 29-2004, capítulo II, artículo No. 3 (Nivel de fortificación).

Según lo establecido, la ingesta diaria debe garantizar los requerimientos de yodo que varían con la edad y ciertas condiciones fisiológicas, como se puede observar en el siguiente cuadro:

CUADRO NO. 3
REQUERIMIENTOS DIARIOS DE YODO SEGÚN
EIDADES Y ESTADOS FISIOLÓGICOS

Población	Requerimiento diario
Infantes (1 -12 meses)	50 µg
Niños (2 – 6 años)	90 µg
Escolares (7 – 12 años)	120 µg
Adultos (mayores de 12 años)	150 µg
Mujeres gestantes y lactantes	200 µg

Fuente: Preste, E. et al. 1999. Consenso sobre los desórdenes por deficiencia de yodo en Latinoamérica. Criterios de evaluación y monitoreo para su erradicación sostenida. Rev. Cubana. p. 146-156.

D. FUENTES ALIMENTARIAS DE YODO

Las cantidades de yodo en los alimentos son muy variables y reflejan el contenido del mineral en los suelos donde las plantas son cultivadas o donde los animales pastan. Las sales de yodo en los suelos son muy solubles, y la erosión provocada por las lluvias ha eliminado el yodo de muchas áreas geográficas. Se han observado suelos con escaso contenido de yodo principalmente en las regiones montañosas, como es el caso de extensas áreas de la región de América Latina, el Caribe y América Central. En estas regiones el aporte natural de yodo es marcadamente insuficiente, tanto para la nutrición animal como humana (44).

En general, los alimentos no marinos tienen poco yodo en Centro América. Las poblaciones que viven en las proximidades del mar gozan generalmente de una amplia disponibilidad de yodo en vista de que éste es muy abundante en los alimentos marinos (mariscos y algunas algas comestibles recogidas del océano). Aun la brisa marina que humedece el aire en estas regiones costeras, contribuye en cierto grado al aporte de yodo a través de los pulmones y las mucosas (4,16). La sal yodada constituye una buena fuente de yodo. La ingesta de 10 gramos de sal que

contiene 0.001% de yodo contribuye a la ingesta dietética en 700 µg de yodo al día (44).

Ciertos alimentos que normalmente son saludables contienen lo que se llaman "bociógenos" -sustancias que pueden interferir con la absorción del yodo o con la secreción hormonal de la tiroides entre los cuales se puede mencionar al repollo, brócoli, coliflor, nabo, maní y fríjol de soya, ya que aumentan la necesidad del yodo, especialmente si se consumen en forma cruda (17).

E. VALORACIÓN E INDICADORES DE LA DEFICIENCIA DE YODO

1. Indicadores para evaluar la carencia de yodo

Los indicadores de resultados pueden clasificarse en evaluaciones clínicas (tamaño de la tiroides, cretinismo) o bioquímicas (yodo urinario y hormonas relacionadas con la tiroides). Una vez definida la población destinataria de la evaluación, la selección de indicadores específicos debe basarse en los siguientes criterios: (10)

a) Aceptabilidad

La aceptabilidad de un indicador ante una población destinataria dada es un factor crucial. Algunos procedimientos, por ejemplo la evaluación del tamaño de la tiroides mediante la palpación, sería generalmente aceptable. Otros, como extraer sangre para análisis bioquímicos, pueden ser totalmente inaceptables, especialmente en ciertos grupos como los lactantes y los niños. El extraer sangre en poblaciones que tienen una prevalencia alta de infección por el VIH incluye algún nivel de riesgo, o riesgo percibido, que debe tenerse en cuenta durante la selección de indicadores (10).

b) Factibilidad técnica

Incluye varios factores, entre ellos:

- ❖ Facilidad de recolección de datos o muestras
- ❖ Requisitos de almacenamiento y transporte de especímenes
- ❖ Portabilidad y resistencia del equipo de campo
- ❖ Disponibilidad del personal para obtener especímenes

c) Desempeño

Otro criterio para la selección de indicadores es su desempeño para identificar la situación con respecto a los trastornos por carencia de yodo. Entre las medidas útiles del desempeño de un indicador se incluye su sensibilidad, especificidad y fiabilidad (10).

d) Interpretación y disponibilidad de datos de referencia

La interpretación de la situación con respecto a los trastornos por carencia de yodo depende de la disponibilidad de datos de referencia. Los datos de referencia ayudan a establecer límites de aceptabilidad y niveles de prevalencia que se emplean en la identificación de los problemas de salud pública. Los datos de referencia son útiles para seleccionar indicadores y grupos destinatarios, y que mejoren la interpretación de diferentes estudios (10).

2. **Indicadores bioquímicos**

a) Yodo en la orina

La prueba de laboratorio más común para evaluar el estado nutricional de yodo, es determinar el yodo urinario. Idealmente la medición de la excreción de yodo urinario, se debe hacer en muestras de orina de 24 horas. La experiencia indica que la concentración de yodo en las muestras de orina tomadas temprano en la mañana (niños y adultos) proporciona una evaluación adecuada del estado de yodo de una población. Se ha encontrado que es preferible expresar los resultados por litro de orina antes que por gramo de creatinina, como se hacía anteriormente. Relacionar el yodo urinario con la creatinina es engorroso, costoso, no confiable e innecesario (10).

Si se acepta que el requerimiento normal mínimo de yodo es 100µg diarios, los valores de yoduria menores de 100 µg por litro denotan deficiencia. Debido a que la medición de yoduria en orinas de 24 horas es prácticamente imposible en el campo, la mayoría de las encuestas se hacen colectando muestras casuales de orina (34).

La determinación del yodo urinario es útil para determinar la gravedad de la deficiencia, como se puede observar:

Grado I, yodo urinario promedio entre 50 y 100 µg/día o por litro de orina. El bocio es poco frecuente, pero está indicada la yodación de la sal.

Grado II, yodo urinario promedio entre 25 y 50 µg/día o por litro de orina. El bocio es frecuente y el hipotiroidismo de diversas intensidades ya aparece.

Grado III, yodo urinario promedio entre <25 µg/día o por litro de orina. El bocio es frecuente y hay hipotiroidismo y cretinismo.

❖ Factibilidad

La aceptabilidad es muy alta y las muestras casuales de orina son fáciles de obtener. Los métodos de valoración de yodo urinario no son difíciles de aprender y usar, pero se debe observar un cuidado meticuloso para evitar la contaminación del yodo en todas las etapas. Se deben destinar laboratorios, equipos y reactivos especiales exclusivamente para este fin. A pesar de ser una metodología relativamente sencilla se requiere de un laboratorio especializado en este tipo de mediciones y que pueda comprobar su competencia en el campo.

La cantidad de yodo que se requiere es pequeña (0.5-1.0 ml.). Los especímenes se recogen en tubos herméticamente sellados, y no requieren refrigeración ni el agregado de conservadores. El contenido de yodo permanece estable durante el transporte al laboratorio. Los especímenes firmemente sellados pueden refrigerarse en el laboratorio durante varios meses hasta que se realice el análisis definitivo. Si se produjera evaporación, la concentración de yodo aumentaría (10).

❖ Desempeño.

Los métodos recomendados pueden detectar niveles de yodo urinario de solo 5 a 20 $\mu\text{g/l.}$, con un coeficiente de variación de menos del 10%. Como en todas las encuestas para estimar la prevalencia, las muestras de población deben ser representativas

❖ Interpretación.

Los métodos modernos hacen factible procesar grandes números de muestra a bajo costo y caracterizar la distribución según diferentes límites e intervalos. Las curvas de distribución de frecuencia son necesarias para la interpretación total, ya que los valores urinarios de las poblaciones por lo general no se distribuyen normalmente, por lo cual debe emplearse la mediana en lugar de la media.

A medida que progresa un programa de prevención de trastornos por carencia de yodo, las tasas de bocio como criterio de eliminación se tornan progresivamente menos útiles, y los niveles de yodo urinario progresivamente más útiles (10).

b) TSH

El yodo es esencial para la síntesis de las hormonas tiroideas, las cuales a su vez son necesarias para el desarrollo cerebral y neurológico normal. La cinética del receptor de la hormona tiroidea en la hipófisis imita la cinética de los receptores de la hormona tiroidea en el cerebro. Cuando los niveles de yodo son bajos, la concentración de hormona tiroidea en la hipófisis estimula la liberación de la Hormona Estimulante de la Tiroides (TSH), la cual es luego detectable en la sangre. Por lo tanto, los niveles de TSH en suero o en sangre entera reflejan directamente la disponibilidad y la suficiencia del nivel de hormona tiroidea. El nivel de TSH es la mejor prueba diagnóstica para determinar el hipotiroidismo (10).

❖ Factibilidad

El Tamiz Neonatal se realiza mediante la cuantificación de la hormona estimulante de la tiroides (tirotropina, TSH) en sangre depositada en papel filtro (tarjeta de Guthrie), obtenida mediante la punción del talón del recién nacido entre los 3 y los 15 días de vida cuando se trata de detectar deficiencia de yodo, o bien, para la detección de hipotiroidismo congénito, mediante la punción del cordón umbilical en la primera media hora de vida. (11)

G. PREVALENCIA DE BOCIO

Uno de los desórdenes por deficiencia de yodo más visibles es el bocio o güegüecho como se el llamaba coloquialmente en Guatemala. (7).

La prevalencia de bocio total mayor de 5 % en escolares es el punto de corte para señalar la presencia de un problema de salud pública. En general se considera que cuando la prevalencia promedio de bocio es mayor del 10 por ciento constituye un problema de salud pública nacional (40).

El método clásico para determinar el tamaño de la glándula tiroides y estimar la prevalencia de bocio es la inspección y palpación, pero este método requiere un alto nivel de capacitación y es menos útil por los problemas de variabilidad que se dan dependiendo del evaluador (40). El grado de la deficiencia de yodo como problema de salud pública en un determinado país o región, será definido según los criterios siguientes:

CUADRO No. 5
INDICADORES DE YODO PARA DEFINIRLO COMO PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA

Indicador	Población objetivo	Leve	Prevalencia moderada	Severa
Bocio (%)	Escolares*	5.0 – 19.9	20 – 29.9	30
Yodo urinario (mediana, µg/litro)	Escolares	50 - 99	20 - 49	<20
TSH > 5 mU/L (%), sangre total	Recién nacidos	3.0 – 19.9	20.0 – 39.9	40
> 10 mU/L (%) en suero Tg sérica (mediana, ng/ml)	Niños y adultos	10.0 – 19.9	20.0 – 39.9	40

* Escolares de 6-12 años.

Los valores absolutos pueden variar con los métodos

Fuente: Preste, E. et al. 1999. Consenso sobre los desórdenes por deficiencia de yodo en Latinoamérica. Criterios de evaluación y monitoreo para su erradicación sostenida. Rev. Cubana. p. 146-156.

H. SITUACIÓN NUTRICIONAL DE YODO

En la Encuesta Nacional de Micronutrientes (1995) se encontró que la mediana de excreción de yodo en niños escolares y mujeres en edad fértil fue 22 µg/dl lo que indica buena situación. Los valores mas bajos correspondieron a la región del altiplano (16.2 µg/dl) y los mas altos a la costa sur (25.1 µg/dl). El Departamento de Guatemala y Nororiente tuvieron valores intermedios (24.6 y 24.1 µg/dl respectivamente) (23).

Los resultados en los tres lugares de residencia investigados también muestran una excreción adecuada de yodo. En el área rural la mediana fue de 21.1, en el área urbana 24.8 y en la ciudad de Guatemala de 22.1 (23).

I. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROGRAMA DE FORTIFICACIÓN DE SAL CON YODO EN GUATEMALA

El tipo de sal predominante en Guatemala es sal cruda, obtenida directamente del mar. En este tipo de sal, la alta humedad y la cantidad elevada de impurezas obligan a que ésta deba ser fortificada con un contenido mínimo de yodo de 20 mg/kg. Se ha establecido que el programa trabaja de manera adecuada en El Salvador y Honduras, es medianamente aceptable en Nicaragua, y es bastante deficiente en Guatemala (7).

El informe de la situación de los alimentos fortificados del 2004 mostró que del total de muestras de sal analizadas, 63% presentó niveles por arriba de 15 mg/kg, que es el mínimo aceptable como de importancia en salud; el promedio de yodo fue de 25 mg/kg. Se puede evidenciar que hubo mejoría leve en cuanto a la cobertura del programa en todo el país. Sin embargo, al desagregar por regiones, las regiones nor occidente y metropolitana presentan una cobertura por arriba del 80%. Mundialmente se ha establecido que un programa exitoso se identifica cuando 90% o más de las muestras de sal en hogares alcanza este mínimo. Por lo tanto, se puede afirmar que el 80% de la población de las regiones nor occidente y metropolitana recibió sal adecuadamente yodada, el resto, exceptuando a la región norte (menos del 40%), solamente el 60% de la población está recibiendo sal con contenido de yodo importante para la salud. El estado del programa de yodación de la sal ha mejorado respecto de otros años, pero en términos generales, todavía es deficiente (5)

1. Proceso de Yodación de sal en Guatemala

Las salinas o productoras de sal en Guatemala, se encuentran a orilla del mar, están ubicadas a lo largo de la costa del Océano Pacifico. Las mayores áreas de producción son Sipacate, Las Lisas, El Semillero y Champerico. En estas últimas,

existen plantas de envasado de sal. La cantidad de sal producida en Guatemala es alrededor de 1.6 millones de quintales (10).

La mayoría de yodización de la sal (55-60%) es hecho por la adición manual de una mezcla del yodato del potasio con la sal (yodosal) y a veces con carbonato de calcio (yodocal) y mezclándose con palas; 15-20% de algunos productores "grandes" utilizan los mezcladores mecánicos, y 25% es fortificado por aspersion en la fábrica Prodisal (2)

El establecimiento de PRODISAL (fábrica de doble fortificación de sal) apuntó que los colectores pequeños de la sal del mar venderían su producto como materia prima a esta compañía; UNICEF invirtió y proporcionó ayuda a esta idea. Sin embargo, una vez que la industria de proceso de la sal comenzara a funcionar en el año 2000, los colectores pequeños de la sal, dirigidos principalmente por los intermediarios del mercado de la sal, rechazaron vender su producto a esta industria. El factor que más afectó fue la no puesta en vigencia del reglamento, se aprobó posteriormente pero no se ha obligado su cumplimiento. PRODISAL (el 25% de la producción nacional) satisface la mayor parte de las necesidades de la sal del sector alimentario. El sector alimentario también compra sal refinada proveniente de México (2)

Cuarenta por ciento de la sal se vende sin ninguna marca de fábrica, y la mayor parte de la sal "etiquetada" no se puede remontar a una persona o a una industria responsable, porque no son marcas de fábrica autorizadas. Los supermercados en las ciudades principales venden solamente muy pocas marcas de fábrica de la sal, tales como Vitasal, B&Z, Atzan, YaEstá, y Radiante (2).

VI. OBJETIVOS

A. GENERAL:

Evaluar el estado nutricional de yodo a través de excreción urinaria de yodo en niños y niñas, en las escuelas oficiales rurales mixtas de la región regiones), V Centro (Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla), VI Suroccidente (Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá, Retalhuleu y Suchitepéquez).

B. ESPECÍFICOS:

1. Determinar si la población guatemalteca de escolares de la región V y VI presenta deficiencia de yodo.
2. Determinar si existen diferencias de excreción urinaria de yodo por regiones del país en niños y niñas de las escuelas oficiales rurales mixtas de las regiones V y VI del país.
3. Determinar si existen diferencias de excreción urinaria de yodo por grupos étnicos en niños y niñas de la región V y VI de las escuelas oficiales rurales mixtas de Guatemala.
4. Determinar si existen diferencias de excreción urinaria de yodo por sexo en niños de las escuelas oficiales rurales mixtas de la región V y VI de Guatemala.

VII. METODOLOGÍA

A. UNIVERSO

El presente estudio se insertó dentro de un estudio ya planteado por la Universidad del Valle y el Ministerio de Educación, con la asistencia técnica y financiera del INCAP y UNICEF. La representatividad fue a nivel nacional. Para la elaboración del marco de muestreo, se utilizó como base una lista actualizada de todos los establecimientos oficiales de primaria del país. En esta lista se observaron 14,674 establecimientos de los cuales 4 pertenecen al sector municipal, 861 son establecimientos con jornada vespertina y 2 con plan sabatino y fin de semana. Por lo tanto, se redujo este listado a 13,741 establecimientos con las características deseadas.

B. MUESTRA

Para este estudio, se estimó una muestra con nivel de confianza del 95% y un posible error de ± 1.25 respuesta. La muestra incluyó escuelas oficiales, tanto del área urbana, como de la rural. Fue representativa a nivel nacional y departamental. Para ello se consideró las variables ubicación geográfica y el tamaño de la escuela, es decir, el número de estudiantes que atiende.

Se consideraron los establecimientos (escuelas oficiales rurales del nivel primario a nivel nacional) como la unidad primaria de muestreo y las secciones de cada grado como las unidades secundarias. Se utilizó un diseño de dos etapas, con los establecimientos y las secciones como conglomerados. Los establecimientos fueron estratificados por medio de las variables siguientes:

- ❖ Departamento, por ser los dominios de estudio.
- ❖ Área: urbano y rural, como la primera variable de estratificación.
- ❖ Tamaño de los establecimientos, entre dos y seis niveles de tamaño, como segunda variable de estratificación.

El tamaño de la muestra para (820 establecimientos), fue seleccionado a través de la siguiente fórmula (28):

$$n = N \sigma^2 / (N-1)D + \sigma^2$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra de conglomerados
- N = número total de conglomerados
- σ^2 = varianza de los conglomerados
- D = error de muestreo

C. REGIONES A INVESTIGAR

El estudio es de carácter nacional, sin embargo, la evaluación de excreción urinaria de yodo, se realizó en las Regiones V-Central y VI-Suroccidente.

1. Región V-Central:

Esta región está conformada por los departamentos de Escuintla, Sacatepéquez y Chimaltenango. En el cuadro 5 se describen las principales características geográficas de estos departamentos.

CUADRO 5
PRINCIPALES CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DE LA REGION V

Departamento	Extensión	Altura	Población	Clima
Escuintla	4,384 km ²	347 m snm	538,746	Cálido
Sacatepéquez	465 km ²	1,530 m snm	248,019	Templado y frío
Chimaltenango	1,979 km ²	1,800 m snm	446,133	Templado y frío

Fuente: INE. Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación, 2002.

2. Región VI-Suroccidente:

Esta región está conformada por los departamentos de Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos. En el cuadro 6 se describen las principales características geográficas de estos departamentos.

CUADRO 6
PRINCIPALES CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DE LA REGION VI

Departamento	Extensión	Altura	Población	Clima
Sololá	1,061 km ²	2,114 m snm	307,661	Frío
Totonicapán	1,061 km ²	2,495 m snm	339,254	Frío
Quetzaltenango	1,951 km ²	350 y 2,800 m snm	624,716	Frío y cálido
Suchitepéquez	2,510 km ²	371 m snm	403,945	Cálido
Retalhuleu	1,865 km ²	329 m snm	241,411	Cálido
San Marcos	3,791 km ²	2,397 m snm	794,951	Templado

Fuente: INE. Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación, 2002.

D. RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

1. Recolección de las muestras de orina

Antes de recolectar las muestras de orina, se realizó un Taller de inducción y capacitación por parte de las instituciones participantes (INCAP, UNICEF, MINEDUC, UVG) con el fin de capacitar a todo el personal que realizó trabajo de campo.

Se formaron 26 equipos de trabajo, comprendidos por 4 personas, 2 realizaron la encuesta de rendimiento escolar a los alumnos del sexto grado, 1 persona realizó la recolección de sal y azúcar de los hogares de los niños y el otro integrante del grupo recolectó las muestras de orina. Diariamente se visitaron 4 comunidades y, solamente en la última, se recolectó las muestras de orina. En las escuelas seleccionadas para la muestra de orina se escogieron a los niños que deseaban participar en el estudio, hasta completar un total de 3 niños y 3 niñas. Esta cantidad de niños determinada fue debida al presupuesto que se tenía para la realización de esta medición.

2. Análisis de las muestras de orina

Las muestras de orina fueron analizadas por medio del método de determinación espectrofotométrica de yodo en orina, método cinético en micro placa (14). Este es el método más utilizado para medir yodo en orina (anexo II). Las muestras fueron analizadas en Laboratorio de Bioquímica Nutricional del INCAP.

3. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó a través del programa STATA, versión 7, y Excell 2003. Para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre la edad, el sexo y las regiones geográficas, respecto de la excreción urinaria de yodo, se utilizó análisis de varianza. Además, se aplicó una prueba de medias, prueba de Scheffe. Se utilizó un nivel de confianza del 95%.

VIII. RESULTADOS

A. SITUACION NUTRICIONAL DE YODO

1. Excreción de yodo en orina

La cantidad de yodo en la orina es un buen indicador de la cantidad de yodo que se ingiere; este indicador tiene valor a nivel de población, más que a nivel individual. Los valores de yodo en orina entre 100 y 199 $\mu\text{g/litro}$, indican un estado nutricional óptimo de yodo.

2. Situación nutricional de yodo

La mediana de yoduria a nivel nacional fue de 143.8 $\mu\text{g/litro}$, lo que indica un estado nutricional óptimo para este mineral.

Respecto a los resultados a nivel de departamentos, únicamente Sololá presentó una mediana de yoduria de 78.43 $\mu\text{g/litro}$, que indica deficiencia leve. Los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Totonicapán, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos, presentaron medianas de yoduria entre 100 y 199 $\mu\text{g/litro}$, que indica un estado nutricional óptimo. Mientras que los departamentos de Escuintla y Quetzaltenango, presentaron medianas de yoduria mayor de 300 $\mu\text{g/litro}$, que indica exceso, y riesgo de consecuencias graves a la salud (cuadro 7).

CUADRO 7
MEDIANA DE YODURIA

Departamento	Mediana ($\mu\text{g/litro}$)	Estado nutricional
Nacional	143.8	Optimo
Escuintla	301.2	Alto riesgo de efectos graves a la salud
Sacatepéquez	1177.2	Optimo
Chimaltenango	101.95	Optimo
Sololá	78.43	Deficiencia leve
Totonicapán	143.2	Optimo
Quetzaltenango	324.9	Alto riesgo de efectos graves a la salud
Suchitepéquez	138.3	Optimo
Retalhuleu	188.2	Optimo
San Marcos	126	Optimo

3. Análisis estadístico de los datos

El análisis de los datos se realizó a través de análisis de varianza, utilizando el paquete estadístico STATA (versión 7). Se utilizó un nivel de confianza del 95%. Los resultados del análisis de varianza de los datos obtenidos a nivel nacional, muestran que existe diferencia significativa por departamento; mientras que el análisis por edad y sexo, no mostró diferencia significativa (cuadro 8). Además, en la figura 2 se puede apreciar en forma gráfica las diferencias entre los departamentos.

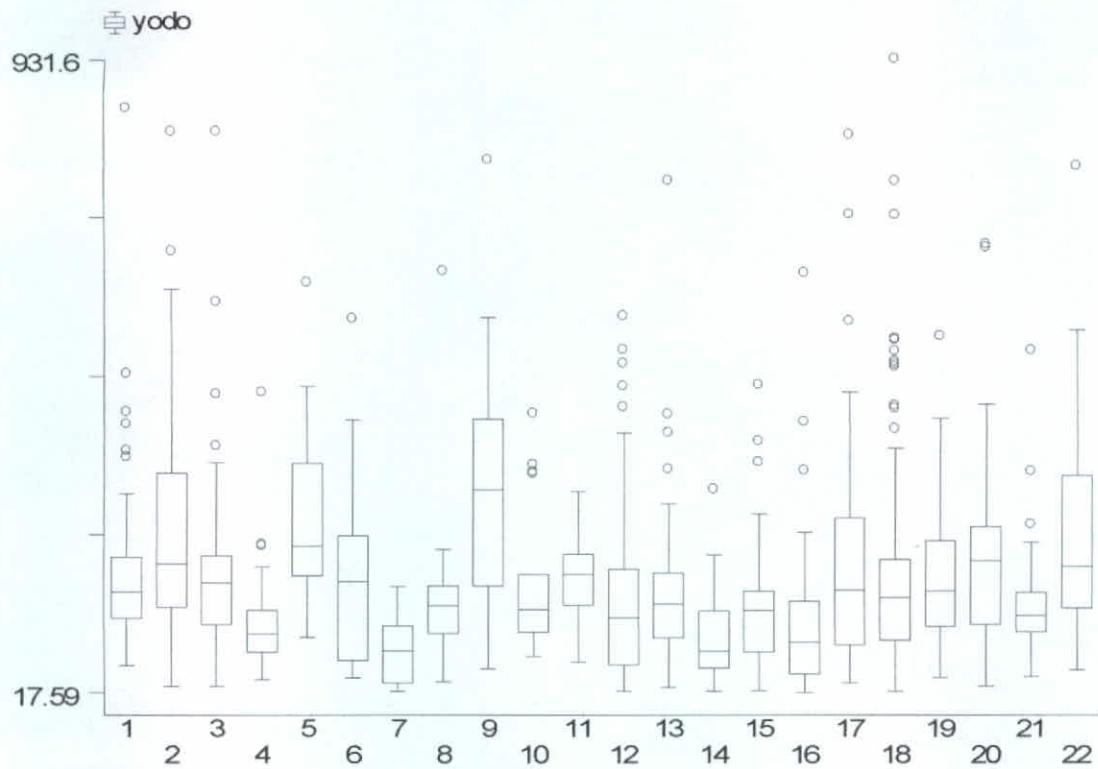
CUADRO 8
ANALISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS A NIVEL NACIONAL

Fuente	Suma cuadrados	Grados libertad	Cuadrado medio	F	Significancia estadística
Modelo	2715387.76	23	118060.338	7.28	0.0000 *
Departamento	2620004.24	21	124762.107	7.70	0.0000 *
Edad	46910.7459	1	46910.7459	2.89	0.0849
Sexo	2572.43109	1	2572.43109	0.16	0.6864
Error	14587199.2	900	16207.99911		
Total	17302587.0	923	18746.03142		

* Existe significancia estadística al 95%.

Por otro lado, la prueba de medias de los tratamientos –prueba de Scheffe–, muestra que con un nivel de confianza del 95%, existe diferencia significativa de los resultados de yodo en los siguientes departamentos: entre Quiché y el Progreso, entre Alta Verapaz y El Progreso, entre Quetzaltenango y Sololá, entre Huehuetenango y Quetzaltenango, entre Quiché y Quetzaltenango, entre Alta Verapaz y Quetzaltenango, y, entre Jutiapa y Alta Verapaz (ver anexo 1).

FIGURA 2
CAJA DE TUKEY DE LOS DATOS DE YODO POR DEPARTAMENTO



IX. DISCUSION DE RESULTADOS

A nivel nacional, la mediana de yoduria fue de 143.8 $\mu\text{g/litro}$, lo que indica un estado nutricional óptimo para este mineral. Además, los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Totonicapán, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos, presentaron medianas de yoduria entre 100 y 199 $\mu\text{g/litro}$, que indican un estado nutricional óptimo. Los departamentos de Escuintla y Quetzaltenango, presentaron medianas de yoduria mayor de 300 $\mu\text{g/litro}$, que indica exceso, y riesgo de consecuencias graves a la salud. Únicamente el departamento de Sololá presentó una mediana de yoduria de 78.43 $\mu\text{g/litro}$, que indica deficiencia leve.

La sal es la única fuente de yodo para la población guatemalteca. De acuerdo con los resultados del monitoreo de alimentos fortificados del 2004, del total de muestras de sal analizadas, 63% presentó niveles por arriba de 15 mg/kg, que es el mínimo aceptable como de importancia en salud; el promedio de yodo fue de 25 mg/kg. Sin embargo, al desagregar por regiones, la región central, y suroccidente, presentan una cobertura alrededor del 90%. Esta situación puede ayudar a explicar, el estado nutricional de yodo encontrado en las regiones central y suroccidente del país.

En el caso de los departamentos de Escuintla y Quetzaltenango, donde se encontró una mediana de yoduria mayor a 300 $\mu\text{g/litro}$, posiblemente los escolares estén consumiendo otras fuentes alimentarias de yodo.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

1. La mediana de excreción urinaria de yodo a nivel nacional fue de 143.8 $\mu\text{g/litro}$, lo que indica un estado nutricional óptimo para este mineral.
2. Los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Totonicapán, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos, presentaron medianas de yoduria entre 100 y 199 $\mu\text{g/litro}$, que indican un estado nutricional óptimo.
3. Únicamente el departamento de Sololá presentó una mediana de yoduria de 78.43 $\mu\text{g/litro}$, que indica deficiencia leve.
4. Los departamentos de Escuintla y Quetzaltenango, presentaron medianas de yoduria mayor de 300 $\mu\text{g/litro}$, que indica exceso, y riesgo de consecuencias graves a la salud.
5. Los resultados del análisis de varianza de los datos obtenidos a nivel nacional, muestran que existe diferencia significativa por departamento.

B. RECOMENDACIONES

1. Promover la participación social y la auditoria social, para asegurar el cumplimiento de la Ley de Fortificación, y por ende, el fortalecimiento de los programas de fortificación.
2. Propiciar la difusión de los resultados del presente estudio, a nivel nacional, y en todas las instituciones del sector público, ONGs y organismos internacionales, que realizan intervenciones para la prevención y control de la deficiencia de micronutrientes.
3. Evaluar la cantidad de yodo en fuentes naturales de agua, o, si existen programas de adición de yodo al agua potable, en los departamentos de Quetzaltenango y Escuintla.
4. Debido al rango tan amplio de la determinación de normalidad de la medición, se recomienda evaluar la utilización de la Media Geométrica en próximas investigaciones.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ascencio, M. et al. 1997. Control de los desórdenes causados por deficiencia de yodo. Costa Rica, Ministerio de salud, departamento de nutrición y desarrollo infantil y sección de vigilancia nutricional. p. 18.
2. A short history and current situation (2004) of the salt Iodization Program in Guatemala. www.mostproject.org/Updates_Feb05/sal
3. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. 2001. 2da. Ed.
4. Castro, C. 1997. Yodización de la sal: la experiencia de Costa Rica en la reducción del bocio endémico. Costa Rica, UNICEF. p. 68.
5. CONAFOR/INCAP/OPS/UNICEF. Situación de los alimentos fortificados, Guatemala, 2005.
6. Consenso sobre los desórdenes por deficiencia de yodo en Latinoamérica. Criterios de evaluación y monitoreo para su erradicación sostenida. Rev Cubana Endocrinol 1999;10(2):146-56
www.bvs.sid.cu/revistas/end/vol10_2_99/end10299.htm - 41k
7. Dary, O.; Boy, E. "Situación del Programa de Fortificación de Sal con Yodo en Guatemala Durante 1995-96". Unidad de Análisis y Protección de Alimentos y Unidad de Micronutrientes, INCAP. Guatemala, 1997. p. 1-6.
8. Dary, O. Evolución del programa de yodación de la sal en Guatemala. Tomado de Internet:
http://www.bvssan.incap.org.gt/bvs_incap/E/conf/sal/sal.pdf
9. El Yodo y la salud, eliminación de los trastornos por carencia de yodo inocuamente mediante la yodación de la sal. 1994. Washington, Programa de alimentación y nutrición, división de promoción y protección de la salud. p. 7.
10. Estudio de Caracterización de la producción y comercialización de la sal en Guatemala. Laboratorios de análisis y servicios, S.A., Informe de análisis 30672-02, año 2002.
11. Girolam D.H. Fundamentos de valoración nutricional y composición corporal. Editorial El Ateneo, Argentina, 2003
12. Guamuch, M. 2003. Programas de salud pública de fortificación de alimentos en Centroamérica. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.
13. Indicadores para evaluar los trastornos por carencia de yodo y su control mediante la yodación de la sal. s. f. Who/NUT, World Health.
14. Indicators for assessing IDD status. 1999. International council for control of iodine deficiency disorders. Vol. 15(3). p. 33-48.
15. INE/UNFPA. Población y locales de habitación particulares, censados según departamento y municipio. Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación. Guatemala, 2002
16. Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá. 1993. Deficiencia de yodo. Guatemala, Informes. p. 10.

17. La eliminación mundial de la carencia de yodo está a nuestro alcance. OMS. Tomado de Internet: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr93/es/>
18. Martínez, A., et al. 2002. Alimentación y salud pública. 2da. Ed. España, McGraw – Hill Interamericana. p. 257.
19. Martínez, C., et al. 2002. Situación de los alimentos fortificados. Guatemala. p.13.
20. Mazariegos, D.; Dary, O. 1993. Determinación espectrofotométrica de yodo en orina. Método Científico en micro placa. INCAP, Laboratorio de bioquímica nutricional.
21. Medeiros. G. El proyecto de Thyromóbil en América Latina: perspectivas para una evaluación de la situación del Brasil referente a IDD en el año 2000. Tomado de Internet: <http://www.lats.org/idd/thyromobil.asp>
22. Micro nutrimentos - el Yodo, el Hierro y la Vitamina A. UNICEF. Tomado de Internet: http://www.unicef.org/spanish/nutrition/index_iodine.html
23. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Encuesta Nacional de Micronutrientes 1996. 27p.
24. Molina, M. et al. Principales deficiencias de micronutrientes en Centroamérica Estrategias del INCAP para su control. OPS, INCAP. Tomado de Internet: <http://www.fao.org/docrep/V1610t/v1610t05.htm>
25. Montes, J. Evaluación del estado de nutrición y salud de los escolares. Tomado de Internet: http://www.bvssan.incap.org.gt/bvs_incap/E/publica/notas/notatec20.pdf
26. Noguera, A.; Gueri, M. 1995. Análisis de la situación de deficiencia de yodo en América Latina: sus tendencias y estrategias de acción. OPS, INCAP. p. 73.
27. Normas técnicas para la prevención y control de deficiencias de Micronutrientes. 1 999. Perú, Programa nacional de prevención de deficiencias de Micronutrientes.
28. Noguera, A. Programas de fortificación de sal con yodo en Centroamérica: lecciones aprendidas. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.
29. Pandav, C. 1996. Introduction to International council for control of iodine deficiency disorders. p.18.
30. Pandav, C. 1996. Independent assessment of country progress towards achieving the goal of iodine deficiency disorders, prevention, control and elimination by and beyond the year 2000.
31. Pretell, E. et al. 1999. Consenso sobre los desórdenes por deficiencia de yodo en Latinoamérica. Criterios de evaluación y monitoreo para su erradicación sostenida. Rev. Cubana. p. 146-156. Tomado de Internet: http://www.bvs.sld.cu/revistas/end/vol10_2_99/end10299.htm
32. Progress towards the elimination of iodine deficiency disorders (IDD). s f. Department of nutrition for health and development world health organization, ICCIDD and United nations children fund. p. 33
33. Roca, A. Trastornos por Deficiencia de Yodo. Tomado de Internet: <http://www.encolombia.com/medicina/sociedades/cien/diabetes30703-trastornosdeficiencia.htm>

34. Scheaffer, Mendenhall & Ott. 1987. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Ibero América, México)
35. Sobre el desorden del deficiencia de yodo. Consejo Internacional para el Control de los Desordenes por Deficiencia de Yodo (ICCIDD). Tomado de Internet: <http://www.tulane.edu/~icec/iddcommssp.htm>
36. Sullivan, K.; May, S. 1999. Urinary iodine assessment: a manual on survey and laboratory methods. UNICEF. p. 76.
37. Takkouche, B. et al. Situación mundial en relación con el yodo y progresos de la última década hacia la eliminación de la carencia de yodo. OMS. Tomado de Internet: <http://www.who.int/bulletin/volumes/83/7/anderssonabstract0705/es/>
38. Tercer Taller Regional sobre deficiencias de vitamina A y otros Micronutrientes en América Latina y el Caribe. 1993. Brasil, agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional. p. 164.
39. The national reference laboratory for IDD China. sf. China, Chinese, academy of preventative medicine ministry of health.
40. Trastornos por carencia de yodo. FAO. Tomado de Internet: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file/DOCREP/006/W0073S/w0073s0i.htm
41. Utilización de la nutrición para reducir las defunciones derivadas de la maternidad. 1998. Tomado de Internet: <http://www.unicef.org/spanish/sowc98sp/science2.htm>
42. Véliz, F.; y Gross, L. 2002. Estandarización de un método rápido para la determinación cuantitativa de yodato de potasio en sal solar (común). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
43. Verdu.J.M. Nutrición y alimentación humana. Tomo II. Situaciones fisiológicas y patológicas.
44. Ziegler, E.; Filer, L. 2003. Conocimientos actuales sobre nutrición. OPS, Instituto Internacional de Ciencias de la Vida. Octava edición.

XVIII ANEXOS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ANEXO I

CONSENTIMIENTO INFORMADO SOBRE TOMA DE MUESTRA DE ORINA PARA ESTUDIO DE YODO, EN ESCOLARES DE ESCUELAS CENTINELAS.

EL YODO ES UN ELEMENTO ES IMPORTANTE PARA EL ADECUADO CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO ESCOLAR DE LOS NIÑOS Y NIÑAS

DESPUES DE SER INFORMADO DE LOS OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO, YO: _____

AUTORIZO QUE MI HIJO _____ PROPORCIONE UNA MUESTRA DE ORINA, QUE EL MISMO DEPOSITARA EN UN RECIPIENTE PLASTICO DESECHABLE, SIN QUE ESTO REPRESENTA NINGUN RIESGO A SU PERSONA Y A SU SALUD, QUE ENTREGARA AL PERSONAL QUE LO RECOLECTARA EN SU CENTRO DE ESTUDIO, Y QUE SERVIRA UNICAMENTE PARA ANALIZAR LA CANTIDAD DE YODO QUE CONTIENE.

FIRMA _____ PADRE O MADRE DE FAMILIA-

HUELLA DIGITAL DEL NIÑO O DEL PADRE O MADRE _____

CEDULA NUMERO _____

NOMBRE Y FIRMA DE TESTIGO: _____

CENTRO DE ESTUDIO _____

REGION _____

CODIGO DEL NIÑO(A) _____

LUGAR Y FECHA: _____

ANEXO II

DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE YODO EN ORINA, MÉTODO CINÉTICO EN MICROPLACA

A. PUNTOS CRÍTICOS Y PRECAUCIONES

1. **Colección de la muestra**

Las muestras se recolectan en frascos limpios. Para conservarla se acidifica con 0.040ml de HCL-2.0 M por cada ml de orina. También se puede usar azida de sodio (NaN₃) para preservar las muestras. La concentración final debe ser de 0.02%. Se almacenan las muestras en refrigeración o congeladas (-20°C), si el análisis no se hace en la semana siguiente de la recolección.

2. **Contaminación**

-La cuantificación de yodo se hace a nivel de nanogramos, por lo que el análisis es sensible a contaminación que, proviene de reactivos concentrados. No se deben preparar las soluciones patrón de yodo en el mismo laboratorio en que se realiza la reacción final. Los reactivos deben ser de alta pureza, debe usarse agua desionizada en la preparación de todas las soluciones.

-El mayor problema de contaminación ocurre cuando los reactivos, la cristalería y/o el equipo se contaminan con yodo. Un problema común de contaminación de yodo de las pipetas automáticas.

-Un mal uso de las pipetas puede hacer que se succione solución dentro del mecanismo de la pipeta. Es una buena práctica de laboratorio limpiar semanalmente las pipetas y cada vez que se sospeche de contaminación.

3. **Calidad del Agua**

El abastecimiento de agua limpia libre de yodo es indispensable para la determinación analítica, se debe usar agua desionizada. Es importante que el agua a utilizar esté libre de hierro.

4. **Procedimiento analítico**

Después de la digestión el volumen de cada tubo puede variar. En el macrométodo esta variación no es significativa porque se usa todo el volumen del tubo. Sin embargo en el micrométodo es necesario ajustar el volumen al volumen inicial (2.0 ml) de cada tubo con agua destilada. Esto se puede hacer marcando en el tubo el menisco de la solución antes de la digestión, y reemplazando después el volumen perdido por evaporación con agua desionizada.

El método de análisis tiene un rango lineal de 1.0 a 32µg/dl. Dependiendo de las concentraciones esperadas se pueden variar los puntos utilizados para la curva, Así, si se requiere alta sensibilidad para orinas con baja concentración, se usan los estándares 0.0, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 12.0, 16.0, y 20.0. Si hay alta proporción de valores

altos, se eliminan los estándares 1.0, y 12.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$, y se agregan los estándares 24.0, 28.0, y/o 32.0 $\mu\text{g}/\text{dL}$. Si las muestras son más concentradas que el estándar más alto, se diluyen los digeridos en diluciones 1:2, 1:4, 1:8 con una solución diluida 1:4 (con agua desionizada) del ácido clórico utilizado para la digestión. No es necesario repetir la digestión. El valor obtenido se multiplica luego por el factor de dilución utilizado.

B. EQUIPO

Bloques calentadores (110°)
Campana con extractor
Lector de microplacas Molecular Devices (opción cinética, filtro 405)
Pipetas manuales (20-200 μL , 200-100 μL)
Pipeta multicanales (25-100 μL)
Pipeta repetidora
Vortex

C. MATERIALES

Balón Volumétrico de 1000ml
Balones volumétricos 200ml
Balones volumétricos 100ml
Beakers de 50ml(3)
Beakers de 250 ml(2)
Frascos de plástico de 250ml
Frascos de vidrio Oscuro
Microplacas
Puntas de pipeta
Tubos de ensayo de 10ml

D. REACTIVOS

Ácido Clorhídrico (HCL), 37% p/p, 1.19 g/ml, Merck Art. 137, PM 36.5
Ácido Perclórico (HClO₄) 70%, 1.67 g/ml, Merck Art. 519, PM 100.46
Ácido Sulfúrico (H₂SO₄), 96-97%, 1.84 g/ml, Merck Art. 714 PM 98.08
Clorato de Potasio (KClO₃), 99.0% Merck Art. 4944, PM 122.55
Cloruro de sodio (NaCl), 99.5%, Merck Art. 6404, PM 58.44
Hidróxido de Sodio (NaOH), 99%, Merck Art. PM 40.01
Sulfato Cérico de Amonio (Ce(SO₄)₂ · 2(NH₄)₂SO₄) · 2H₂O; Merck 2273; PM 632:55
Trióxido de Arsénico (As₂O₃), 99.5%, Merck Art. 119; PM 197.84
Yodato de Potasio p.a. (KIO₃), 99.5%, Merck Art. 5051, PM 214.01.
Agua des ionizada

E. PROCEDIMIENTO

1. Digestión de las muestras

a) Mezcle las orinas en Vórtex, para suspender cualquier precipitado. En el laboratorio se ha visto que no es necesario filtrar la muestra, pues se obtienen resultados semejantes, en muestras filtradas y sin filtrar.

b) En tubos de 10ml ponga 1.5 ml (1500 μ L) 1* de cada Estándar, de los controles, y de cada muestra. Esto se hace en duplicado.

c) Agregue 0.50 ml (500 μ L) de ácido clórico (solución A). Marque con marcador permanente el nivel del menisco en el tubo. tape los tubos con cincos (canicas) y colóquelos en los bloques de calentamiento dentro de una campana de extracción. Digiera por una hora a una temperatura entre 110 y 115° C. Enfríe los tubos a temperatura ambiente.

F. ANÁLISIS DE YODO

Ajuste el volumen de todos los tubos a 2.0 ml. con agua desionizada.

Agregue 50 μ L de cada Estándar, del control, y de las muestras a cada pozo en la microplaca. Los duplicados se colocan a cada lado a lado en sentido horizontal.

Encienda el lector de microplacas. Programe las siguientes condiciones para el análisis:

AUTOMIX	ONCE	El equipo agita la placa una vez antes de hacer la lectura.
READ MODE	KINETIC, 405 nm	El equipo hace lecturas automáticas cada 5s
TIEMPO DE LECTURA	2 minutos	
OD LIMIT	-0.2 unidades	Es el valor de absorbancia con que el aparato hace los cálculos de velocidad, el signo negativo indica que es cinética negativa.
DATA DISPLAY	ANALIZED, LINEAR	Es el tipo de análisis numérico para los datos.

En el lector también se indica (opción TEMPLATE F1) la posición de la curva de calibración y de las muestras, con su factor de dilución (inicialmente 1) para que el

programa realice los cálculos automáticamente, con la regresión que se le haya indicado en DATA DISPLAY

Cuando haya colocado todas las muestras en las placas agregue 50 μ L de ácido arsenioso 0.98% en H₂SO₄ 1.75M (solución B) a cada pozo. Esto se hace rápidamente con una pipeta multicanales. Deje reposar la placa por lo menos 25 minutos.

Con el equipo listo para leer la placa añada, con ayuda de la pipeta multicanales, 100 μ L de sulfato cérico amónico 0.6% en H₂SO₄ 1.75M (solución C) a cada pozo de microplaca.

Inmediatamente coloque la microplaca en el lector y comience la lectura. Los resultados se obtienen en MOD/min(cambio de absorbancia por unidad de tiempo).

Cuando no hay suficiente muestra, o para no utilizar tanto ácido perclórico se pueden utilizar 0.750 ml de muestra, y 0.250 ml de ácido clórico para la digestión.

G. CALCULOS

Con el programa SOFTMAX 2.0, los cálculos son dados directamente. Si el cálculo es manual:

- ❖ Calcule la recta de regresión concentración de yodo (μ g/dl) versus velocidad de reacción.
- ❖ Calcule la concentración de yodo en base a la recta de regresión y multiplicando por el factor de dilución de la muestra (1, usualmente).

1. Verificación de la recuperación del método.

El cálculo de recuperación no es necesario, debido a que se corren estándares desde el primer paso del análisis. Sin embargo puede calcularse agregando a tres muestras de orina con concentraciones diferentes (en los rangos de 2-3 μ g/dl) una cantidad de estándar que suba la concentración de las muestras en 5 μ g/dl. El volumen añadido no debe exceder 10% del volumen original de la muestra. Para corregir por dilución se agrega a otra porción de la muestra un volumen igual al que se añadió de estándar, pero de agua desionizada. La recuperación es el ratio de la concentración recuperada sobre la concentración añadida.

2. Variantes

- ❖ Tal como se indicó en el procedimiento, es posible utilizar la mitad de la muestra (0.750 μ L) y de ácido clórico (0.250 μ L) para digerir la orina. Esto no cambia los resultados obtenidos.

- ❖ La concentración de sulfato Cérico amónico (0.6% en H₂SO₄ 1.75M) puede reducirse a 0.3 o 0.15% si el lector de microplacas no es lineal con la absorbancia inicial del reactivo.

H, VALORES DE REFERENCIA

La siguiente tabla debe ser parte del informe de resultados en µg/litro.

Analito	Espécimen	Unidad de Medida	Rango de referencia
YODO	ORINA	µg/litro	<20= Insuficiente (deficiencia severa de yodo) 20-49 = Insuficiente(deficiencia moderada de yodo) 50-99= Insuficiente(deficiencia leve de yodo) 100-199= Adecuada(optima) 200-299= Mas que adecuada(riesgo para hipertiroidismo inducido por yodo, dentro de los 5-10 años de introducida la fortificación de la sal) >300 = Excesivo (riesgo de consecuencias adversas a la salud)

La siguiente tabla deberá ser parte del informe de resultados en µg/dl.

Analito	Espécimen	Unidad de medida	Rango de referencia
YODO	ORINA	µg/dl	< 2.0= Insuficiente (deficiencia severa de yodo) 2.0-4.9 = Insuficiente(deficiencia moderada de yodo) 5.0-9.9= Insuficiente(deficiencia leve de yodo) 10.0-19.9= Adecuada(optima) 20.0-29.9= Mas que adecuada(riesgo para hipertiroidismo inducido por yodo, dentro de los 5-10 años de introducida la fortificación de la sal) >30.0 = Excesivo (riesgo de consecuencias adversas a la salud)

ANEXO III

PRUEBA DE SCHEFFE PARA LOS DATOS DE YODO POR DEPARTAMENTO

Comparación de los datos de yodo por departamento

Row Mean-|

Col Mean	1	2	3	4	5	6
2	62.1494					
	1.000					
3	3.82076	-58.3286				
	1.000	1.000				
4	-81.9973	-144.147	-85.8181			
	0.991	0.311	0.993			
5	86.4445	24.2952	82.6238	168.442		
	1.000	1.000	1.000	0.700		
6	-6.71702	-68.8664	-10.5378	75.2803	-93.1615	
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
7	-122.276	-184.426	-126.097	-40.2792	-208.721	-115.559
	0.929	0.216	0.936	1.000	0.471	0.996
8	-50.0118	-112.161	-53.8326	31.9855	-136.456	-43.2948
	1.000	0.930	1.000	1.000	0.973	1.000
9	95.888	33.7386	92.0672	177.885	9.44346	102.605
	0.910	1.000	0.972	0.011	1.000	0.993
10	-21.3742	-83.5236	-25.195	60.6231	-107.819	-14.6572
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
11	-25.5863	-87.7356	-29.407	56.411	-112.031	-18.8692
	1.000	0.997	1.000	1.000	0.998	1.000
12	-41.7122	-103.862	-45.5329	40.2851	-128.157	-34.9952
	1.000	0.802	1.000	1.000	0.960	1.000
13	-44.6226	-106.772	-48.4433	37.3747	-131.067	-37.9055
	1.000	0.680	1.000	1.000	0.938	1.000

14	-102.37	-164.52	-106.191	-20.3731	-188.815	-95.6533
	0.781	0.029	0.836	1.000	0.342	0.997
15	-58.72	-120.869	-62.5408	23.2773	-145.165	-52.003
	1.000	0.678	1.000	1.000	0.904	1.000
16	-93.3062	-155.456	-97.127	-11.3089	-179.751	-86.5892
	0.642	0.006	0.759	1.000	0.307	0.997
17	13.7479	-48.4015	9.92711	95.7452	-72.6966	20.4649
	1.000	1.000	1.000	0.948	1.000	1.000
18	-15.2012	-77.3505	-19.0219	66.7961	-101.646	-8.48416
	1.000	0.964	1.000	0.994	0.996	1.000
19	.874031	-61.2753	-2.94672	82.8713	-85.5705	7.59105
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20	22.9623	-39.1871	19.1415	104.96	-63.4822	29.6793
	1.000	1.000	1.000	0.958	1.000	1.000
21	-50.747	-112.896	-54.5678	31.2503	-137.192	-44.03
	1.000	0.900	1.000	1.000	0.965	1.000
22	45.7169	-16.4325	41.8961	127.714	-40.7276	52.4339
	1.000	1.000	1.000	0.611	1.000	1.000

Row Mean-

Col Mean | 7 8 9 10 11 12

8	72.2646					
	1.000					
9	218.164	145.9				
	0.014	0.393				
10	100.902	28.6376	-117.262			
	1.000	1.000	0.962			
11	96.6902	24.4256	-121.474	-4.21201		
	0.999	1.000	0.821	1.000		
12	80.5643	8.29965	-137.6	-20.3379	-16.1259	
	1.000	1.000	0.103	1.000	1.000	
13	77.6539	5.38928	-140.511	-23.2483	-19.0363	-2.91037

		1.000	1.000	0.044	1.000	1.000	1.000
14		19.9061	-52.3585	-198.258	-80.9961	-76.7841	-60.6582
		1.000	1.000	0.000	1.000	0.999	0.999
15		63.5564	-8.70818	-154.608	-37.3458	-33.1338	-17.0078
		1.000	1.000	0.077	1.000	1.000	1.000
16		28.9703	-43.2944	-189.194	-71.932	-67.7199	-51.594
		1.000	1.000	0.000	1.000	0.999	0.999
17		136.024	63.7597	-82.1401	35.1221	39.3341	55.4601
		0.818	1.000	0.986	1.000	1.000	1.000
18		107.075	34.8107	-111.089	6.17307	10.3851	26.511
		0.949	1.000	0.237	1.000	1.000	1.000
19		123.15	50.8859	-95.0139	22.2483	26.4603	42.5862
		0.990	1.000	0.997	1.000	1.000	1.000
20		145.239	72.9741	-72.9257	44.3365	48.5485	64.6745
		0.829	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21		71.5294	-735186	-146.635	-29.3728	-25.1608	-9.03484
		1.000	1.000	0.304	1.000	1.000	1.000
22		167.993	95.7287	-50.1711	67.0911	71.3031	87.4291
		0.434	0.989	1.000	1.000	1.000	0.964

Row Mean-|

Col Mean | 13 14 15 16 17 18

14		-57.7478					
		0.999					
15		-14.0975	43.6503				
		1.000	1.000				
16		-48.6836	9.06416	-34.5862			
		0.999	1.000	1.000			
17		58.3704	116.118	72.4679	107.054		
		0.999	0.532	0.998	0.340		
18		29.4214	87.1692	43.5188	78.105	-28.949	
		1.000	0.694	1.000	0.305	1.000	

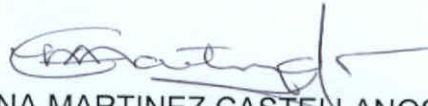
19	45.4966	103.244	59.5941	94.1802	-12.8738	16.0752
	1.000	0.987	1.000	0.988	1.000	1.000
20	67.5849	125.333	81.6823	116.268	9.21442	38.1635
	0.999	0.649	0.998	0.546	1.000	1.000
21	-6.12446	51.6233	7.973	42.5592	-64.4949	-35.5458
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
22	90.3394	148.087	104.437	139.023	31.969	60.918
	0.923	0.128	0.904	0.048	1.000	0.999

Row Mean-			
Col Mean	19	20	21

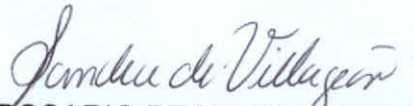
20	22.0883		
	1.000		
21	-51.6211	-73.7093	
	1.000	1.000	
22	44.8428	22.7546	96.4639
	1.000	1.000	0.983



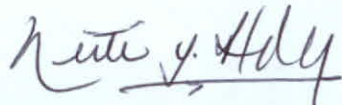
BETZY ANTONIETA CASTRILLO OLANO.
AUTORA



MSc. ANA CAROLINA MARTINEZ CASTELLANOS DE FIGUEROA.
ASESORA



LICDA. SANDRA ROSARIO RECINOS POITEVIN DE VILLAGRAN.
REVISORA I



MSc. NICTE RAMIREZ AGUILAR.
REVISORA II



MSc. LISSETE MADARIAGA MONROY
DIRECTORA DE ESCUELA DE POSTGRADO



DR. OSCAR COBAR PINTO
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA