



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN

**DISPONIBILIDAD DE YODO EN SAL DE
CONSUMO FAMILIAR Y SU ASOCIACIÓN
CON LA YODURIA EN NIÑOS MENORES DE 5
AÑOS DEL ESTADO DE HIDALGO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN

P R E S E N T A

MICHEL CHÁVEZ DOSSETTI

DIRECTOR: M. en C. GUADALUPE LÓPEZ RODRÍGUEZ

CODIRECTOR: L. en N. TRINIDAD LORENA FERNÁNDEZ CORTÉS.

PACHUCA, HGO. AGOSTO 2006



Agradecimientos

Maravilloso Señor: Tu gracia ha sido sorprendente en mi vida. Tu misericordia, bondad y amor hacia mi no ha tenido límites. Gracias por permitir culminar esta parte de mi formación. Dama la fuerza y la sabiduría necesaria para seguir adelante.

Gracias a:

Mi Casa de Estudios, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por contribuir a mi formación profesional. Siempre bajo los cimientos de “**Amor** como principio, **Orden** como base y **Progreso** como meta”

Mis padres, Carmen e Isidro, a mis hermanos Thania y Sergio y a Eliana por apoyarme en todo momento, que la unión y el amor persistan por siempre.

Mis seres queridos, mis tíos: Juan, Cecilia, Concepción, Pedro, Mario, José Ángel a mis primos hermanos Luis y Diana a Pedro, Pablo, y a todos los que conforman mi familia gracias por brindarme lo mejor de ustedes.

Los amigos que me han acompañado a lo largo de la vida, gracias por su amistad.

Mi Director de Tesis M. En C. Guadalupe López Rodríguez gracias por su confianza y apoyo aun en la distancia. A mi codirector LN Trinidad Lorena Fernández Cortes por su asesoría, gracias a todos los maestros que me apoyaron en este proyecto al M en SP. Javier Villanueva Sánchez gracias por su gran aporte y sencillez, al M en C Marcos Galván García por su comprensión, al Dr. Ernesto Alanís García por su apoyo incondicional, a la M en C Esther Ramírez Moreno por su apoyo y atención.

Dios los bendiga.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	10
I. MARCO TEORICO	11
CAPITULO 1. HISTORIA	11
CAPITULO 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL YODO	12
2.1. Ciclo del yodo en la naturaleza.	12
2.2. Función fisiológica	13
2.3. Metabolismo del yodo.	15
2.4. Recomendaciones de yodo en niños.	17
CAPITULO 3. DEFICIENCIA DE YODO	18
3.1. Criterios para definir el grado de deficiencia de yodo.	18
3.2. Indicadores para definir el grado de deficiencia de yodo	19
3.3. Planes y programas para revertir la deficiencia de yodo	20
3.3.1. Yodación de sal. Método para combatir las enfermedades por deficiencia de yodo.	20
CAPITULO 4. LA SAL Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE YODO	21
4.1. Factores que afectan la cantidad de yodo en sal	22
4.2. Consumo de sal en preescolares, escolares y adultos.	23
CAPITULO 5. RELACION ENTRE YODO EN SAL DE CONSUMO FAMILIAR Y LA EXCRECIÓN URINARIA DE YODO	24
5.1. Monitoreo de la cantidad de yodo en sal en México	25

CAPITULO 6. TOXICIDAD DEL YODO	27
CAPITULO 7. ANTECEDENTES	27
7.1. Deficiencia de yodo en México	27
7.2. Deficiencia de yodo en el Estado de Hidalgo	28
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
III. JUSTIFICACIÓN	32
IV. OBJETIVOS	33
V. DISEÑO METODOLÓGICO	34
VI. RESULTADOS	44
VII. DISCUSIÓN	61
VIII. CONCLUSIONES	67
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
X. ANEXOS	72

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS DE RESULTADOS

No.		Pág.
Cuadro 1	Criterios para determinar deficiencia de yodo.	18
Cuadro 2	Criterio epidemiológico para evaluar el estado de yodo en orina.	19
Tabla 1	Concentración de yodo en orina y en sal de niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo. Por Municipio.	48
Tabla 2	Concentración de yodo en sal de acuerdo a la yoduria de niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo. Por Municipio.	50
Tabla 3	Concentración de yodo en sal de acuerdo a la yoduria en niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo. Por Región y Localidad.	52
Tabla 4	Concentraciones de yoduria de acuerdo a la categorización de las ppm en niños menores de 5 años. Por Región.	54
Tabla 5	Concentraciones de yoduria de acuerdo a la categorización de las ppm en niños menores de 5 años. Estatal y por tipo de Localidad.	56
Tabla 6	Frecuencia de yodo en sal y de yodo en orina. Estatal y por tipo de Localidad.	57
Tabla 7	Concentración de yodo en orina y de yodo en sal de acuerdo al grado de marginación. Estatal.	58
Tabla 8	Ingesta teórica calculada a partir de la excreción urinaria de yodo.	59

Grafica 1	Correlación entre las medias de yodo en sal y de yoduria de los municipios del Estado de Hidalgo.	60
-----------	---	-----------

ANEXOS

Figura 1	Distribución del Estado de Hidalgo por Regiones y Localidades.	72
----------	--	-----------

ABREVIACIONES

I	Yodo
OMS	Organización Mundial de la Salud
ICCIDD (Siglas en ingles)	Consejo Internacional para el Control de los Desórdenes por Deficiencia de yodo
DDY	Desórdenes por Deficiencia de Yodo
UNICEF (Siglas en ingles)	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
T3	Triyodotironina
T4	Tiroxina
TSH (Siglas en ingles)	Hormona Estimulante de la Tiroides
ATP	Adenosintrifosfato
TRH (Siglas en ingles)	Hormona Liberadora de Tirotropina
ENDEYO	Encuesta sobre Deficiencia de Yodo
OPS	Organización Panamericana de la Salud
KI	Yoduro de Potasio
KIO ₃	Yodato de Potasio
PPM	Partes por Millón
EENH-2003	Encuesta Estatal de Nutrición Hidalgo 2003

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática

mg Miligramos

$\mu\text{g/L}$ Microgramos por litro

< Menor que

> Mayor que

RESUMEN

Hidalgo es un estado endémico de deficiencia de yodo, la prevalencia observada en niños menores de 5 años en el 2003 fue de 24.5% las prevalencias altas de deficiencia de yodo en Hidalgo persisten desde 1884.

El objetivo del estudio es determinar la asociación entre la disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar y la yoduria en niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo.

En el diseño metodológico se realizó un análisis de datos secundarios de la Encuesta Estatal de Nutrición Hidalgo 2003 (EENH-2003) que evaluó el estado de nutrición de niños menores de 5 años y sus madres. De manera simultanea se recolectaron muestras de sal de mesa de las viviendas seleccionadas en la EENH-2003, determinando la concentración de yodo en partes por millón (ppm). Se obtuvo un total de 1333 muestras y por medio de un análisis estadístico se determinó si existe una relación entre las dos variables.

Los resultados del estudio muestran que la disponibilidad de yodo en la sal de consumo familiar predice levemente la concentración de yoduria, presentando una correlación de $r = 0.272$ ($p = < 0.05$). entre las dos variables, que aunque es baja es significativa. De acuerdo al grado de marginación las variables presentan una relación estrecha ya que entre mayor es el índice de marginación, menor es la cantidad de ppm de yodo en sal y menor la yoduria.

Podemos concluir que la disponibilidad de yodo en sal no predice la excreción urinaria de yodo, es posible que los requerimientos se cubran por medio de otra fuente o que la población consuma alimentos bociogenos.

Palabras clave: deficiencia de yodo, yodación de sal, niños menores de 5 años.

I. MARCO TEORICO

CAPÍTULO 1. HISTORIA

La deficiencia de yodo es el mayor problema de salud pública en los países en desarrollo, afectando principalmente a niños y mujeres embarazadas. Los efectos de su deficiencia producen una gran variedad de desórdenes siendo los más importantes el bocio endémico y el cretinismo¹.

La sal, aceite, agua, chocolate, comprimidos y bebidas, han sido propuestos como vehículos para suplementar yodo, de estos el más aceptado es la yodación de la sal, por ser un alimento de consumo universal, inocuo, de fácil acceso y barato. Esta estrategia se inició en Suecia en 1922. Los investigadores Colman y McCartney en una monografía publicada en 1960 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) concluyen que “Una acción efectiva por parte de las autoridades de salud pública puede asegurar que la sal yodada esté disponible en todas partes del mundo”². Desde entonces, la mayoría de los países se comprometieron a erradicar la deficiencia de yodo implementando el uso de sal yodada.

A pesar de esto, no se han reducido sustancialmente los individuos afectados. En 1990 se estimó que 1572 millones de personas estaban en riesgo de sufrir desórdenes por deficiencia de yodo, 655 millones con bocio y 43 millones con algún daño cerebral^{3, 4}. A partir de los datos de yodo en orina ($<100\mu\text{g/L}$) la OMS estima que 2 billones de individuos en el mundo tiene una ingesta insuficiente de yodo, de los cuales 285 millones son niños (36.5%); la población afectada en el continente Americano es de 75.1 millones incluyendo 10 millones de niños en edad escolar (10.1%)^{5,6}.

León, Greenwald y McCledon manifiestan que el bocio no existió en América antes de la llegada de los españoles sino hasta el siglo XVI⁷. El investigador Hetzel en

1983 concluyó que el bocio y el cretinismo endémico son las manifestaciones clínicas más importantes en la deficiencia de yodo⁸, que con el paso del tiempo se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial afectando aproximadamente a 118 países⁹.

CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL YODO

El yodo es un elemento no metálico que pertenece a la familia halógena, con un peso atómico de 127 y peso molecular de 254. Fue descubierto por Courtois en 1811 cuando fabricaba pólvora empleando cenizas de algas marinas. En 1895 Baumann encontró este elemento en la glándula tiroides, y es David Marine quien demuestra por primera vez la relación entre la deficiencia de yodo y el aumento en el tamaño de la glándula tiroides¹⁰.

La ingestión recomendada de este micronutriente de acuerdo a la OMS es de 90 µg/día en niños menores de 5 años y de 150 µg /día de los 12 años en adelante, hasta la edad adulta¹¹. La fuente principal en la naturaleza son los alimentos marinos, también se encuentra en la carne, leche, huevos, verduras y cereales. Sin embargo la cantidad del mineral disponible de yodo en los animales de pastoreo depende del tipo de vegetales con los que haya sido alimentado, y en el caso de los vegetales, en el tipo de suelo donde hayan sido cultivados¹².

2.1 Ciclo del yodo en la naturaleza

En la naturaleza existe un ciclo del yodo que influye de manera importante en la cantidad de yodo que encontramos en el suelo donde se cultivan los vegetales. La mayor parte del yodo reside en los océanos, tuvo presencia en el desarrollo de la tierra pero grandes cantidades desaparecieron de la superficie del suelo a causa de la glaciación, nieve o lluvias, y los vientos, ríos e inundaciones las llevaron hacia el mar. Las regiones con mayor probabilidad de arrastre de yodo hacia el mar son las

zonas montañosas como las montañas del Himalaya, los Andes, los Alpes europeos y las vastas montañas de China^{10, 13,14}.

El yodo se encuentra en el suelo y en el mar como yoduro, la luz del sol oxida los iones yoduro y los convierte en yodo elemental que es volátil escapando de la superficie del mar un promedio de 400 mil toneladas de yodo al año. El yodo de la atmósfera retorna al suelo con la lluvia que tiene concentraciones de 1.8 a 8.5 µg /L de esta manera se completa el ciclo. Aún completándose el ciclo, el retorno del yodo al suelo es lento, ya en el suelo debemos tener en cuenta que la cantidad de inundaciones es un factor determinante, ya que al paso del agua se pierde el yodo que cayó por medio de la lluvia obteniendo como consecuencia una poca disponibilidad de yodo en el suelo y por lo tanto la absorción del yodo por medio de las plantas es baja, por lo que podemos encontrar plantas que se desarrollaron en suelos deficientes de yodo con contenido tan bajos como 10 µg/Kg. en peso seco, en comparación con 1mg/Kg. en peso seco de plantas que se cultivan en suelos con suficiente yodo¹⁰.

2.2 Función fisiológica

En lo referente a su importancia fisiológica el yodo es un componente esencial de las hormonas tiroideas: la tiroxina, 3,5,3',5'-tetrayodotironina (T₄), y 3,5,3'-triyodotironina (T₃), las cuales participan en la regulación de la temperatura corporal, en el metabolismo basal y en la reproducción^{15, 16}. También intervienen, en la síntesis de proteínas, en la diferenciación celular, en el crecimiento y desarrollo¹⁷.

La regulación de hormonas tiroides es un proceso complejo que no solo compromete a la tiroides sino también a la hipófisis, el cerebro y los tejidos periféricos. La secreción de T₃ y T₄ se encuentra bajo el control de la glándula hipófisis a través de la Hormona estimulante de la tiroides conocida por sus cifras en ingles como TSH que es una glucoproteína¹⁰.

La baja ingesta de yodo en niños menores de 5 años puede ocasionar bocio, hipotiroidismo juvenil, cretinismo y retardo del desarrollo físico, aunque solamente se enfatizan los efectos que se pueden producir en niños menores de 5 años, los daños pueden originarse desde la gestación hasta la edad adulta. En la actualidad a los efectos de la deficiencia de yodo sobre el crecimiento y desarrollo se les ha denominado enfermedades por deficiencia de yodo^{10, 15}. Las alteraciones cognoscitivas se reflejan en el rendimiento escolar ya que una deficiencia de yodo en un niño puede disminuir hasta 13.5 puntos su coeficiente intelectual, además de acarrearle problemas de desarrollo¹⁵.



Mujeres de los himalayas con bocio. Delange. 1992



Cretinismo endémico en la República Democrática Congo. Cuatro habitantes de 15-20 años: un varón normal y tres hembras con severo el hipotiroidismo con el enanismo, desarrollo sexual detenido, hinchados, rasgos de piel y pelo secos y retraso mental severo. Delange 1992.

2.3 Metabolismo del yodo

La tiroglobulina es una glicoproteína larga que se sintetiza dentro de la tiroides y es el principal componente del coloide que llena los folículos del tiroides. Es la forma de almacenamiento de las hormonas tiroideas y contiene aproximadamente 90% del yodo total en la glándula¹⁸.

El cuerpo de un humano saludable contiene de 15 a 20 mg de yodo, del cual el 70–80% se encuentra en la glándula tiroides. Una glándula tiroides normal toma de la circulación la cantidad de yodo necesaria para producir la cantidad de hormona tiroidea que el cuerpo necesita. La afinidad de la glándula tiroides con el yodo es estimada por la cantidad administrada oralmente¹⁰.

En cuanto a su absorción esta es rápida a través del intestino¹³, en forma de yoduro, el cual es filtrado por el glomérulo y parcialmente absorbido en forma pasiva, aunque también puede absorberse en forma activa cuando la excreción del yoduro es baja (95-100% aproximadamente). En la circulación esta en forma libre o unido a proteínas plasmáticas que sirven para transportarlo. El yoduro tiene dos destinos metabólicos principales:

1. Transportado hacia la glándula tiroides.
2. Excreción por orina.

Los yoduros se almacenan en la tiroides, donde se utilizan para la síntesis de T_3 y T_4 , estas hormonas son degradadas en sus células blanco y en el hígado¹³. Cuando la T_3 y T_4 se degradan, el yodo vuelve a la tiroides y es reutilizado.

Las hormonas tiroideas regulan el metabolismo basal, el metabolismo celular, el crecimiento, desarrollo, y el consumo de oxígeno. Actúan en la mitocondria aumentando el tamaño y el número de estas, incrementando la formación de Adenosintrifosfato (ATP) para estimular la producción de energía celular, elevando el consumo de oxígeno y desacoplando la fosforilación oxidativa, estimulando la

síntesis de la enzima adenosintrifosfatasa de Na^+/K^+ que participa en dicha bomba, a medida que las células usan más oxígeno para producir ATP, generan más calor y aumentan la temperatura corporal, la cual se conoce como efecto calorígeno de las hormonas tiroideas, de esta forma desempeñan una función importante en el mantenimiento de la temperatura corporal normal^{19,20,21}.

En la regulación del metabolismo, las hormonas tiroideas estimulan la síntesis de proteínas, aumentan el uso de glucosa en la producción de ATP y producen un equilibrio nitrogenado positivo. Tal proceso contribuye al aumento del metabolismo basal en un 50% y al incremento en la sensibilidad al calor, característico en el hipertiroidismo; por otra parte la disminución del metabolismo basal en 30% se relaciona con hipotiroidismo. Debido a esto las hormonas tiroideas tienen un papel importante en el crecimiento, desarrollo, diferenciación, y metabolismo de casi todos los tejidos del organismo^{21, 19}.

Dado que las hormonas tiroideas intervienen en distintos procesos que requieren de un laboratorio operativo que regule su excreción, la cual esta dada por el hipotálamo, específicamente por su lóbulo anterior llamado adenohipofisis. La regulación se da en dos formas. En la primera, aunque el yodo es necesario para la síntesis de las hormonas tiroideas, la concentración anormalmente alta de este en la sangre suprime la liberación de dichas hormonas. La segunda, consiste en sistemas de retroalimentación negativa, que comprenden la hormona liberadora de la TRH hipotalamica y la TSH adenohipofisaria, estimulan la síntesis y liberación de las hormonas tiroideas^{19, 20}.

Gracias a que la actividad de la tiroides está controlada por la hipófisis y por el hipotálamo, todo individuo sano alberga siempre cantidades de T_3 y T_4 apropiadas para las necesidades del momento¹⁸.

El exceso de yodo se excreta por el riñón presentando una depuración renal normal de yoduro de 30 mL/min; aunque en las heces hay pequeñas cantidades

provenientes de la bilis. Cuando ha sido administrado en grandes cantidades también se elimina en las lágrimas y saliva²⁰.

2.4 Recomendaciones de yodo en niños

Las recomendaciones de ingesta diaria de yodo en niños menores de 5 años dependen del grupo de edad. En los niños recién nacidos la ingesta adecuada se basa en que el niño haya nacido a término, que la madre tenga una salud óptima y este bien nutrida, ya que el niño en esta etapa de la vida se alimenta de la leche de la madre.

Los primeros 12 meses de vida, se dividen en 2 intervalos de 6 meses cada uno. En el primer intervalo, la velocidad con la que crecen cambia constantemente, pero esto no interfiere en la cantidad de ingesta que requiere, ya que se mantiene constante. Durante los siguientes seis meses, la velocidad de crecimiento se retarda y así las necesidades son menores en comparación con la primera etapa²².

A pesar que los requerimientos del yodo varían durante los primeros años de vida, la recomendación es fija desde los 0-59 meses. La OMS, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, conocida por sus siglas en inglés como UNICEF y el Consejo Internacional para el Control de los Desórdenes por Deficiencia de yodo conocida por su sigla en inglés como ICCIDD recomiendan que la ingestión diaria de yodo debe ser:¹¹

- De 90 µg para los niños preescolares (0 a 59 meses)
- De 120 µg para niños escolares (6 a 12 años)
- De 150 µg para los adultos (sobre 12 años)
- De 200 µg para mujeres embarazadas que estén lactando.

CAPITULO 3. DEFICIENCIA DE YODO

3.1 Criterios para definir el grado de deficiencia del yodo

La OMS la UNICEF y el ICCIDD han establecido criterios para definir el grado de deficiencia del yodo y para eliminar los trastornos por deficiencia de yodo. De acuerdo a las recomendaciones emitidas en 1994 por la OMS, la UNICEF y el ICCIDD las concentraciones medias de yodo en orina de 100-199 $\mu\text{g/L}$ para niños en edad escolar y adultos, indican una adecuada ingesta y estado de nutrición de yodo, y una concentración de menor de 50 $\mu\text{g/L}$ indica una moderada deficiencia de yodo en la población^{23, 4}.

El grado de la deficiencia de yodo como problema de salud pública en un determinado país o región, será definido según los siguientes criterios:²³

Cuadro 1. Criterios para determinar deficiencia de yodo				
Indicador	Población objetivo	Prevalencia		
		Leve	Moderada	Severa
Bocio %	Escolares*	5,0-19,9	20,0-29,9	30
Yodo urinario $\mu\text{g/L}$	Escolares*	50-99	20-49	< 20
TSH > 5 mU/L (%), sangre total	Recién nacidos	3,0-19,9	20,0-39,9	40
Ó > 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 de análisis.

Fuente: Pretell E. 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

3.2 Indicadores para evaluar la deficiencia de yodo

En el 2001 la OMS establece que los indicadores más reportados en los países con deficiencia de yodo son: el yodo urinario y la prevalencia de bocio. Dentro del yodo urinario se considera una mediana de $<100 \mu\text{g/L}$, como punto de corte para definir una deficiencia de yodo en orina, utilizando la siguiente clasificación para evaluar el estado de yodo en orina ¹¹.

Cuadro 2. Criterio epidemiológico para evaluar el estado de yodo en orina		
Yoduria ($\mu\text{g/L}$)	Consumo de yodo	Estado nutricio del yodo
< 20	Insuficiente	Severa deficiencia de yodo
20-49	Insuficiente	Moderada deficiencia de yodo
50-99	Insuficiente	Media deficiencia de yodo
100-299	Adecuado	Estado optimo
> 300	Excesivo	Riesgo de consecuencias adversas sobre la salud

Fuente: ICCIDD, UNICEF, OMS Assessment of iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. 2001

La yoduria ha mostrado ser la mejor opción para detectar deficiencias de yodo a nivel poblacional, considerando su asociación con el volumen de tiroides y otros indicadores asociados al estado de nutrición del yodo, como el indicador de talla para la edad. Sin embargo, tiene la desventaja, que la concentración de yodo en orina pueden variar día con día por la cantidad de yodo en alimentos ²⁴.

Existe una fórmula para identificar la cantidad de yodo que se consume en la dieta, utilizando la excreción urinaria en $\mu\text{g/L}$ de una muestra casual, esta fórmula esta relacionada con la cantidad de orina excretada en 24 horas; que para niños de 7 a 15 años de edad es de 0.9 mL/hr/kg este valor se multiplica por la cantidad de yodo

disponible (absorbido) que es del 92% dando una constante de 0.0235 que se utiliza en la siguiente formulación:

Excreción urinaria ($\mu\text{g/L}$) \times 0.0235 \times peso (Kg.) = yodo consumido

Por lo que un niño de 4 años con una excreción urinaria de 100 y con un peso de 11 Kg. consume 25.85 μg de yodo al día ²².

3.3 Planes y programas para revertir la deficiencia de yodo

Debido la magnitud del problema no sólo en México sino también en muchos países, en 1961, el Comité Asesor Científico de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) otorgó alta prioridad a la investigación de este problema entre los países de América Latina, conformándose el grupo técnico y de Investigación del bocio endémico, con la participación de investigadores con prestigio y experiencia en el campo ²³.

3.3.1. Yodación de sal, método para combatir los desordenes por deficiencia de yodo (DDY).

En 1986, la OMS y la UNICEF, consideraron que la yodación de sal comestible era la medida preventiva de mayor cobertura, menos costosa y de probada eficacia en el mundo^{25, 26}. La OMS estima que el costo de la yodación de la sal es ínfimo aproximadamente 0.05 dólares por persona por año, que en realidad es demasiado bajo en comparación con los daños que puede causar su deficiencia^{26, 27}. Pero es hasta 1990 cuando se aprueba la política universal de yodación de sal que es promovida y adoptada en todo el mundo¹⁴.

En 1994 se reúnen en Quito, Perú los representantes de los países del Continente Americano que investigan los desórdenes por deficiencia de yodo dando origen a la

declaración de Quito en la cual establecen la gravedad del problema en América y las posibles soluciones¹².

Por lo tanto Latinoamérica asume el compromiso de alcanzar las siguientes metas:

1. La yodación universal de la sal para consumo humano y pecuario en 1995.
2. Erradicación de la deficiencia de yodo como problema de salud pública en el año 2000.
3. Sostenibilidad de la erradicación de trastornos por deficiencia de yodo.

Para la yodación de sal se utilizan dos formas químicas de yodo, el yoduro de potasio (KI) y el yodato de potasio (KIO₃). El yoduro es más barato pero menos estable, resultando apto solamente con sales altamente purificadas y en clima seco con temperaturas medias. El yodato es más estable y resistente a la evaporación, a diferencia del yoduro puede utilizarse en sales sin purificar, expuestas al calor o humedad²⁸.

CAPÍTULO 4. LA SAL Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE YODO

El yodo proveniente de la sal es la principal fuente del nutriente en el promedio de la población, este programa de fortificación ha sido muy exitoso. Suiza fue el primer país en utilizar este método y han logrado revertir en su totalidad la deficiencia de yodo. Estados Unidos, Guatemala, Colombia y China han sido países en donde ha dado resultado la yodación de sal^{11, 25}.

Aunque la yodación de la sal es el método más efectivo para combatir las enfermedades por deficiencia de yodo en algunos países aún se presentan dificultades en la producción, mantenimiento de la calidad y consumo de la sal yodada lo que hace que la sal no llegue a las personas que lo necesitan.

Aunado a lo mencionado anteriormente existen factores externos que pueden afectar la disponibilidad recomendada de yodo en la sal de consumo. La adición de una menor cantidad a la que establece la NOM-040-SSA1-1993, bienes y servicios. Sal

yodada y sal yodada fluorurada. Especificaciones sanitarias, de 20-40 mg/k.o. es un factor determinante²⁹, sin embargo existen otros factores como el tipo de empaque, el transporte y la cocción que son importantes para la conservación de yodo en sal³⁰.

4.1 Factores que afectan la cantidad de yodo en sal

En un estudio realizado en Canadá por el investigador Diosady, se evaluó la estabilidad de yodo en la sal yodada teniendo en consideración los siguientes factores:

- Calidad de la sal. Los resultados obtenidos por este grupo de investigadores indican que una sal que no es refinada puede perder rápidamente el yodo que le ha sido agregado, debido a las impurezas que contiene.
- Tipo de yodo que es agregado. Mencionan que es mejor adicionar la sal con yodato de potasio que con yoduro de potasio, ya que el yodato es más difícil que se oxide y por lo tanto es más estable en climas semi-tropicales y tropicales
- Tipo de empaque. El empaque es de vital importancia ya que la bolsa en la que se deposita protege a la sal frente a la temperatura y a la humedad relativa. Existen diferentes formas de empaquetar, una de ellas es en bolsas de polipropileno de alta densidad que es la más usada, otra es en bolsas de polipropileno de baja densidad que son las más recomendables y por último las bolsas tejidas que se presentan como las más vulnerables.
- Humedad. Dada lo vulnerable que resulta el yodo una vez que el empaque es abierto, es necesario mantener la sal en buenas condiciones de almacenamiento, condición que en los hogares generalmente no se cumple, debido a que la sal se compra en bolsa y es mantenida en un ambiente húmedo y caluroso como es la cocina sin ningún empaque especial³¹.

Dicho lo anterior es importante mantener controlados estos factores debido a que el yodo proveniente de la sal de consumo familiar puede ser la única fuente del nutriente cuando la familia no ingiere una amplia variedad de alimentos, por lo que entre más monótona sea la dieta de una familia o sujeto más dependiente será de la cantidad de yodo de la sal que consume. Por lo que resulta necesario que las partes por millón en sitio de consumo (hogar, restaurante, etc), contenga cuando menos 15 ppm, cantidad suficiente para que un adulto consumiendo 10 grs. de sal por día cubran su requerimiento de yodo (150 $\mu\text{g}/\text{d}$), y un niño de 0-59 meses debería consumir 6 gramos de esta misma sal (90 $\mu\text{g}/\text{d}$), es importante mencionar que las cantidades de consumo de sal mencionadas anteriormente rebasan a la cantidad de yodo recomendada para un adulto (3 grs./día) por lo que es necesario que la sal contenga mas de 15 ppm y que la alimentación sea variada ya que una ingesta excesiva de sal podría presentar efectos negativos en la salud de los consumidores. Resulta necesario considerar que aunado a los factores mencionados con anterioridad las perdidas de yodo durante el proceso de cocción pueden ser de 20-40% ^{11,30}.

Cabe señalar que la cantidad mínima para lograr una adecuada función de la tiroides se asegura con una ingesta de 50 $\mu\text{g}/\text{d}$ de yodo¹⁰ el cual sería cubierto con el consumo de 3.3 gramos de esta sal con 15 ppm de yodo.

4.2 Consumo de sal en preescolares, escolares y adultos

La ingesta de yodo en México como en muchos países del mundo proviene de la sal de consumo habitual, la cual por ley debe yodarse con 20-40 ppm desde 1993, sin embargo para asegurar una ingesta suficiente de yodo la sal debe contener como mínimo 15 ppm de yodo.

En el año de 1986 el Dr. Martínez desarrolló en México un estudio para determinar el promedio de consumo familiar e individual de sal de mesa en diversas comunidades del Estado de México. La muestra fue de 430 familias seleccionadas azar y se aplicó

una encuesta domiciliaria dirigida a las madres de familia, orientada a conocer los hábitos de compra y uso de sal. Los resultados mostraron que las familias compran 1 Kg. de sal cada mes y siempre compran la misma marca de sal, “porque ser la única que hay” o “por costumbre”.

El consumo más alto de sal en las familias se dio en la comunidad de, La Renta municipio de San Felipe del Progreso con 45.1 g/día y el mas bajo en San Javier, municipio de Tlalnepantla 35.5 g/día El consumo individual de sal presentó una tendencia a la baja en individuos mayores de 51 años y los consumos más altos se presentaron en etapas intermedias de la vida. El promedio de consumo en niños de 1-3 años de ambos sexos fue de 1.9 g/día y en niños de 4-6 años fue de 3.4 g/día. El promedio de consumo individual en hombres de 23 a 50 años fue de 6.9 g/día y las mujeres del mismo grupo de edad consumieron un promedio de 5.4 g /día³².

En otro estudio realizado en Guatemala publicado en 1998 evaluaron el consumo de sal en madre y niños de localidades rurales. Ellos utilizaron la técnica de marcador de litio para evaluar el consumo de sal. El principio de este método lo introducen Sánchez-Castillo, y muestra que el 93% de litio in sal es excretado en orina. Se colectaron 56 muestras de orina. La media de las edades de las madres en Guatemala es de 37.4 y de los niños es de 8.1. Los resultados muestra que el consumo en las madres Guatemaltecas fue de 5.2 + 1.7 g/día de sal mientras que los niños consumían 1.8 +0.6 g/día de sal³³.

CAPÍTULO 5. RELACIÓN ENTRE EL YODO EN SAL DE CONSUMO FAMILIAR Y LA EXCRECIÓN URINARIA DE YODO

La mayor parte del yodo ingerido se excreta a través de la orina (90%), por lo tanto la determinación de la excreción urinaria de yodo, otorga una aproximación de su ingesta. Este método solamente es útil para determinar una ingesta de yodo reciente^{34, 35, 36,37}. El nivel de yodo en orina de una población puede brindar una

estimación relativamente exacta del estado de ingesta alimentaría de yodo de esa población^{35, 22}.

Un estudio realizado en una muestra de 280 escolares de Brasil en el 2002, muestran la relación directa entre la sal yodada de consumo familiar y la excreción de yodo en orina. Dicho estudio analizó muestras de escolares de instituciones publicas y privadas, tomando la muestra de orina y la muestra de sal de consumo familiar de cada uno de los estudiados. Los resultados muestran deficiencias de yodo en orina más frecuentes en los niños de escuelas públicas (35.6%) en comparación con los niños de escuelas particulares (6.7%).

En relación a la concentración de yodo en sal de consumo familiar las concentraciones más bajas correspondieron a los niños de las escuelas publicas (89.9%) en comparación con los niños de escuelas particulares (40.9%). El análisis de la sal de consumo familiar muestra que 161 estudiantes (58.5%) consumen sal con niveles de yodo por debajo de lo recomendado. De estos niños 36.7% presentan deficiencia de yodo y el 63% presenta concentraciones normales. En otro estudio realizado en Hong Kong en 1996 con escolares muestra que el 54.7% de la población presenta concentraciones bajas de yodo en sal y de estos el 45.3% presenta deficiencia de yodo en orina⁹.

La relación entre la ingesta de sal yodada con la yoduria correlacionó fuertemente en un estudio realizado en Latinoamérica ($r= 0.85$), a pesar de haberse utilizado los valores de las medianas de los países en las dos variables (23), en este estudio se incluyo a México. Los resultados encontrados en una población de niños Tarahumaras (Chihuahua) no se observó tal relación³⁸.

5.1 Monitoreo de la calidad y cantidad de yodo en sal en México

En 1991 se inició el análisis cuantitativo de los niveles de yodo en sal realizando un monitoreo a nivel nacional con el fin de conocer el nivel de cumplimiento del

contenido de yodo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud. El estudio reportó que solo el 25% de las muestras cumplía con el contenido de 15-30 mg de yodato de potasio o equivalente/Kg. de sal³⁹. Un dato interesante de comentar es que las empresas están empleando yodatos por considerar que tiene mayor estabilidad que el yoduro y muy pocas empresas utilizan yoduros.

Para 1997 el cumplimiento de la legislación alcanzó el 83%. Es importante tomar en cuenta que el análisis para el monitoreo de las muestras, está influido por factores como: el tiempo de almacenamiento, condiciones del mismo, fecha de producción y condiciones de humedad y calor.

También se realizaron análisis a 246 muestras de sal de 24 Estados. En 81 (34%) muestras se identificó la marca o productor y 157 (66%) no presentaban ningún tipo de identificación. De las muestras con marca, el 23% presentó niveles por debajo de lo normal (20 ppm de yodo) y 55% de las muestras sin marca presentaron niveles por debajo de lo normal. En lo que respecta al tipo de sal, el 23% de sal molida presentaba niveles bajos, en la sal de grano el 59% y en la mixta o semimolida el 63%.

Dichos datos nos muestra que la sal sin marca y de grano o mixta puede presentar una mayor probabilidad de no tener niveles adecuados de yodo, y los estados que presentan niveles mas bajos y por lo tanto un mayor riesgo de presentar focos bociogenos son: Chiapas, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Chihuahua, Baja California Sur y Veracruz.

En lo referente a la preferencia la mayoría de la población señala su inclinación hacia la sal de grano contra la sal de mesa o refinada, con la relevancia que la un elevado porcentaje de sal de grano no esta yodada debido a su producción artesanal. Los factores que contribuyeron a tal preferencia son: el clima, la temperatura promedio anual y la idiosincrasia²⁸.

CAPÍTULO 6. TOXICIDAD DEL YODO

El consumo elevado de yodo en condiciones normales no es perjudicial, es más se ha utilizado para el tratamiento de enfermedades como el asma. El problema surge cuando se ha presentado una deficiencia de yodo por un periodo prolongado, ya que la ingesta de yodo aumenta debido a los programas de prevención lo que puede producir una tirotoxicosis.

Se describe que a partir de la introducción de programas de yodación de sal hay una mayor incidencia de hipertiroidismo en Europa y Sudamérica, que se origina en una tiroides autónoma que se hace independiente del control de TSH y secreta una tasa elevada pese a que la ingesta de yodo se aumente, por lo anterior se ha dado especial atención a la cantidad de yodo que se agrega a la sal y a la cantidad de yodo que se excreta para prevenir una ingestión excesiva de yodo, y asegurando una ingestión adecuada que corrija la deficiencia de yodo.

El investigador Joseph informa que la ingestión diaria de yodo menor de 0.10mg no plantea riesgo de deficiencia de yodo para pacientes con tiroides autónoma. Es importante comentar que el hipertiroidismo se relaciona con estados de morbilidad y mortalidad sobre todo en grupos de edad avanzada^{10, 40}.

CAPITULO 7. ANTECEDENTES

7.1 Deficiencia de yodo en México

Los primeros estudios en México sobre presencia de bocio y cretinismo se dieron en 1884 señalando a los estados de Guerrero, Hidalgo y Veracruz como los de mayor prevalencia de bocio y cretinismo. Para 1964 se estimaba que en el país había más de 5 millones de personas con bocio²⁸. En 1987, el Instituto Nacional de Nutrición reportó prevalencias altas en regiones de Michoacán (hasta 49%) en localidades de Oaxaca (hasta 41%) y en la Sierra Norte de Puebla (hasta 45%)²⁸.

En 1963 en México se aprueba la ley para la yodación de sal la cual exigía que se adicionaran 10 ppm de yoduro de potasio a la sal de consumo humano y para 1965 se empiezan a ver resultados en Tepetlixa, Estado de México en donde un estudio realizado por el Instituto Nacional de Nutrición mostró que la prevalencia de bocio había bajado de 93% en 1962 a 67% en 1965, hasta prácticamente desaparecer en 1972²⁸.

Entre 1993-1994 se realizó la Encuesta Sobre Deficiencia de Yodo (ENDEYO) que informo prevalencias de bocio de 3.2% considerando a los municipios de Cherán, Michoacán; la Perla, Veracruz; Culiacán, Sinaloa; Quiroga, Michoacán; Argelia, Guerrero; Cd. Valles, San Luis Potosí y Metlatonoc, Guerrero como zonas de bocio endémico ya que presentaban bocio en >10% de la población evaluada, el mismo estudio informa prevalencias nacionales de deficiencia de yodo (yoduria <100 µg/L) de 1.8% presentándose las más altas en Sinaloa y Michoacán³⁹. En el año 2004 un estudio realizado en población escolar reportó una prevalencia de deficiencia de yodo en orina en el 14.3% de niños estudiados⁴¹.

7.2 Deficiencia de yodo en el Estado de Hidalgo

El Estado de Hidalgo, ha sido utilizado como referente de la situación nacional de la deficiencia de yodo en México. Los primeros estudios para evaluar el estado de yodo en Hidalgo se realizaron en 1884, donde también se mencionan a Veracruz y Guerrero como Estados con las prevalencias más altas de bocio y cretinismo del país. En 1991 la prevalencia de bocio no había mejorado sustancialmente en la población de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua, donde se registró un promedio de 22.5% (6-41%), en este mismo estudio se informa una prevalencia de deficiencia de yodo (yoduria <50 µg/g creatinina) en el 32.8% de los niños evaluados²⁸.

La Secretaria de Salud de Hidalgo informó en el 2001 una prevalencia de deficiencia de yodo (yoduria <100 µg/L) en niños escolares residentes en albergues indígenas

del 13.4 % al inicio y del 15.7% al final del curso⁴². El último trabajo realizado en niños en edad escolar informó con una prevalencia de deficiencia de yodo del 22%, presentándose diferencias en los niños de la Huasteca (32%), centro del Estado (24%) y Valle del Mezquital (9%)⁸.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A pesar de la implantación en 1963 del programa de yodación de sal para consumo humano en México, la deficiencia de yodo sigue siendo un problema de salud pública en algunas zonas endémicas del país. En 1996 la ENDEYO informó una prevalencia de la deficiencia de yodo en orina en el 1.8% de la población evaluada. Sin embargo un estudio realizado por el Dr. Pretell en 2004 en el ThyroMobil se registró una proporción de niños escolares con deficiencia cercana al 14.3%. En el 2002 el Dr. Martínez publica resultados de tres municipios del Estado de Hidalgo donde se evaluó el estado nutricional de yodo en 673 escolares, de los cuales el 22% presentó algún grado de deficiencia.

Los niños y las mujeres embarazadas son los más vulnerables a la deficiencia de yodo, debido a que sus requerimientos están aumentados y es en esta etapa en que el feto y los niños pueden sufrir de algún grado de daño cerebral irreversible, lo que ocasiona en la edad adulta una baja productividad debido a que su coeficiente intelectual es bajo.

El programa de yodación es la fortificación más eficiente. Sin embargo se requiere no sólo la obligatoriedad por decreto, sino el acatamiento de la disposición por parte de la industria salinera y el monitoreo continuo de la yodación adecuada en los diferentes puntos de distribución, venta o consumo. La responsabilidad de garantizar dicha acción es de los servicios estatales de salud. A pesar de que la Asociación Mexicana de la Industria Salinera (AMISAC) presenta datos de que el 90% de la sal para consumo humano esta adicionada con yodo (> 15 ppm), la prevalencia de deficiencia de yodo no se ha revertido en algunas zonas del país.

Si bien este sistema ha dado resultados en muchos países, en México y en específico en Hidalgo no ha se reflejado en las prevalencia del estado de yodo de los niños en edad preescolar y escolar. El propósito de la OMS para el año 2000 era erradicar la deficiencia de yodo, y hasta el año 2005 no se ha logrado cumplir con

este objetivo, por lo que una evaluación al programa de yodación de sal resultaría benéfico para evaluar los factores que afectan su efectividad.

La respuesta puede estar relacionada con los múltiples factores que pueden incidir en la disponibilidad y en el consumo de yodo en la sal. Sin embargo, pese a lo trascendente que resulta monitorear el consumo de sal y la disponibilidad de yodo en la sal de los mexicanos e hidalguenses con el fin de asegurar una ingesta adecuada de yodo por esta vía, no existe ningún estudio que lo haya considerado. Por lo que resulta prioritario desarrollar el presente estudio donde se pretende analizar la relación entre la disponibilidad de yodo en la sal de consumo familiar y la yoduria dado que la sal es la principal fuente de yodo en la dieta.

III. JUSTIFICACIÓN

En México los datos publicados por la Secretaria de Salud y retomados por la OMS refieren que la prevalencia de deficiencia de yodo en el país ya no representa un problema de salud pública tomando como base que el 90% de la población tiene acceso a sal yodada. Sin embargo, en el Estado de Hidalgo la deficiencia de yodo no ha podido erradicarse, en año 2001 la prevalencia en niños de edad escolar fue del 22%, y en el 2003 del 24.5%, datos que ponen en evidencia que la deficiencia de yodo sigue siendo un problema de salud publica en el Estado de Hidalgo.

Resulta prioritario evaluar si las cantidades de yodo en sal son las recomendadas lo que nos permitirá establecer recomendaciones a la población para reducir la prevalencia de deficiencia de yodo en las poblaciones vulnerables.

Por lo tanto en este estudio se evaluara la disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar y su relación con los niveles de yodo en orina de los niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo.

IV. OBJETIVOS

General

Determinar la asociación entre la disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar y la yoduria en niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo, a partir de los resultados de la EENH- 2003.

Específicos

- Evaluar y validar los valores de yoduria obtenidos de la base de datos de la EENH-2003 que evaluó a niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo
- Evaluar y validar los datos de yodo en sal de las muestras colectadas de manera simultánea a la EENH-2003 en las viviendas de los niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo
- Establecer la relación entre los datos obtenidos mediante un análisis estadístico.

HIPÓTESIS

La disponibilidad de yodo en la sal de consumo familiar corresponde con la excreción de yoduria de los niños preescolares del Estado de Hidalgo.

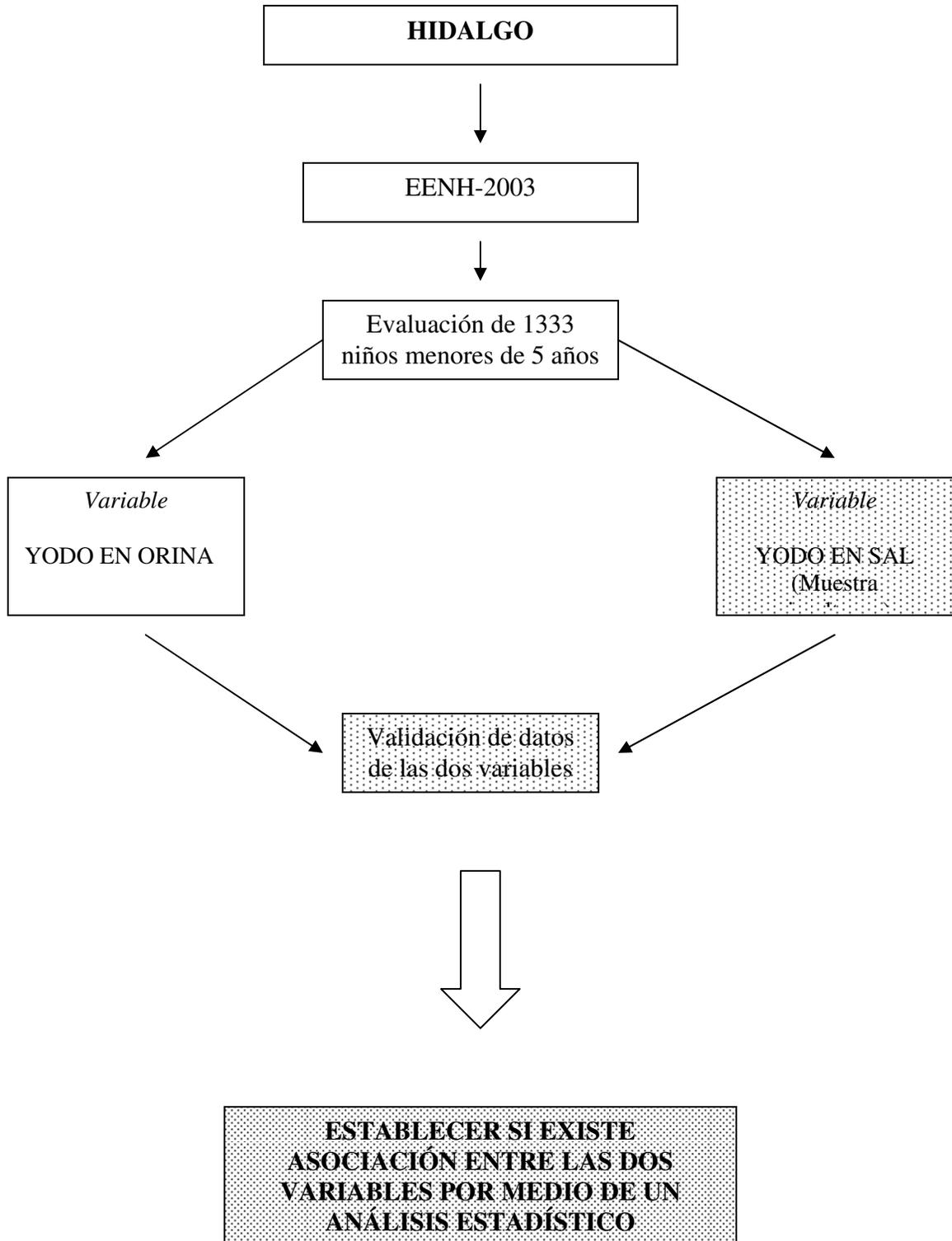
V. DISEÑO METODOLÓGICO

Estudio transversal con análisis de datos secundarios de la Encuesta Estatal de Nutrición Hidalgo 2003 donde se evaluó el estado de nutrición de niños menores de 5 años y sus madres. Para el levantamiento de la información de la encuesta, el Estado se dividió en 5 regiones de acuerdo a sus características sociodemográficas, económicas y ambientales, y clasificándolas en urbano y rural de acuerdo a los criterios de INEGI.

La estrategia para recolectar la información se realizó a través de dos cuestionarios, uno para la muestra total y uno para la submuestra, de acuerdo a los diferentes grupos y variables de interés. De esta manera se aplicó un cuestionario general por vivienda, uno de antropometría, uno de frecuencia de consumo y un recordatorio de 24 horas, además de recolectar muestras de sangre, heces y orina.

Para la realización de esta investigación se tomaron simultáneamente muestras de sal de mesa de las viviendas de los niños seleccionados en la EENH-2003, a las cuales se determinó la concentración de yodo en partes por millón (ppm) mediante una técnica cuantitativa.

De las 2100 muestras programadas se obtuvo un total de 1333 muestras de orina y de sal de las viviendas de los niños previamente seleccionados.



Criterios para el análisis de la base de datos

Resulta importante señalar que algunos los criterios de selección que se presentan a continuación forman parte de la EENH-2003 y han sido incluidos dentro de los criterios de este estudio ya que son importantes para su desarrollo.

Criterios de inclusión

- Niños residentes del estado de Hidalgo que hayan sido seleccionados como parte de la submuestra por la EENH-2003.
- Niños que al momento del análisis tengan menos de 5 años de edad.
- Niños que su padre o tutor haya firmado un consentimiento informado y acepten participar en la EENH-2003.
- Niños que al momento del análisis cuenten con un registro completo: nombre, sexo, fecha de nacimiento, fecha de registro, dirección.
- Niños que al momento del análisis cuenten datos de concentración de yodo en sal de consumo familiar y de yoduria casual o muestras de orina y sal en condiciones para análisis.

Criterios de eliminación

- Niños incluidos en la submuestra, pero que tengan ≥ 5 años de edad.
- Niños que no cuenten con un consentimiento informado de parte del padre o tutor.
- Niños que cuenten con datos de yoduria pero no de yodo en sal de consumo familiar o viceversa.

Definición de variables

Variable	Tipo	Conceptualización	Escala de medición	Operacionalización
Concentración de yodo en orina (yoduria).	Independiente	Cantidad de yodo cuantificado en una muestra casual de orina.	Cuantitativa	Se define a la concentración en $\mu\text{g/dl}$ de yodo en una muestra casual de orina.
Deficiencia de yodo.	Descriptiva.	Concentración de yodo en orina menor a $100 \mu\text{g/L}$.	Cuantitativa	Se establece con los lineamientos de la OMS y la IDDC; Deficiencia severa: $<20 \mu\text{g/l}$,Deficiencia moderada: $20-49 \mu\text{g/l}$ Deficiencia media: $50-99 \mu\text{g/l}$, Adecuada: $100-299 \mu\text{g/l}$ Excesiva: $> 300 \mu\text{g/l}$
Disponibilidad de yodo de sal.	Independiente	Es la concentración en ppm de yodo en la sal de consumo familiar.	Cuantitativa	Se establece con una concentración de yodo en ppm en el último punto de consumo (el hogar).
Deficiencia de yodo en sal.	Descriptiva.	En lo individual es una concentración menor a 15 ppm y en la población es la proporción $<90\%$ de muestras evaluadas con <15 ppm de yodo.	Cuantitativa	Se establece de acuerdo a los lineamientos internacionales a nivel individual y poblacional: Individual: menos de 15 ppm de yodo en sal de consumo. Poblacional: menor o igual al 90% de sales con más de 15 ppm
Edad.	Descriptiva.	Años cumplidos de los niños seleccionados.	Cuantitativa continua.	Se calcularon los años transcurridos de la fecha de nacimiento de los niños a la fecha de toma de muestra.
Sexo.	Descriptiva.	Características fenotípicas de los niños seleccionados.	Nominal.	De acuerdo al fenotipo se clasificó a los niños menores de 5 años como: 1. Masculino y 2. Femenino.
Localidad rural.	Descriptiva.	Localidades con una población menor a 2500 habitantes.	Nominal.	De acuerdo a la cantidad de habitantes censados en la localidad. Localidad rural = 2
Localidad urbana.	Descriptiva.	Localidades con una población mayor a 2500 habitantes.	Nominal.	De acuerdo a la cantidad de habitantes censados en la localidad. Localidad urbana = 1
Conformación geográfica.	Descriptiva.	Se agrupó a los municipios en cinco regiones, a partir de similitudes sociodemográficas y económicas, cuidando su colindancia y basado en estratificaciones naturales.	Nominal.	Se dividió el estado en cinco regiones: Región 1= municipios: 049, 018, 046, 073, 028, 032, 026, 011, 025, 014, 080, 078. Región 2= municipios: 047, 084, 040, 031, 043, 062, 071, 020, 034, 042, 033, 079, 037, 068, 081, 036, 004, 053, 027, 060, 002. Región 3= municipios: 059, 029, 044, 058, 006, 017, 030, 019, 064, 015, 055, 054, 003, 009, 052. Región 4= municipios: 050, 041, 023, 067, 066, 070, 074, 076, 010, 005, 013, 063. Región 5= municipios: 012, 038, 048, 082, 075, 069,066, 051, 039, 045, 024, 001, 057, 022, 083, 072, 057, 056, 077, 035, 016, 007, 008, 061, 021.

Pruebas de laboratorio

Determinación de yodo en orina

En la EENH-2003 se obtuvo una muestra de orina (10 ml) de los niños seleccionados. Para realizar el análisis de yodo en orina se utilizó la técnica de Sandell-Kolthoff. La orina es digerida con persulfato de amonio, el yoduro es el catalizador en la reducción de sulfato de amonio que presenta “color amarillo” a la forma de “sin color”, y es detectado por una relación de la desaparición de color.

La técnica comprende dos pasos esencialmente para la digestión ácida de orina a temperatura elevada: digestión con ácido clorhídrico; posteriormente el yodo disponible se cataliza con solución de sulfato de amonio. La reacción se sigue por la desaparición del color amarillo conforme el ión sérico es reducido y cuya velocidad es directamente proporcional a la cantidad de yodo que cataliza la reacción⁴³.

Se considera deficiencia a una concentración urinaria $<100 \mu\text{g/l}$ y se clasifica por su magnitud de la siguiente manera: deficiencia leve de $50-99.9 \mu\text{g/l}$, moderada de $20-49 \mu\text{g/l}$ y severa a $<20 \mu\text{g/L}$ ¹¹.

Determinación de yodo en sal

El contenido de yodo en sal se puede determinar cuantitativamente mediante el método de titulación yodométrica y cualitativamente por medio de kits rápidos, siendo más confiable el primero ya que es más exacto.

El método utilizado en este estudio fue el de titulación yodométrica que consiste de dos pasos.

1. Liberación del yodo libre desde la muestra de sal: se añade el H₂SO₄ a la muestra, para liberar el yodo en la muestra de sal. Se agrega KI para ayudar a solubilizar el yodo que es insoluble en agua bajo condiciones normales.

2. La titulación del yodo libre con tiosulfato de sodio: el yodo es consumido por el tiosulfato de sodio, la cantidad de éste es proporcional a la cantidad de yodo liberado por la sal. Es añadido el almidón, el cual es un indicador indirecto de la reacción produciendo una coloración azul. La pérdida de la coloración azul ocurre con la titulación, indicando que el contenido de yodo libre ha sido consumida por el tiosulfato de sodio⁴⁴.

Validación de la base de datos

Se cotejaron los datos de yoduria y los de la concentración de yodo en la sal de consumo familiar a partir de las fuentes primarias (cuestionarios y las bitácoras) con la base de datos de la EENH-2003 para la submuestra.

Se establecieron los límites superiores e inferiores considerados dentro de los valores recomendables por organismos internacionales, a partir de las ± 2 desviaciones estándar de la media de la población estudiada.

Se repitieron o bien se cuantificaron, en su caso, el yodo en sal de consumo familiar y de yoduria de las muestras que se identificaron por abajo del percentil 5 y arriba del percentil 95

Una vez validada la base de datos y las fuentes primarias se eliminaron los registros de los niños que no contaban con la totalidad de los datos necesarios para el análisis de la base.

Análisis de datos

Para procesar los resultados de la base de datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0. El análisis de la base se realizó utilizando estadística descriptiva, prueba de correlación de Pearson; *t* de Student y análisis de varianza (ANOVA) para comparar los grupos de estudio. Los resultados se presentan como medias \pm desviación estándar.

Objetivos del análisis

- Construir indicadores utilizando la media de yodo en orina y de yodo en sal de consumo familiar por regiones y por municipios.
- Analizar la media de yoduria y de yodo en sal de acuerdo al tipo de localidad (urbano, rural) utilizando ANOVA para describir la asociación entre estas dos variables.
- Analizar y comparar los datos de las regiones construidas en la EENH-2003 para el Estado de Hidalgo con distintas condiciones sociodemográficas para describir la asociación entre la yoduria-yodo en sal.
- Construir categorías a partir de la disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar con el fin de describir la media de yoduria en cada intervalo, por región y tipo de localidad en el Estado de Hidalgo.
- Describir la disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar dentro de los siguientes intervalos de yoduria: $< 100 \mu\text{g/L}$, $100-299.9 \mu\text{g/L}$ y $\geq 300 \mu\text{g/L}$, con el fin de establecer una asociación entre la disponibilidad de yodo en la sal y la yoduria.

- Establecer la correlación entre el yodo en orina y el yodo en sal, utilizando la concentración de yodo en la sal de consumo familiar y la yoduria del niño o niños que habitan por vivienda.

- Establecer la correlación entre la deficiencia de yodo en orina y la deficiencia de yodo en sal, utilizando la disponibilidad media de yodo en la sal de las distintas localidades y la media de la yoduria de sus habitantes.

- Calcular la ingesta teórica de sal a partir de la excreción urinaria de yodo y de la disponibilidad de yodo de la sal de consumo familiar.

Diseño del análisis de los datos

Se seleccionaron los datos de la base de datos de la EENH-2003 y del estudio realizado de manera conjunta por el laboratorio de Nutrición del Area Académica de Nutrición (UAEH), que determinó yodo en sal de consumo familiar.

Para llegar a obtener los datos de análisis, la base original fue sometida a validación, en la cual se compararon los datos de la base original con los datos de las fuentes primarias que utilizaron como instrumento un cuestionario que a la postre el encuestador vaciaría los resultados del instrumento en una bitácora para analizarlos con el paquete SPSS versión 10.0.

Esta validación nos permitirá ratificar la veracidad de los datos, además de detectar errores de captura y de análisis lo cuales fueron corregidos cuando los datos los datos se registraban por debajo del percentil 5 y por arriba del 95.

Con la obtención de la base completa se procede al análisis de los datos que nos interesan. El primer punto a analizar fue la yoduria y el yodo en sal de consumo familiar del total de datos seleccionados, utilizando un análisis de frecuencias para los datos de yodo en orina que nos indica el número de individuos que están por

debajo de los niveles normales de yoduria ($< 100 \mu\text{g/L}$) y otro para la cantidad de yodo en sal que se presenta en ppm, variable que se dividió en 2 categorías < 15 ppm y > 15 ppm. De esta manera se pretende conocer la proporción de muestras de sal adecuadamente yodadas y el yodo en orina de la población estudiada.

Se obtuvieron las medias de las concentraciones de yodo en orina y de yodo en sal de los municipios y de las regiones por medio de pruebas de medias, las cuales nos permitirán construir indicadores para evaluar y comparar la situación de las comunidades en las que fue dividida la muestra. La construcción de indicadores se realizó de la siguiente manera: la obtención de las medias de yodo en orina por regiones se compara con una categoría construida de ppm de yodo en sal dividida en 4 categorías que nos permita observar la disponibilidad de sal de consumo familiar de manera más amplia.

Con las medias de yodo en sal y yodo en orina de los municipio se construyeron indicadores que nos muestran el estado en el que se encuentra cada municipio y nos permite describir si hay una asociación entre estas dos variables.

Se aplicaron pruebas de medias de acuerdo al tipo de localidad (urbano-rural) para conocer las concentraciones de yodo en sal y yodo en orina, y se analizaron por medio de ANOVA para describir asociación entre ellas. También las medias obtenidas se compararon con las regiones en las que se dividió el estudio y con las categorías construidas de partes por millos de sal de consumo familiar.

Con el fin de establecer una asociación entre la disponibilidad de yodo en la sal y la yoduria se construyeron categorías de la concentración de yodo en orina de la siguiente manera $< 100 \mu\text{g/L}$ de 100 a $200 \mu\text{g/L}$ y $> 300 \mu\text{g/L}$, cifras que se comparan con las categorías construidas en ppm de yodo de la sal de consumo familiar.

Aspectos Éticos

Debido a que el desarrollo de este estudio se sustenta en la base de datos de la EENH-2003 las implicaciones éticas fueron cuidadas de manera minuciosa. La obtención de las muestras tanto de orina como de sal de consumo familiar se realizaron bajo la autorización de los individuos evaluados por medio de un consentimiento informado en el cual autorizan el uso de la información en su totalidad.

Las instituciones que realizaron el estudio se comprometieron trabajar de manera profesional proveyendo los recursos necesarios para obtener la información, así como enviar a personal competente para la recolección de las muestras. La información obtenida no tendrá otros fines más que de investigación.

El manejo de la base de datos de la EENH 2003 se hizo bajo el consentimiento del Área Académica de Nutrición de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo responsable de la EENH-2003.

VI. RESULTADOS

Para el desarrollo del estudio se evaluaron un total de 1333 individuos menores de 5 años de 56 municipios del estado de Hidalgo, de los cuales 652 son mujeres y 681 hombres. Del total de individuos, 5 son menores de un año, 162 tienen un año, 343 dos años, 432 tres años y 391 cuatro años. El 43.7% (583) viven en zonas urbanas y el 56.2% (750) en zonas rurales. Para el estudio, el Estado se dividió por regiones de acuerdo a las características sociodemográficas tomadas por la EEN-HGO2003, perteneciendo 278 individuos a la región I, 319 a la región II, 305 a la región III, 318 a la región IV y 113 a la región V.

Las variables de estudio fueron la concentración de yodo en sal y el yodo en orina o yoduria y que son descritas por región, municipio y localidad.

6.1 Yodo en sal

La concentración media de yodo en sal en el Estado de Hidalgo es de 25.9 ± 12.8 ppm. Podemos observar que los municipios de Jacala, Lolotla, Progreso, Santiago Tulantepec, Xochicoatlan y Zacualtipan presentan niveles menores a 15 ppm que es el parámetro para determinar deficiencia de yodo en sal (Tabla 1).

Para el desarrollo del estudio, la concentración de yodo en sal fue categorizada de acuerdo a la cantidad de partes por millón (ppm) quedando cuatro categorías en intervalos de 10, los resultados muestran que la región 2 es la mas afectada teniendo a 66 individuos dentro del rango de deficiencia, representando un 20.68% del total de la población que comprende a la región 2 (Tabla 4).

La concentración de partes por millón de yodo en sal se categorizó de acuerdo a su deficiencia tomando como referencia < 15 y > 15 ppm lo cual nos da un estimado de la situación del yodo en del sal del Estado. Los resultados (tabla 6) muestran que 262 (19.7%) del total las muestras colectadas de sal de consumo

familiar en el Estado de Hidalgo, tienen concentraciones menores a 15 partes por millón de yodo en sal, afectando de mayor manera a la localidad rural con 143 casos (19.1 %).

En la tabla 7 se muestran los resultados del análisis de la concentración de yodo en sal de acuerdo al grado de marginación. Los datos muestran que entre mayor sea el grado de marginación de la población su disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar es menor.

6.2 Yodo en orina

La concentración media Estatal de yoduria es de 245.7 ± 155.2 $\mu\text{g/L}$. El municipio de Acaxochitlan presenta concentraciones de 84.4 ± 71.2 $\mu\text{g/L}$ siendo el único que esta por debajo de los 100 $\mu\text{g/L}$ que es el punto de referencia para determinar que existe deficiencia de yodo en orina (Tabla1).

En la tabla 4 observamos la concentración de yoduria de acuerdo a las partes por millón, por región, en donde los datos presentan que ninguna región presenta concentraciones de yodo en orina que nos permitan definir una deficiencia de yodo.

En la tabla 5 podemos observar los resultados de yoduria de acuerdo al tipo de localidad, mostrando que la localidad rural es la mas afectada (Tabla 5).

En la tabla 6 también se presenta la concentración de yodo en orina a nivel estatal y por localidad, categorizandolas de la siguiente manera, < 100 $\mu\text{g/L}$ que significa una concentración baja y > 100 $\mu\text{g/L}$ que significa una concentración adecuada.

Se presentaron los siguientes resultados: en el Estado de Hidalgo 309 (23.2%) personas presentan concentraciones menores a < 100 $\mu\text{g/L}$. Y de acuerdo al tipo de localidad la más afectada fue la rural presentando 208 casos (27.7%) con

concentraciones menores a $< 100 \mu\text{g/L}$ mientras que la localidad urbana presenta 101 casos (17.3%) con concentraciones menores a $< 100 \mu\text{g/L}$

En la tabla 7 podemos observar los resultados del análisis de la concentración de yodo en orina de acuerdo al grado de marginación. Los datos muestran que entre mayor sea el grado de marginación, la media de la concentración de yodo en orina es menor.

6.3 Relación entre el yodo en sal y el yodo en orina.

Se establecieron relaciones entre el yodo en sal de los consumidores y el yodo presente en la orina de los niños estudiados. Se realizaron diferentes categorizaciones para observar que grupos se ven más afectados, quedando de la siguiente manera.

6.3.1 Categorización por municipio.

En la tabla 1 y 2 se muestran los resultados del análisis realizado por municipios, en la tabla 1 se muestran las concentraciones medias de yodo en sal y yodo en orina y en la tabla 2 se muestra la concentración de yodo en sal de acuerdo a la yoduria, variable que fue categorizada en 2 partes $< 100 \mu\text{g/L}$ que significa deficiencia de yodo en orina y $> 100 \mu\text{g/L}$ que representa un estado óptimo.¹¹

La tabla 1 nos muestra datos relevantes en municipios como Acaxochitlán que presenta una media de yodo en orina de $84.4 \mu\text{g/L}$ y tiene una media de partes por millón de yodo en sal de 23.3, los datos de yodo en orina de Acaxochitlan contrastan con las concentraciones de yodo en orina del municipio de Pachuca de Soto que presenta una media de yodo en orina de $253.0 \mu\text{g/L}$ y una media de partes por millón de yodo en sal de 24.3; las partes por millón de los dos municipios son similares por lo tanto esperaríamos que sus concentraciones de yodo en orina fueran similares pero esto no ocurre.

Existen diversos municipios que llaman la atención puesto que presentan la misma condición. Municipios como el de Jacala presentan una concentración media de yodo en orina de 259.7 $\mu\text{g/L}$ que entra en un rango de normalidad y tiene una media de partes por millón de yodo en sal de 14.8 que se identifica como un nivel bajo. Del mismo modo Lolotla, Progreso, Santiago Tulantepec, Xochicoatlan y Zacualtipan presentan concentraciones de yodo en orina adecuados y la concentración de partes por millón de yodo en sal son deficientes.

Tabla 1								
Concentración de yodo en orina y en sal de niños menores de 5 años del estado de Hidalgo. Por Municipio.								
Numero de municipio	Nombre	n	Media yoduria (ug/L)	Min	Max	Media ppm	Min	Max
			DE*			yodo en sal		
2	Acaxochitlan	10	88.4 + 72.1	13	203	23.3 + 11.2	10.6	42.3
3	Actopan	37	332.7 + 138.7	44	500	30.0 + 9.5	16.9	65.6
5	Ajacuba	9	277.5 + 175.5	30	500	33.1 + 7.3	25.4	48.7
8	Apan	1	471.0	471	471	38.10	38.1	38.1
9	El arenal	2	352.5 + 143.2	51	500	29.5 + 10.0	14.8	59.2
10	Atitalaquia	35	291.9 + 151.4	20	500	29.7 + 9.7	10.6	52.9
11	Atlapexco	12	164.0 + 110.1	54	377	27.4 + 16.3	1.0	65.6
13	Atotonilco de Tula	37	298.5 + 148.0	57	500	30.5 + 10.5	10.6	52.9
14	Calnali	35	160.5 + 152.2	1	500	24.0 + 15.6	1.0	67.7
15	Cardonal	5	136.8 + 103.9	55	313	22.8 + 5.5	14.8	29.6
16	Cuautepec de Hinojosa	21	203.4 + 148.0	25	500	27.1 + 6.4	16.9	40.2
18	Chapulhuacan	16	191.4 + 160.7	9	466	24.0 + 13.7	1.0	50.8
19	Chilcuautla	15	289.7 + 187.5	44	500	25.9 + 9.0	10.6	42.3
23	Tepatepec	1	458.0	458	458	25.40	25.4	25.4
25	Huautla	17	140.5 + 115.8	1	439	31.5 + 14.0	12.7	69.8
26	Huazalingo	10	249.0 + 138.2	22	458	32.5 + 11.7	21.2	63.5
27	Huehuetla	28	173.2 + 123.6	15	468	36.6 + 18.3	16.9	97.3
28	Huejutla de Reyes	158	222.4 + 154.0	9	594	26.8 + 12.9	1.0	74.1
29	Huichapan	20	281.0 + 115.7	70	500	29.8 + 10.9	1.0	50.8
30	Ixmiquilpan	47	273.1 + 143.4	22	500	29.5 + 8.1	6.3	46.6
31	Jacala	18	259.7 + 138.8	45	500	14.8 + 13.3	1.0	57.1
32	Jaltocan	2	324.0	225	423	57.10	38.1	76.2
34	Lolotla	14	230.5 + 150.3	17	500	13.0 + 9.7	1.0	38.1
37	Metztitlan	27	276.4 + 164.9	4	500	27.0 + 19.0	1.0	74.1
41	Mixquiahuala	40	245.7 + 162.2	1	500	24.2 + 12.3	6.3	55.0
42	Molango	6	190.8 + 151.2	54	424	16.2 + 7.0	4.2	23.3
45	Omitlan de Juarez	9	217.9 + 170.1	19	473	17.6 + 5.6	10.6	25.4
48	Pachuca de Soto	12	253.0 + 157.9	33	500	24.3 + 10.6	10.6	55.0
50	Progreso	14	299.8 + 164.3	71	500	14.7 + 5.9	4.2	24.3
51	Mineral de la reforma	4	318.5 + 188.9	72	500	25.7 + 5.6	21.2	33.9
52	San Agustin tlaxiaca	55	285.0 + 145.7	36	500	29.1 + 10.3	10.6	57.1
53	San Bartolo tutotepec	7	211.4 + 136.4	74	461	25.4 + 14.9	8.5	55.0
54	San Salvador	9	294.0 + 179.6	72	500	32.4 + 11.6	14.8	55.0
55	Santiago de anaya	10	239.2 + 124.7	71	450	28.6 + 8.2	14.8	44.4
56	Santiago Tulantepec	4	258.0 + 48.8	198	314	6.3 + 4.2	4.2	12.7
58	Tasquillo	28	280.1 + 152.8	62	500	26.8 + 9.9	2.1	52.9
59	Tecoautla	36	242.4 + 165.4	30	500	28.5 + 9.9	14.8	63.5
61	Tepeapulco	4	208.5 + 106.6	98	315	35.4 + 17.7	16.9	59.2
62	Tepehuacan de Guerrero	54	168.4 + 145.3	1	500	16.3 + 10.9	1.0	67.7
63	Tepeji de ocampo	68	255.1 + 156.5	1	500	28.1 + 11.8	1.0	48.7
64	Tepetitlan	22	288.3 + 160.7	37	500	33.0 + 16.9	8.5	78.3
67	Tezontepec de aldama	37	287.1 + 126.2	32	500	27.9 + 9.3	8.5	52.9
68	Tianguistengo	12	211.5 + 132.5	68	500	17.1 + 15.5	1.0	48.7
69	Tizayuca	21	263.0 + 155.9	57	500	24.8 + 14.6	1.0	59.2
71	Tlahuilepa	12	194.7 + 131.2	11	500	24.7 + 13.3	10.6	63.5
73	Tlanchinol	19	219.1 + 149.2	26	500	22.3 + 9.8	1.0	44.4
74	Tlaxcoapan	9	211.1 + 164.6	4	500	24.0 + 10.6	8.5	38.1
76	Tula de Allende	69	242.2 + 160.5	9	500	32.5 + 10.8	4.2	65.6
77	Tulancingo	22	331.4 + 160.6	1	500	26.6 + 10.5	4.2	42.3
78	Xochiatipan	6	177.7 + 169.9	37	500	34.9 + 18.2	14.8	63.5
79	Xochicoatlan	7	195.4 + 177.7	31	489	14.5 + 10.8	1.0	27.5
80	Yahualica	3	246.7 + 159.4	94	412	21.9 + 1.1	21.2	23.3
81	Zacualtipan	61	216.8 + 123.8	36	500	13.8 + 12.9	1.0	59.2

La concentración de yodo en sal respecto a la yoduria por municipios en el estado se describe la tabla 2, mostrando que el 23.18% (309) de los 1333 individuos evaluados tienen concentraciones por debajo de los 100 $\mu\text{g/L}$, que es un indicador de deficiencia de yodo en orina y presentando una media total de 24.30 ± 11.8 de ppm. reflejando mayores problemas en los municipios de Xochicoatlán y Zacualtipán con medias de 11.10 ppm aproximadamente. Se aplicó una *t de student* para valorar si hay diferencias estadísticas entre las concentraciones de yoduria de los municipios clasificadas en $< 100 \mu\text{g/L}$ y $> 100 \mu\text{g/L}$ encontrando que solamente en los municipios de Actopan y Cuautepec de Hinojosa hay diferencias.

Tabla 2							
Concentración de yodo en sal de acuerdo a la yoduria de niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo. Por Municipio							
Numero de municipio	Nombre	n	< 100 ug/L	DE*	n	> 100 ug/L	DE*
2	Acaxochitlan	6	21.86	10.42	4.00	25.37	13.70
3	Actopan**	5	36.40	17.53	32.00	29.03	7.62
5	Ajacuba	1	31.70		8.00	33.33	7.82
8	Apan		0.00		1.00	38.10	
9	El arenal	1	25.40		19.00	29.73	10.22
10	Atitalaquia	5	28.34	10.73	30.00	29.91	9.73
11	Atlapexco	4	17.20	10.98	8.00	32.53	16.67
13	Atotonilco de Tula	2	27.50	5.94	35.00	30.65	10.74
14	Calnali	16	24.79	14.34	19.00	23.48	16.95
15	Cardonal	2	23.30	2.97	3.00	22.56	7.42
16	Cuautepec de Hinojosa**	9	23.62	6.18	12.00	29.72	5.35
18	Chapulhuacan	7	22.81	11.82	9.00	24.92	15.75
19	Chilcuautla	3	33.83	7.62	12.00	23.98	8.57
23	Tepatepec		0.00	0.00	1.00	25.40	
25	Huautla	8	32.27	17.68	9.00	30.81	11.04
26	Huazalingo	1	27.50		9.00	33.04	12.33
27	Huehuetla	13	30.45	8.20	15.00	42.02	22.83
28	Huejutla de Reyes	42	25.77	10.57	116.00	27.13	13.68
29	Huichapan	1	23.30		19.00	30.12	11.17
30	Ixmiquilpan	7	34.77	8.71	40.00	28.58	7.77
31	Jacala	3	13.40	1.21	15.00	15.08	14.65
32	Jaltocan		0.00		2.00	57.15	26.94
34	Lolotla	4	17.47	4.38	10.00	11.31	10.86
37	Metztitlan	5	25.16	15.24	22.00	27.45	20.05
41	Mixquiahuala	11	20.48	10.28	29.00	25.61	12.87
42	Molango	2	19.05	6.01	4.00	14.80	7.93
45	Omitlan de Juarez	3	13.40	3.20	6.00	19.73	5.46
48	Pachuca de Soto	2	23.30	2.97	10.00	24.54	11.64
50	Progreso	1	10.60		13.00	15.04	6.02
51	Mineral de la reforma	1	23.30		3.00	26.46	6.62
52	San Agustin tlaxiaca	9	25.87	9.45	46.00	29.76	10.41
53	San Bartolo tutotepec	2	14.85	8.98	5.00	29.62	15.46
54	San Salvador	1	23.30		8.00	33.57	11.83
55	Santiago de anaya	2	26.45	4.45	8.00	29.10	9.02
56	Santiago Tulantepec		0.00		4.00	6.32	4.25
58	Tasquillo	6	24.31	8.55	22.00	27.51	10.41
59	Tecoautla	7	26.92	8.68	29.00	28.96	10.28
61	Tepeapulco	1	29.60		3.00	37.36	21.18
62	Tepehuacan de Guerrero	24	15.65	9.70	30.00	16.99	12.01
63	Tepeji de ocampo	15	26.72	12.23	53.00	28.56	11.85
64	Tepetitlan	2	21.15	3.04	20.00	34.27	17.25
67	Tezontepec de aldama	1	29.60		36.00	27.83	9.49
68	Tiangustengo	2	14.80	14.99	10.00	17.64	16.42
69	Tizayuca	3	17.60	15.50	18.00	26.07	14.55
71	Tlahuiltepa	2	23.30	2.97	10.00	24.97	14.69
73	Tlanchinol	5	20.74	7.53	14.00	22.83	10.73
74	Tlaxcoapan	3	23.30	13.87	6.00	24.35	10.18
76	Tula de Allende	21	43.87	10.82	48.00	31.42	10.75
77	Tulancingo	4	27.52	8.95	18.00	26.39	11.06
78	Xochiatipan	2	41.30	10.46	4.00	31.75	21.79

*Desviación Estandar

**

6.3.2 Categorización por región y tipo de localidad.

En la tabla 3 observamos la concentración de yodo en sal de acuerdo a la yoduria y se presentan los resultados por región y por tipo de localidad (urbano y rural), dentro del apartado de localidad se categorizo la yoduria en $< 100 \mu\text{g/L}$ y $> 100 \mu\text{g/L}$ con la finalidad de observar si existe deficiencia en alguna de las dos variables y si se presentan diferencias significativas entre las concentraciones.

En la tabla 4 se estudia la misma relación entre las variables pero categorizando la variable de partes por millón de yodo en sal en 4 segmentos: de 0 a 9.9 ppm, de 10 a 19.9 ppm, de 20 a 39.9 ppm y \geq a 40 ppm con la finalidad de observar el comportamiento de los datos con una categorización diferente a la conocida, cabe mencionar que la categorización antes mencionada fue realizada por el equipo que desarrollo el presente estudio con la finalidad de observar el comportamiento de las variables.

En lo que respecta a las regiones y tipos de localidad descritas en la tabla 3, las regiones en donde se encontraban casos de niños con concentraciones menores $100 \mu\text{g/L}$ que son la I y II, 86 casos con niveles menores a $100 \mu\text{g/L}$ para la región I y 87 casos para la región II, presentándose de mayor manera en las localidades rurales. Se aplicó *una t de student* por región para observar si existen diferencias estadísticas entre las concentraciones de yoduria comparando las concentraciones menores de $< 100 \mu\text{g/L}$ de la localidad urbana contra las $< 100 \mu\text{g/L}$ de la localidad rural y de la misma forma con las concentraciones $> 100 \mu\text{g/L}$. los resultados mostraron que existen diferencias significativas solamente en la región 4.

Tabla 3										
Concentraciones de yodo en sal de acuerdo a la yoduria en niños menores de 5 años del estado de Hidalgo.										
Por región y tipo de localidad.										
Categorización	Región									
	I		II		III		IV		V	
	n	Media ± DE*	n	Media ± DE*	n	Media ± DE*	n	Media ± DE*	n	Media ± DE*
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Localidad urbana										
< 100 ug/L	13	30.7 ± 11.1	24	15.7 ± 12.2	14	30.9 ± 13.1	38	25.5 ± 11.3**	12	24.3 ± 9.4
> 100 ug/L	57	29.2 ± 17.0	107	19.2 ± 13.4	17	29.7 ± 10.0	179	27.2 ± 11.2"	62	25.6 ± 12.9
Localidad rural										
< 100 ug/L	73	24.7 ± 12.2	63	19.8 ± 10.3	32	27.3 ± 8.1	22	33.0 ± 11.6**	18	21.5 ± 8.9
> 100 ug/L	135	26.5 ± 13.1	125	21.6 ± 16.7	182	29.1 ± 10.5	79	31.4 ± 10.7"	21	26.8 ± 7.2
* Desviación Estándar										
** Existe diferencia significativa entre las dos concentraciones. <i>t de student</i>										
" Existe diferencia significativa entre las dos concentraciones. <i>t de student</i>										

En la tabla 4 podemos observar que en las regiones uno y tres, las concentraciones medias de yoduria no reflejan normalidad con respecto a la categorización realizada de las partes por millón. Por mencionar un ejemplo vemos que la región tres presenta en la categoría de 0 a 9 partes por millón de yodo en sal posee una media de yoduria de 318.2 $\mu\text{g/L}$ y en la categoría de > 40 partes por millón de yodo en sal presenta una media de yoduria de 262.6 $\mu\text{g/L}$. Estos datos no representan un aumento proporcional entre las partes por millón de yodo en sal y las concentraciones medias de yoduria. La única región que muestra una relación proporcional es la cinco.

También podemos observar que la región II es la más afectada ya que el número de casos en la categoría de 0 a 10 ppm es de 66 que es aproximadamente la mitad de la totalidad de casos en el Estado para esa categoría con 114.

Tabla 4												
Concentraciones de yoduria de acuerdo a la categorización de las ppm en niños menores de 5 años. Por Región												
Categorización ppm	Región											
	I				II				III			
	n	Media ± DE* ug/L	Minimo	Maximo	n	Media ± DE* ug/L	Minimo	Maximo	n	Media ± DE* ug/L	Minimo	Maximo
0 - 9.9	22	192.3 ± 139.6	10	500	66	205.2 ± 138.2	1	500	4	318.2 ± 69.5	232	389
10 -19.9	51	207.9 ± 142.7	14	500	101	231.8 ± 155.0	13	500	40	266.6 ± 152.1	37	500
20 - 39.9	167	206.6 ± 156.4	1	594	128	210.3 ± 151.8	4	500	225	290.0 ± 153.4	22	500
≥ 40	38	209.4 ± 148.0	1	500	24	281.9 ± 148.8	20	500	36	262.6 ± 136.8	44	500
Total	278	206.0 ± 150.9	1	594	319	221.4 ± 150.6	1	500	305	284.1 ± 150.5	22	500
Categorización ppm	Región								Total			
	IV				V							
	n	Media ± DE* ug/L	Minimo	Maximo	n	Media ± DE* ug/L	Minimo	Maximo	n	Media ± DE* ug/L	Minimo	Maximo
0 - 9.9	14	265.3 ± 153.5	70	500	8	207.9 ± 135.2	32	442	114	214.2 ± 139.4	1	500
10 -19.9	50	246.6 ± 151.0	10	500	25	228.6 ± 158.3	19	500	267	234.9 ± 151.8	10	500
20 - 39.9	199	264.2 ± 155.7	1	500	71	247.9 ± 161.3	1	500	790	249.2 ± 158.4	1	594
≥ 40	55	291.4 ± 155.8	37	500	9	363.3 ± 148.5	78	500	162	268.7 ± 151.8	1	500
Total	318	266.2 ± 154.7	1	500	113	250.0 ± 160.0	1	500	1333	245.7 ± 155.2	1	594
* Desviación Estándar												

6.3.3 Categorización estatal y por tipo de localidad.

En la tabla 5 encontramos la relación entre las concentraciones de yodo en sal y yodo en orina, los resultados se presentan a nivel estatal y por localidad, con la diferencia que las concentraciones de las variables se categorizan de distinta manera, las partes por millón de yodo en sal, toman la categorización mencionada en la tabla 4 y la concentración de yodo en orina se divide de la siguientes manera $< 100 \mu\text{g/L}$, $100 - 299.9 \mu\text{g/L}$ y $> 300 \mu\text{g/L}$ con la finalidad de observar el comportamiento de las variables en las diferentes categorías,¹¹ lo que nos permitiría percibir si la relación es proporcional, por ejemplo: conforme va aumentando la concentración de ppm de yodo en sal, tendría que ser mayor la concentración de yodo en orina y viceversa.

En la tabla 6 mostramos la frecuencia con la que se presentan la concentración de yodo en sal y la concentración de yodo en orina de acuerdo a la clasificación recomendada para determinar deficiencia de acuerdo a organizaciones como la OMS, UNICEF y la ICCIDD que definen las categorías de la siguiente manera: para la concentración de yodo en sal, $< 15 \text{ ppm}$ de yodo en sal que significa deficiencia y $> 15 \text{ ppm}$ que determinan normalidad y para la concentración de yodo en orina $< 100 \mu\text{g/L}$ que representa deficiencia y $> 100 \mu\text{g/L}$ que representa un estado óptimo. De esta manera podemos observar la cantidad de casos del total de la muestra que presentan deficiencia de yodo en sal y de yodo en orina, así como los que entran en el rango de normalidad.

Como se menciona con anterioridad la yoduria fue categorizada de acuerdo a su grado de deficiencia quedando dividida en tres partes $< 100 \mu\text{g/L}$ de 100 a $299.9 \mu\text{g/L}$ y $> 300 \mu\text{g/L}$ esta categoría fue comparada con la categorización de las partes por millón de sal de acuerdo al tipo de localidad, los resultados de esta comparación se muestran en la tabla 5, y nos permite observar que mientras más alta sea la disponibilidad yodo en sal de consumo familiar mayores van a ser las concentraciones de yoduria y contrasta muy bien cuando la disposición de yodo en

sal de consumo familiar es baja ya que también disminuye la concentración de yoduria, además que las diferencias se marcan más en la comunidad rural.

Tabla 5
Concentraciones de yoduria de acuerdo a la categorización de ppm en niños menores de 5 años.
Estatal y por tipo de localidad

Intervalos	Estatal						Localidad Urbana						Localidad Rural					
	< 100		100 -299.9		> 300		< 100		100 -299.9		> 300		< 100		100 -299.9		> 300	
	ug/L		ug/L		ug/L		ug/L		ug/L		ug/L		ug/L		ug/L		ug/L	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
ppm																		
0 - 9.9	32	10.4	55	10.1	27	5.6	16	16.2	33	14.2	18	7.2	16	7.7	22	7.1	9	3.9
10 -19.9	61	19.8	120	22.1	86	17.9	15	15.2	48	20.7	39	15.5	46	22.0	72	23.1	47	20.4
20 - 39.9	182	59.1	313	57.5	295	61.3	56	56.6	129	55.6	159	63.3	126	60.3	184	59.0	136	59.1
> 40	33	10.7	56	10.3	73	15.2	12	12.1	22	9.5	35	13.9	21	10.0	34	10.9	38	16.5
Total	308	100.0	544	100.0	481	100.0	99	100.0	232	100.0	251	100.0	209	100.0	312	100.0	230	100.0

La tabla 6 presenta la concentración de yodo en sal y de yodo en orina a nivel estatal y por localidad, categorizando de la siguiente manera: Para la concentración de yodo en sal < 15 y > 15 ppm que es el punto de referencia para determinar si existe deficiencia de yodo en sal y para la yoduria, < 100 µg/L que significa una concentración baja y > 100 µg/L que significa una concentración adecuada. Los resultados muestran que 262 (19.7%) casos del total las muestras colectadas de sal de consumo familiar en el Estado de Hidalgo, tienen concentraciones menores a 15 partes por millón de yodo en sal, afectando de mayor manera a la localidad rural con 143 casos (19.1 %). En lo referente a la concentración de yodo en orina en el Estado de Hidalgo 309 (23.2%) personas presentan concentraciones menores a < 100 µg/L. Y de acuerdo al tipo de localidad la más afectada fue la rural presentando 208 casos (27.7%) con concentraciones menores a < 100 µg/L mientras que la urbana presenta 101 casos (17.3%) con concentraciones menores a < 100 µg/L

Tabla 6						
Frecuencia de yodo en sal y de yodo en orina . Estatal y por tipo de localidad						
Categorías	Estatal		Localidad Urbana		Localidad Rural	
	n	%	n	%	n	%
Categorización de ppm						
< 15 ppm	262	19.7	119	20.4	143	19.1
≥ 15 ppm	1071	80.3	464	79.6	607	80.9
Total	1333	100	583	100	750	100
Categorización de yoduria						
< 100 µg/L	309	23.2	101	17.3	208	27.7
≥ 100 µg/L	1024	76.8	482	82.7	542	72.3
Total	1333	100	583	100	750	100

6.3.4 Categorización de acuerdo al grado de marginación.

La concentración de yodo en orina se analizó de acuerdo al grado de marginación categorizando de la siguiente manera muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (tabla 7). Los datos muestran que entre mayor sea el grado de marginación, la media de la concentración de yodo en orina es menor. Por ejemplo la categoría marcada con un grado de marginación muy alto presenta una media de 189.58 + 149.90 µg/L. que contrasta con la categoría de muy bajo grado de marginación que presenta una media de 262.53 + 131.74 µg/L.

Tabla 7		
Concentración de yodo en orina y de yodo en sal de acuerdo al grado de marginación. Estatal		
Grado de marginación	n	Media + DE *
Yodo en orina		
		ug/L
Muy bajo	34	262.53 + 131.74
Bajo	449	279.94 + 131.74
Medio	245	266.40 + 158.40
Alto	483	215.87 + 147.65
Muy alto	121	189.58 + 149.90
Yodo en sal		
		ppm
Muy bajo	34	29.71 + 12.50
Bajo	449	25.01 + 12.72
Medio	245	27.43 + 12.23
Alto	483	26.45 + 13.11
Muy alto	121	23.53 + 13.36
* Desviación Estándar		

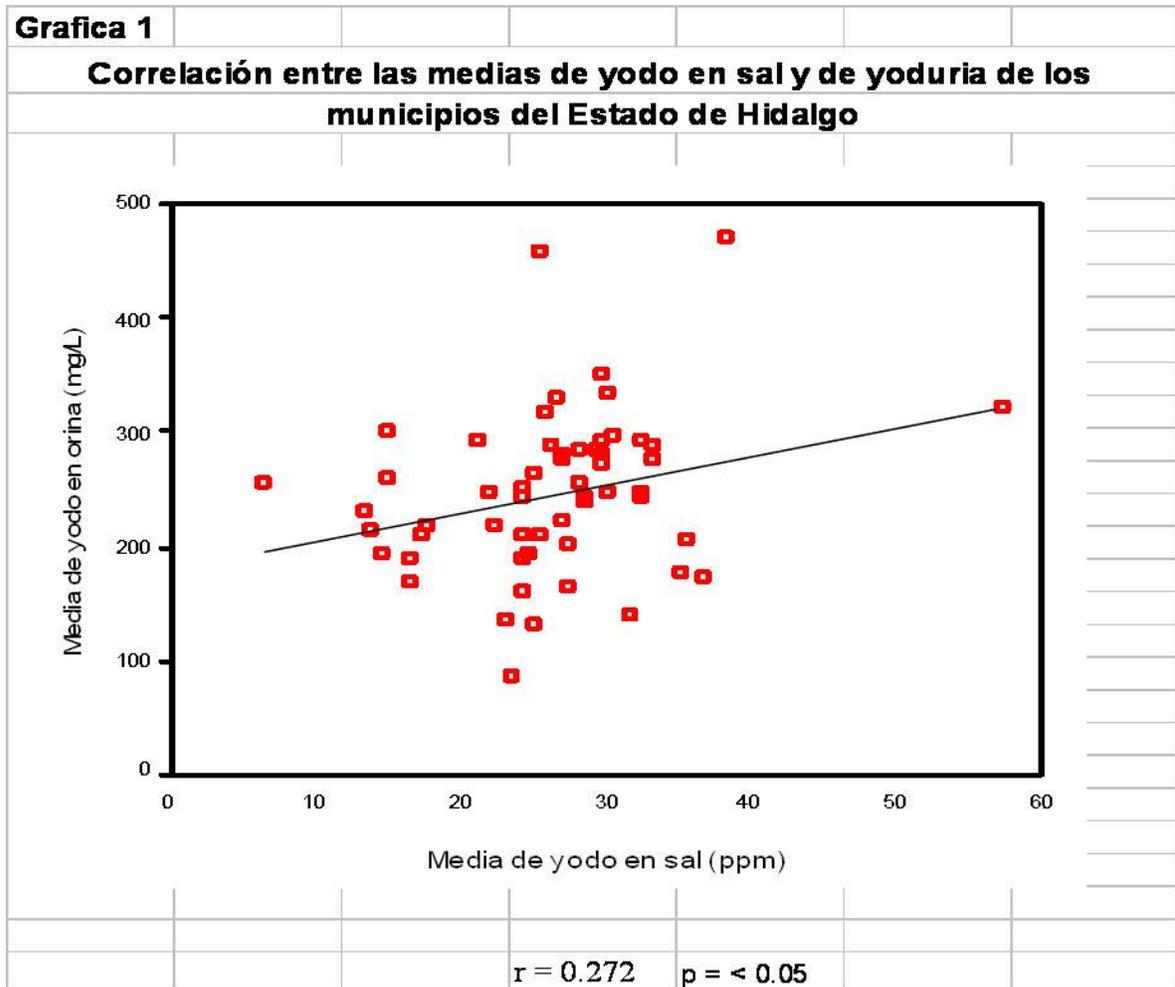
La concentración de partes por millón de yodo en sal también se analizó de acuerdo al grado de marginación utilizando la misma categorización que con el yodo en orina (tabla 8). Los datos muestran que entre mayor sea el grado de marginación de la población su disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar es menor y tiene relación directa en las concentraciones medias de yodo en orina ya que entre mayor sea el grado de marginación disminuye la concentración de yodo en sal y disminuye la concentración de yodo en orina.

Dentro de la tabla 8 se muestran los resultados del análisis de una ingesta teórica calculada de yodo de acuerdo a la excreción de yodo en orina, por medio de esta calculamos la cantidad de sal que consume aproximadamente y sirvió para compararla con los estándares internacionales de consumo de sal. Los resultados muestran que 546 individuos del total de la población muestra, se encuentran dentro del rango de consumo adecuado de sal de acuerdo a los estándares internacionales.

Tabla 8		
Ingesta teorica calculada a partir de la excreción urinaria de yodo		
Categorización ingesta sal	n	%
0 - 0.65 gr. (<3 DE)	134	10.05
0.66 - 1.24 gr. (<2 DE)	154	11.55
1.25 - 2.45 gr.	269	20.18
2.46 - 3.04gr. (< 2 DE)	119	8.92
> 3.05 gr. (> 3 DE)	652	48.91

6.3.5 Grafica de correlación entre el yodo en sal y el yodo en orina.

La correlación entre las variables de estudio son descritas en la grafica 1 por medio de una correlación de Pearson que nos muestra una $r = 0.272$ ($p = < 0.05$).



VII. DISCUSIÓN

Los trastornos por deficiencia de yodo han llevado a los organismos internacionales a tomar medidas que permitan controlar este problema. En 1963 se decretó la yodación de sal como método adecuado para combatir la deficiencia de yodo y es hasta 1991 en México cuando se realiza la primera etapa para el diagnóstico situacional de la deficiencia relacionada con la ingesta de yodo. El Estado de Hidalgo es referente principal de la deficiencia de yodo en México, ya que en los primeros estudios fue de las zonas con prevalencias más altas de bocio y cretinismo endémico.

Las enfermedades por deficiencia de yodo afectan de mayor manera a mujeres embarazadas y a niños en edad escolar. El retardo mental es el daño más común, afectando de manera importante al desarrollo neurológico de los niños. Se ha demostrado que el coeficiente intelectual en niños con deficiencia de yodo puede disminuir hasta 13.5 puntos su coeficiente intelectual⁹.

Recientemente la Encuesta Estatal de Nutrición Hidalgo 2003 que evaluó a madres y niños menores de 5 años, presentó una prevalencia de deficiencia de yodo en niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo de 24.5%. De manera simultánea se colectaron muestras de sal de consumo familiar para evaluar la cantidad de yodo en sal. Dicha encuesta está realizada bajo los estándares recomendados por la OMS y el ICCIDD para determinar deficiencia de yodo. La unión de estos dos indicadores permitió el desarrollo del presente estudio con la intención analizar la cantidad de yodo en sal de consumo familiar en el Estado de Hidalgo y su asociación con los niveles de yoduria en los niños menores de 5 años.

Los resultados del estudio nos permiten tener un panorama más amplio de la situación del yodo en el Estado de Hidalgo y de la misma manera nos permite observar que el problema de la deficiencia de yodo aun persiste. De acuerdo a lo establecido por los organismos internacionales el punto de cohorte para determinar una cantidad insuficiente de yodo en sal es de 15 ppm, en el presente estudio el

19.7% (262) de la población total presenta cantidades menores a 15 ppm de sal y la media estatal de yodo en sal es de 25.9 ± 12.8 ppm sin presentar diferencias entre las localidades urbana y rural. Dentro del estudio encontramos municipios que contrastan en sus resultados, por mencionar algunos encontramos que el municipio de Acaxochitlán presenta una media de ppm de yodo en sal de consumo familiar de 23.3 y tiene una media de yoduria de $84.4 \mu\text{g/L}$ que contrasta con el municipio de Pachuca de Soto que presenta una media de ppm de yodo en sal de consumo familiar de 24.3 con una media de yoduria de $253.0 \mu\text{g/L}$. En estos municipios observamos que la cantidad de yodo en sal es similar pero sus concentraciones de yoduria son muy diferentes lo que nos lleva a pensar que quizá los habitantes de Acaxochitlán tienen acceso a la sal yodada pero tal vez no la consuman.

Otro municipio que presenta datos relevantes es Jacala ya que su concentración de ppm de yodo en sal de consumo familiar es de 14.8 que esta por debajo de las 15 ppm recomendadas por organismos internacionales y tiene una media de yoduria de $259.7 \mu\text{g/L}$ que se clasifica como una concentración adecuada de yodo en orina. Aquí de acuerdo a las concentraciones que se presentan podemos pensar que su fuente de consumo de yodo es una diferente a la sal.

En los resultados presentados por región el análisis muestra que la región 5 es la única que presenta estas relaciones proporcionales entre la concentración de ppm de yodo en sal y la concentración de yodo en orina.

El comportamiento de las variables de acuerdo al grado de marginación si presenta una relación estrecha ya que entre mayor es el índice de marginación es menor la cantidad de ppm de yodo en sal y menor la cantidad de yodo en orina, por lo que discernimos que quizá las poblaciones con más posibilidades dispongan de otras fuentes de yodo, que no están al alcance de las poblaciones marginadas y además que las poblaciones con una marginación menor podrían presentar cantidades por arriba de la normalidad. Estos resultados concuerdan con los comentarios realizados por la ENDEYO en el año 1996 donde mencionaban que las zonas marginadas del

estado de Hidalgo tenían un alto riesgo de presentar deficiencia de yodo³⁹. Posteriormente en el año 2000 la Secretaria de Salud del estado de Hidalgo publica los resultados de una evaluación del estado nutricional en escolares residentes de los albergues del Instituto Nacional Indigenista (INI) en Hidalgo presentando una prevalencia de deficiencia de yodo de 13.4 % al inicio y del 15.7% al final del curso con lo que concluyeron que los escolares marginados que participaban en este programa asistencia presentaban prevalencias elevadas de deficiencia de yodo⁴².

De acuerdo a la ingesta teórica de sal que se calculó a partir de la excreción urinaria el 48.91% de la población estudiada presenta una ingesta teórica de sal por arriba de 3.05 gr/día. Estos datos contrastan con los presentados por Melse. A en Guatemala en donde la ingesta promedio de sal en escolares es de 1.8 ± 0.6 gr/día³³.

La ingestión diaria recomendada de sodio para población mexicana en los primeros seis meses de vida se adquiere por medio de la leche materna obteniendo un consumo aproximado de 280 mg/día, en la etapa de 1 a 3 años se recomienda que se consuman 500 mg/día y de 4 a 6 años 700 mg/día²². La comparación entre la ingesta teórica calculada y la ingesta diaria recomendada nos muestra que el 48.91% presenta niveles elevados de ingesta de sodio siendo susceptibles a desarrollar una toxicidad por exceso de este. Una toxicidad por sodio puede desarrollar cuadros de hipernatremia que en su fase crónica presenta irritabilidad, letargia, aumento en el tono muscular, convulsiones, hiperglucemia, hipercalemia, acidosis.

Es importante mencionar que la cantidad de yodo en la sal depende de factores como el tipo de sal, el medio en el que la envasaron, la temperatura y la humedad dichos factores de riesgo pueden afectar de manera considerable la cantidad de yodo en sal teniendo perdidas desde 20 hasta un 50% estas pérdidas se estiman desde el momento en que se industrializa y hasta el momento que se consume³¹.

Los resultados exhibidos en este estudio, muestran que la disponibilidad de yodo en la sal de consumo familiar predice levemente la concentración de yoduria, debido a

que la correlación fue de $r = 0.272$ ($p = < 0.05$). entre las dos variables estudiadas, estos resultados no coinciden con los reportados por el estudio realizado en 2004, debido a que ellos encontraron una correlación de $r = 0.8513$ ($p = 0.0001$)⁴¹.

El estudio efectuado por el Dr. Pretell en el 2004 fue realizado en 17 países de Latinoamérica para determinar el estado del yodo, dentro del estudio incluye a México con una muestra de 2118 individuos de 1.8 a 9.3 años y se desarrollo en localidades que presentaron deficiencia de yodo en el pasado. Aunque la correlación presentada incluye los datos de todos los países seleccionados, se muestran resultados por país lo que permite determinar la situación de cada uno. Los resultados del estudio del Dr. Pretell no coinciden con lo datos presentados en este estudio por lo que sería interesante conocer el nombre de las localidades que se evaluaron, ya que este estudio evaluó la situación en el Estado de Hidalgo que se conoce como una zona endémica de deficiencia de yodo.

Si bien la disponibilidad de yodo en la sal de consumo familiar predice levemente la concentración de yodo en orina, la deficiencia de yodo en el Estado de Hidalgo permanece y las prevalecias altas persisten. Los resultados presentados en este estudio muestra que el 22.9% de la población estudiada presenta deficiencia de yodo que concuerda con los datos presentados por el Dr. Martínez en el 2002 con una prevalencia de 22% en un estudio realizado en el mismo Estado⁸.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente el hecho de que la sal sea el único medio para proveer de yodo a la población conlleva riesgos que pueden intervenir en el estado de yodo en la población.

El gobierno mexicano a través La Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993, bienes y servicios. Sal yodada y sal yodada fluorurada. Especificaciones sanitarias. Regula y vigila la cantidad de yodo en sal administrada por la industria salinera por medio de recomendaciones en las que establece que la sal yodada debe ser constituida por cloruro de sodio adicionado de $30 + 10$ mg/kg de ion yodo, pudiendo

utilizar yodato o yoduro de potasio. El producto debe de envasarse en recipientes de tipo sanitario, con material inocuo y resistente a las etapas del proceso de modo que no alteren sus características físicas químicas y organolépticas, tendrá que ir etiquetado de manera que el consumidor pueda distinguir la proporción del yodato o yoduro de potasio en miligramos por kilogramo de sal, en letras mayúsculas²⁹.

Para el 2002 el gobierno mexicano presenta la Norma Oficial Mexicana NOM-038-SSA2-2002, para la prevención, tratamiento y control de las enfermedades por deficiencia de yodo, en la cual menciona de manera específica los criterios para determinar deficiencia de yodo en una población, esta norma toma diferentes conceptos utilizados en la NOM-040 sobre la adición de yodo en sal y amplía el aspecto de vigilancia del consumo de sal yodada creando un programa que tendrá la función de monitorear a 10 casas de 10 poblaciones remotas de cada jurisdicción sanitaria y que en lo posible cambiara los grupos monitoreados cada 4 meses⁴⁵.

En el 2005 la industria salinera publica que el 90% de la población tiene acceso a sal yodada²⁵. Sería interesante que se tuviera un seguimiento del trayecto de la sal desde el lugar donde se industrializa hasta los hogares donde se consume y evaluar la cantidad de yodo que va presentando desde trayecto y hasta que llega al proveedor o a la vivienda donde va ser consumida, con el fin determinar que tan vulnerable es la sal ante las diferentes condiciones y de igual manera evaluar si los envases y el embalaje es el correcto.

Si analizamos los objetivos fijados por los organismos internacionales al implementar la yodación de sal como medio para controlar los trastornos por deficiencia de yodo, observamos que para el año 2000 aspiraban a eliminar las enfermedades por deficiencia de yodo, meta que en la actualidad no se ha cumplido, aun cuando reportan que el 90% de la población tiene acceso a sal yodada, patologías como el cretinismo y el bocio siguen presentándose en las comunidades.

El presente estudio nos permitió determinar que la disponibilidad de yodo en sal no predice la yoduria por lo tanto podemos inferir que la ingesta de yodo no depende

exclusivamente del consumo de sal ya que hay personas que presentan cantidades adecuadas de yodo en orina y presentan cantidades deficientes de yodo en la sal de consumo familiar, quizá su fuente de yodo sea por medio de otros alimentos o por el exceso de alimentos bociogénicos.

Por lo anterior, tal vez es el momento de evaluar los programas y analizar si su desarrollo ha sido el adecuado, ya que los esfuerzos se han canalizado a yodar la sal, ¿pero en realidad es suficiente? En el Estado hay municipios con cantidades adecuadas de sal que presentan concentraciones bajas de yodo en orina y viceversa. Este estudio permite tener un panorama más amplio de las comunidades con mayor riesgo de padecer las enfermedades por deficiencia de yodo, por lo que puede ser de utilidad en la implementación de acciones.

VIII. CONCLUSIÓN

- La prevalencia de deficiencia de yodo en sal presentada por la EENH-2003 es de 24.5% lo que demuestra que la deficiencia de yodo sigue siendo un problema de Salud Pública en el Estado de Hidalgo.
- El 19.7 % de la población estudiada presenta menos de 15 partes por millón de yodo en sal de consumo familiar, que es el punto de corte mencionado para decir que es una sal deficiente en yodo.
- Aunque es baja existe una asociación entre la disponibilidad de yodo en la sal de consumo familiar y la concentración de yodo en orina en niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo
- De acuerdo al grado de marginación las variables presentan una relación estrecha ya que entre mayor es el índice de marginación, menor es la cantidad de ppm de yodo en sal y menor la yoduria.
- La disponibilidad de yodo en sal no predice la excreción urinaria de yodo, es posible que los requerimientos se cubran por medio de otra fuente o que la población consuma alimentos bociogenos

IX. REFERENCIAS

1. Hetzel BS. Nov 1983. Iodine deficiency disorders (IDD) and their eradication. *Lancet*. 12;2(8359):1126-9.
2. Holman JCM, McCartney W. 1960. Iodized SALT. In: *Endemic goiter*. World Health Organization, Geneva. Monograph series No. 44. pp 411-441.
3. Bailey KV, Clugston GA. Iodine deficiency disorders. *The global burden of disease and risk factors in 1990*. Murray CJL, Lopez AD, eds. WHO/World Bank. Geneva, World Health Organization.
4. WHO-UNICEF-ICCIDD. 1994. Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization. Geneva: Micronutrient series. WHO/NUT/94.6,: 8-11.
5. De Benoist B, Andersson M, Takkouche B, Egli I. 2003. Prevalence of iodine deficiency worldwide. *The Lancet*. 362:1859-60.
6. De Benoist B, Andersson M, Egli I, Takkouche B, Allen H. Iodine status worldwide: WHO global database on iodine deficiency. *WHO Geneva 2004*.
7. Ortens Neuhaus. 1993. Nutrición: normal y clínica. En: *Bioquímica humana*. México: 10 ed. Editorial medica panamericana. p 744-5.
8. Martínez H, Castañeda R, Lechuga D, Ramos R, Orozco M, Rivera J, et al. 2002. -Deficiencia de yodo y otros bociogenos. *Gaceta médica de México* Vol. 138 No. 2.
9. Nimer M, Eustaquio M, Dutra JE, 2002. Relationship between iodized salt urinary iodine excretion in school children, Brazil. *Brasil. Rev. saude publica*. 36(4):500-4.
10. Shils, Olson, Shike, Ross. 2002. Yodo. En: Hetzel, Claugston. *Nutrición en salud y enfermedad*. Editorial Mc Graw Hill. México. p. 291-302.
11. OMS. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide of programme managers. Second edition. 2001
12. Declaración de Quito para la yodación universal de la sal. 1994. *Bol. Oficina sanit Panam*. 117(6):559-566.

13. Youmans J. 1941. Iodine deficiency. En: *Nutritional deficiencies: History*. Ed. Lippincott. USA. p. 283-307.
14. Hetzel BS. 2002. Iodine and neuropsychological development. *American society for nutritional sciences*. p. 493-95
15. International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorder Direccion: [Http://www.indorgs.virginia.edu/iccidd.htm](http://www.indorgs.virginia.edu/iccidd.htm). IDD problem statement. *ICCIDD*. The iodine deficiency disorders. Acceso: abril 2005.
16. Francone. J. Tiroides. En: *Anatomía y fisiología humana*. 4ª edición. Mc Graw Hill. p. 553-557.
17. Hicks. J. J. 2000. Hormonas tiroideas: metabolismo y función. En: *Bioquímica*. Mc Graw Hill. México. p. 633-46.
18. Tresguerres. J. A. Glándula tiroides. En: *Fisiología humana*. 2ª edición. Mc Graw Hill. p. 902-930.
19. Gabowski. T. Sistema endocrino. En: *Principios de anatomía y fisiología*. 9ª edición. Oxford. P. 572-590.
20. Guyton. A. C. 2001. *Tratado de fisiología medica*. 10ª edición.. Mc Graw Hill. p. 1031-1043.
21. Stipanuk M. 2000. Iodine. En: *Biochemical and physiological aspects of Human nutrition*. Ed. Saunders. USA. p. 761-80
22. Iodine. 2000 En: *Dietary References Intake for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Borum Chromium, Cooper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium*.. National Academic of Sciences. USA. p. 258-289.
23. Pretell E., Aguirre A., Guell R., Canelos P., Higa A., Cevallos J. 1999. Consenso sobre los desordenes por deficiencia de yodo en Latinoamérica. Criterios de evaluación y monitoreo para su erradicación. *Rev. Cub de endocrinol*. 10(2):146-56.
24. Paredede L, Hardjowasito W, Gross R, Dollon D, Totoprajogo. 1998. Urinary iodine excretion is the most apropiate outcome indicador for iodine deficiency at field conditions at district level. *J Nutr*. 128:1122-1126.
25. Asociación Mexicana de la Industria de la Sal A. C. La industria de la sal disponible en: [http:// www.amisac.com](http://www.amisac.com) Citado el 22 de Abril de 2005

26. Organización Mundial de la Salud. OMS. 1997. Elimination of iodine deficiency disorders in South-East Asia. WHO Project ICP NUT 001. New Delhi.
27. Dunn. J. 2004. Iodine nutrition in the Americas - past and future. *ICCIDD*. 2(2); 20-26.
28. Gutiérrez JH, González A. 1997. Eliminación del bocio endémico asociado a deficiencia de yodo en México. Avances y perspectivas. SSA, UNICEF y OPS. 7-45
29. Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993, bienes y servicios. Sal yodada y sal yodada fluorada. Especificaciones sanitarias.
30. Organización Mundial de la Salud. 1996. *Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness*. OMS. Págs. 1-9
31. Diosady L. Stability of iodine in iodized salt. disponible en: <http://www.chemeng.toronto.edu/~diosady/sltstblty.html> acceso el 18 de mayo de 2005.
32. Martínez H, Tovar E, Chávez A, Armendariz D, Baz G. 1993. Consumo familiar e individual de sal de mesa en el Estado de México. *Salud Pública de México*. 35: 630-636.
33. Melse A, Rozendaal M, Rexwinkel H, Gerichhausen M, Van den Briel T, Bulux J, Solomons N, West C. 1998. Determination of discretionary salt intake in rural Guatemala and Benin to determine the iodine fortification of salt required to control iodine deficiency disorders: studies using lithium-labeled salt. *Am J Clin Nutr*. 68:636-41.
34. Bergoglio L, Mestman J. Guía de consenso para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad tiroidea. *The National Academy of Clinical Biochemistry*. 77-82.
35. Delange F, De Benoist B, Burgi H. 2002. Determining median urinary iodine concentration that indicates adequate iodine intake at population level. *Boletín de la OMS*. 80 (8): 633-36.
36. Dunn J. Techniques for Measuring Urinary Iodine. *ICCIDD Urinary Iodine Reference Lab*.

37. Van den Briel T, West C, Hautvast J, Vulsma T, Vijlder J, Ategbro E. 2001. Serum thyroglobulin and urinary iodine concentration are the most appropriate indicators of iodine status and thyroid function under conditions of increasing iodine supply in schoolchildren in Benin. *American Society for Nutritional Sciences*. 2702-2706.
38. Monarrez-Espino J, Martinez H, Martínez V, Greiner T. 2004. Nutritional status of indigenous children at boarding schools in northern Mexico. *Eur J Clin Nutr*. 58:532-540.
39. Tapia R., Kuri P., González E., Olaiz G., Sepúlveda J. 1996. Resultados de la encuesta sobre deficiencia de yodo en México. *Boletín médico del hospital infantil de México*. 53(6): 269-275.
40. Stanbury. J.B. 1997. Deficiencia de yodo y sus consecuencias. En: *Conocimientos actuales sobre nutrición*. Ekhard E. Ziegler, L.J. Filer. editores. 7ª edición. Organización Panamericana de la Salud-Instituto Internacional de Ciencias de la Vida. Publicación Científica N.º 565. p. 404-408
41. Pretell E., Delange F., Hostalek U., Corigliano U., Barreda L., Higa A. 2004. Iodine nutrition improves in Latin America. *Thyroid*. 80 (8): 590-599.
42. Cruz M. 2000. Evaluación del estado nutricional de los escolares residentes en los albergues de INI en Hidalgo. *Boletín informativo de los Servicios de Salud de Hidalgo*. México. No. 2
43. ICCIID, UNICEF, WHO. 1993. Dunn JT et al. Methods for measuring iodine in urine. The Netherlands, ICCIDD.
44. UNICEF, PAMM, MI, ICCIDD, WHO. 1995. Sullivan KM et al., Eds. Monitoring Universal SALT iodization programmes. Atlanta, PAMM, ICCIDD
45. NORMA Oficial Mexicana NOM-038-SSA2-2002, Para la prevención, tratamiento y control de las enfermedades por deficiencia de yodo.

X. ANEXO

Figura 1										
Distribución del Estado por regiones y localidades que participaron en el estudio										

