

Ingesta dietética de yodo y flúor procedente del consumo de sales comestibles

María del Carmen Galván Marante¹, Carmen Rubio Armendáriz¹, Soraya Paz Montelongo^{1*}, Ángel J. Gutiérrez Fernández¹, Consuelo Revert Gironés¹, Arturo Hardisson de la Torre¹

¹Departamento de Toxicología, Universidad de La Laguna, 38071 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

*Correspondencia: spazmont@gmail.com. Tfno.: 634 541 612 Fax: 922-319279.

Recibido: 17-octubre-2019, revisado: 27-diciembre-2019, aceptado 31-diciembre-2019

Resumen

Ingesta dietética de yodo y flúor procedente del consumo de sales comestibles

Introducción: La sal es un condimento indispensable en la dieta mediterránea, por lo que su suplementación con yodo y flúor resulta del todo lógica. La obtención industrial permite su enriquecimiento con ácido fólico, fósforo, magnesio, calcio, flúor y yodo, permitiendo así completar su aporte en la dieta, el cual debe realizarse siempre de forma responsable.

Objetivos: Determinar el contenido de fluoruro y yodo en 30 muestras de las principales sales comerciales y evaluar el posible riesgo derivado de su consumo, así como su correspondencia con los valores declarados en el etiquetado.

Método: Se ha determinado el contenido de fluoruro mediante potenciometría de ion selectivo de fluoruro y, el contenido de yodo, ha sido determinado mediante valoración de oxidación-reducción usando tiosulfato sódico.

Resultados y Discusión: Las concentraciones obtenidas para las sales fluoradas no suponen un riesgo, de hecho, los niveles de este ion son mucho menores a los referidos en el etiquetado del producto. Por otra parte, en el caso de las sales yodadas, los niveles son similares a los declarados en el envase, suponiendo un riesgo para los grupos de edad más vulnerables. Destaca la sal ChanteSel[®] donde los niveles alcanzan el valor máximo (0.08 mg I/g sal).

Conclusiones: El consumo de sal fluorada no supone un riesgo en condiciones normales, mientras que el consumo de sal yodada podría serlo, sobre todo en el caso de niños y adolescentes cuyos requerimientos son menores.

Palabras clave: fluoruro, yodo, sal, fluoración, yodación, electrodo de ion selectivo, valoración oxidación-reducción, potenciometría, ingesta dietética

Summary

Dietary intake of iodine and fluoride from the consumption of edible salts

Introduction: Salt is an indispensable condiment in the Mediterranean diet, so its supplementation with iodine and fluoride is completely logical. The industrial production allows its enrichment with folic acid, phosphorus, magnesium, calcium, fluorine and iodine, thus allowing it to complete its contribution in the diet, which must always be carried out in a responsible manner.

Objectives: To determine the content of fluoride and iodine in 30 samples of the main commercial salts and to evaluate the possible risk derived from its consumption, as well as its correspondence with the values declared in the labeling.

Method: The fluoride content has been determined by fluoride selective ion potentiometry and the iodine content has been determined by oxidation-reduction titration using sodium thiosulfate.

Results and Discussion: The concentrations obtained for fluorinated salts do not pose a risk, in fact, the levels of this ion are much lower than those referred to in the product labeling. On the other hand, in the case of iodized salts, the levels are similar to those declared on the package, assuming a risk for the most vulnerable age groups. The ChanteSel[®] salt stands out where the levels reach the maximum value (0.08 mg I / g salt).

Conclusions: The consumption of fluorinated salt does not pose a risk under normal conditions, while the consumption of iodized salt could be, especially in the case of children and adolescents whose requirements are lower.

Keywords: fluoride, iodine, salt, fluoridation, iodination, selective ion electrode, oxidation-reduction titration, potentiometry, dietary intake

Introducción

Los elementos esenciales son elementos químicos cuyo aporte es indispensable para el correcto funcionamiento del organismo. Entre ellos se encuentra el sodio y el cloro, componentes naturales de la sal común (cloruro sódico), así como otros con la que ésta se suplementa, como el flúor y el yodo [2].

La OMS recomienda un consumo medio de sal inferior a los 5g diarios, en España este consumo es muy superior, entorno a los 10 g sal/día [11]. Esta cantidad incluye la sal presente de forma natural en los alimentos (8%), la sal presente en los alimentos procesados (72%) y la sal añadida como NaCl, conocida como sal de mesa. la cual supone un 20% del total (Fig. 1). De esta forma se estima un consumo medio de 2 g sal de mesa/día en España [1].

Los elementos esenciales se diferencian en: mayoritarios o macroelementos, elementos traza u oligoelementos y elementos ultra traza [5].

Los oligoelementos o elementos traza son elementos necesarios para el correcto funcionamiento del organismo, cuyas necesidades diarias son relativamente bajas y por ello, debe darse una ingesta equilibrada pues, tanto el déficit como el exceso podrían resultar perjudiciales para la salud. Existen en el organismo en concentraciones bajas (<50mg/kg) y su requerimiento no supera los 100 mg/día. Los elementos traza que se incluyen en esta descripción son los siguientes: hierro (Fe), cobre (Cu), cromo (Cr), cobalto (Co), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se), níquel (Ni), vanadio(V), flúor (F) y yodo (I) [5]. El flúor (F) es el elemento químico más electronegativo de la tabla periódica, su número atómico es 9 y forma parte del grupo de los halógenos. Aunque se clasifica de como micronutriente, se considera un elemento plástico puesto que es parte estructural del esmalte dental y del tejido óseo [7]. La ingesta diaria recomendada varía entre 3-4 mg/día para adultos y 0.7 mg/día para niños entre 1 y 3 años. Si se superasen estos límites podría aparecer, entre otras alteraciones, fluorosis dental, manifestándose como un moteado gris o amarillo de la dentadura por hipomineralización del esmalte dental [14]. A su vez, un aporte insuficiente propicia la formación de caries dental. Al aplicar el flúor vía tópica sobre el esmalte se forman cristales de fluorapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F})_2$), los cuales son más resistentes que los de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), protegen al diente de la erosión ácida e inhiben el metabolismo del azúcar por parte de las bacterias cariogénicas [3, 6].

Asimismo, la acumulación de F en el hueso propicia el aumento de la densidad ósea, pero, a

largo plazo, un consumo excesivo podría desencadenar fluorosis esquelética, la cual se caracteriza por una mayor rigidez en las articulaciones, cambios en la resistencia y estructura ósea [16].

Al igual que el flúor, el yodo (I) es un no metal, perteneciente al grupo de los halógenos, cuyo número atómico es 53 y su peso molecular 126.9 g/mol. Las fuentes principales de I tienen origen marino, destacando pescados, mariscos o algas, así como leguminosas, frutas y hortalizas procedentes de cultivos en zonas costeras, cuyos niveles de I aumentan por la lluvia o por el propio aerosol marino. Por este motivo el déficit de I suele asociarse a las zonas montañosas donde el consumo de pescado es menor y los niveles de I en el suelo son más pobres [18].

La mayor parte de I presente en el cuerpo humano se encuentra en la glándula tiroides, constituyendo las hormonas tiroideas, triiodotironina (T_3) y tetraiodotironina (T_4). De esta forma, una ingesta insuficiente del mismo puede provocar:

- Bocio, hiperplasia de la glándula tiroides para compensar los bajos niveles de hormonas tiroideas, aumentando la síntesis de TSH. Entre sus posibles causas se encuentra el bajo aporte de I en la dieta [17].

- Hipotiroidismo, síndrome que deriva de la disminución de los efectos de las hormonas tiroideas en los tejidos. La deficiencia de I en la dieta es una de las posibles causas de la destrucción glandular. Sus manifestaciones clínicas varían en función de la edad, en adultos puede causar cardiomegalia por infiltración mixodematososa del espacio pericárdico, mientras que en niños puede resultar más grave, provocando alteraciones en el crecimiento, retraso mental e incluso alteraciones neurológicas [15].

- Cáncer, varios estudios avalan que la prevalencia de carcinoma de tiroides folicular es mayor en regiones deficientes en yodo. También se ha relacionado con el cáncer de mama y de estómago [4].

Por todo ello, tiene sentido que la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, *European Food Safety Authority*) establezca valores de ingesta diaria recomendada en función de la edad, como por ejemplo 150 μg I /día para adultos [7].

Del mismo modo, si el aporte es superior a 1100 μg /día para adultos, que es la Ingesta Diaria Admisibles establecida por la EFSA, puede darse el "Efecto de Wolff-Chaikoff" [7]. La ingesta excesiva de este no metal, hace que los yoduros (I) actúen directamente sobre la glándula tiroides inhibiendo la síntesis de las hormonas tiroideas. Así mismo, podría ocurrir un aumento en la

síntesis hormonal derivando en bocio e hipertiroidismo [13].

La sal de mesa o sal común (NaCl) es un condimento indispensable en la dieta española, por ello su suplementación con otros elementos esenciales resulta del todo lógica. La obtención industrial permite su enriquecimiento con ácido fólico, fósforo, magnesio, calcio, flúor y yodo, permitiendo así completar su aporte en la dieta, el cual debe realizarse siempre de forma responsable. Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar la cantidad de yodo y flúor presente en distintas sales comerciales, con el fin de evaluar el posible riesgo tóxico derivado de su ingesta.

Los objetivos que se han establecido en este estudio son (i) determinar el contenido en yodo y flúor en sales de mesa yodo-fluoradas y comparar los valores obtenidos con los indicados por el fabricante en el etiquetado, (ii) estudiar las posibles diferencias estadísticas entre las sales suplementadas con yodo y/o flúor teniendo en cuenta las diferentes marcas en estudio y, (iii) evaluar el posible riesgo tóxico por ingesta de yodo y flúor consecuencia del consumo de sal común suplementada con yodo y/o flúor, considerando para ello los valores de ingesta diaria recomendada (IDR) y de ingesta diaria admisible (IDA) de ambos elementos.

Material y Métodos

Material y reactivos

La Tabla 1 recoge el material y reactivos empleados para la determinación de flúor y yodo en las sales comestibles analizadas.

Muestras

Se han analizado un total de 30 muestras de sales comerciales suplementadas, las cuales se pueden adquirir en las grandes superficies más comunes, donde se abastece la mayoría de la población, de las cuales, se usaron 15 muestras de las marcas “Sal costa® yodo + flúor” y “Sal costa® Plus +”, ambas con contenido declarado de flúor en su etiquetado, para el análisis de fluoruro. Mientras que, para el análisis de yodo, la variedad en el mercado era más amplia, analizándose también un total de 15 muestras (Tabla 2).

El yodo en la sal se puede encontrar en forma de yoduro (I^-) o yodato (IO_3^-), en nuestro caso nos centramos en las muestras con yodato, ya que resulta ser la forma de suplementación más común.

Determinación de fluoruro en sales

Cabe destacar que, en el caso particular de la determinación de fluoruro, todo el material empleado ha sido de plástico pues la composición del vidrio da lugar a interferencias con el fluoruro, pudiendo provocar medidas erróneas.

En primer lugar, se toman 10 mg de la sal en estudio en un vaso de plástico y se disuelve en 90-100 mL de agua destilada. A continuación, se elabora una recta de calibrado partiendo de una disolución madre de fluoruro 10^{-1} M, preparando disoluciones seriadas de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} M y determinando el potencial de cada una de ellas.

Para proceder a la medición, tanto de las disoluciones seriadas como de la muestra problema, se toman 10 mL de la disolución problema, 10 mL de la disolución acondicionadora TISAB-CDTA y el agitador magnético para homogenizar la muestra durante la lectura. Cada muestra se debe analizar por triplicado [13, 14].

Determinación de yodo en sales

Se disuelven 50g de la sal estudio en 200 mL de agua destilada. A continuación, en un matraz Erlen Meyer añadimos 1 mL de ácido sulfúrico 2M (H_2SO_4), 5 mL de yoduro de potasio al 10% y agitamos. Una vez se observa una coloración amarilla, procedente del I_3^- formado por el exceso de yoduro (I^-), se procede a la valoración con tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$) 0.1 N.

La solución problema pasa a un color amarillo pálido, momento en el cual se añade el indicador (1 mL de almidón al 1%,) y adquiere un color violeta oscuro, característico del complejo [almidón- I_3^-]. Continúa la valoración, a una velocidad de goteo lenta, hasta observar la desaparición brusca del color, indicativo de que todo el I_3^- ha reaccionado con el tiosulfato [12].

Evaluación de la ingesta

La evaluación de la ingesta dietética es llevada a cabo calculando, en primer lugar, la ingesta diaria estimada (IDE), es decir, la cantidad de fluoruro o yodo que se ingiere con una ración de sal.

$$IDE = [(Concentración \text{ de fluoruro/yodo (mg/L)}) \times (Consumo \text{ medio de sal (kg/día))]$$

Después, se procede a obtener el porcentaje de contribución que representa para el valor fijado de IDR (ingesta diaria recomendada) o de IDA (ingesta diaria admisible).

$$IDR\% \text{ ó } IDA\% = [(IDE \text{ mg/día}) / \text{Valor recomendado o máximo}] \times 100$$

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa informático IBM Statistics SPSS 22.0 para Windows™. El objetivo del análisis estadístico es determinar la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido de flúor o yodo, entre las diferentes marcas comerciales de sales analizadas.

En primer lugar, se procede a comprobar la distribución de los datos obtenidos, estudiando si éstos siguen una distribución normal o no. En el caso del flúor, para evaluar la normalidad se empleó el test de Shapiro-Wilk y para contrastar

la homocedasticidad el test estadístico de Levene, ambos coincidieron en la distribución normal de los datos obtenidos. El análisis continuó con un test paramétrico que permitió concluir la no existencia de diferencias significativas entre las muestras.

Resultados y Discusión

Contenido de fluoruro y evaluación de la ingesta dietética

Se ha determinado el contenido de fluoruro en dos presentaciones diferentes de la marca Sal costa®, “sal marina yodo + flúor” y “sal marina Plus+”, ambas enriquecidas con fluoruro de potasio (KF). La Tabla 3 muestra la concentración media de fluoruro encontrada en cada marca, así como el aporte de fluoruro que supondría el consumo de 2g/día de sal.

A partir de estos datos se puede evaluar si existe riesgo derivado del consumo de sal enriquecida con flúor. Se ha considerado los valores de ingesta diaria recomendada (IDR) fijados por la institución americana Institute of Medicine (IOM), así como un consumo medio de 2 g de sal al día [1, 9].

La Tabla 4 recoge los porcentajes de contribución a la IDR. Se tiene que, en la edad adulta (>19 años), la ingesta de 2 g de “Sal costa® Plus +” al día, tan solo supone un aporte del 1.07% y 1.42% de la IDR para un varón y mujer adultos, respectivamente, por lo que su utilidad como preventivo frente a la caries dental es cuestionable.

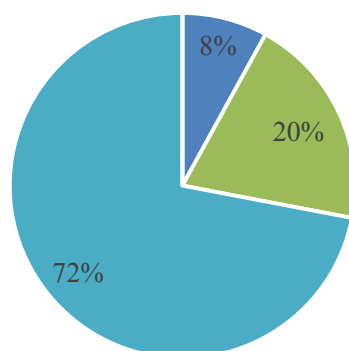
En cuanto al consumo de la “Sal costa® yodo + flúor” ocurre algo similar ya que esta supone un aporte del 1.91% de la IDR, para varones, y un 2.55% para mujeres adultas. Cabe destacar como los requerimientos de fluoruro para mujeres adultas embarazadas y en periodo de lactancia no aumentan durante estos periodos, por lo que el aporte a la IDR permanece constante.

Podemos observar cómo ambas marcas comerciales presentan su mayor aporte a la IDR en el intervalo de edad de 0 a 6 meses, 76.6% con “Sal costa® yodo + flúor” y 42.8% con “Sal costa® Plus +”, lo cual resulta del todo lógico ya que los requerimientos infantiles de fluoruro son menores.

Partiendo de estos valores podemos evaluar el riesgo tóxico derivado de la ingesta de las sales analizadas. Para sufrir una intoxicación aguda por exceso de fluoruro habría que consumir 183 g de Sal costa® yodo + flúor y 327 g de Sal costa® Plus +. Estos valores difieren mucho de la ingesta estimada diaria por lo que no representan un riesgo. Además, en ciertos casos se ha relacionado el consumo crónico de 14 mg F/día/adulto con una mayor incidencia de fracturas óseas [6].

La Tabla 7 muestra los valores de ingesta máxima tolerable para niños en función de la edad, según la EFSA [6]. La probabilidad de superar la ingesta máxima admisible es baja. Sería necesario consumir grandes cantidades de sal fluorada o combinar ésta con otras fuentes de fluoruro como el agua fluorada (2-3 mg F/L) o la pasta dentífrica.

Cosumo de sal



- Sal natural en alimentos
- Sal añadida como sal de mesa
- Sal añadida en alimentos procesados

Figura 1. Consumo de sal en España (Adaptado de "Plan cuídate +" MSSSI)

Contenido de yodo y evaluación de la ingesta dietética

Tras la determinación del contenido de yodo en las 5 marcas de sal suplementada con yodato, se obtuvieron los valores medios de cada una, a partir de ellos y comparándolo con los 2 g de consumo medio, se obtuvo el aporte de este elemento en cada caso (Tabla 5).

De la misma forma, se observa como la sal yodada ChanteSel® es la que presenta una mayor concentración, mientras que la sal yodada Hacendado® tiene la menor concentración.

Para determinar si la ingesta de sal yodada permite alcanzar los niveles de IDR en función de la edad, calculamos su aporte a la misma. Cabe destacar, que los niveles de ingesta deben ser mayores en mujeres embarazadas y en mujeres en periodo de lactancia (Tabla 6).

En este caso consumiendo la Sal yodada fina Chantesel® se alcanzaría poco más de la mitad (53%) de la IDR en caso de embarazadas y casi un 70% del aporte adecuado durante la lactancia. Por otra parte, en el grupo de edad 1-8 años, con ambas marcas se supera la IDR, por lo que habría que prestar atención a su uso a estas edades, así la Sal yodada fina Chantesel® supone un 170% del aporte a la IDR y la Sal yodada Hacendado® un 107%.

En un individuo adulto de unos 70 kg de peso, así como en embarazadas y lactantes, el nivel más alto de ingesta al que no se observa efecto adverso, es decir, los niveles máximos de ingesta admisible serían, en el caso del fluoruro de 7 mg para un adulto de 70 kg de peso corporal [6] y, en

el caso del yodo, de 600 µg para un adulto de 70 kg de peso corporal [19].

La cantidad de sal yodada que habría que ingerir para sufrir una intoxicación aguda por consumo de yodo en adultos, sería de aproximadamente unos 8 gramos de sal yodada de la marca ChanteSel®.

Para la población más joven, los niveles de ingesta máxima admisible son aún más bajos, por lo que se alcanzaría la posible intoxicación aguda con menor cantidad de sal (Tabla 7).

Según el SFC (Scientific Committee on Food) cuando la ingesta dietética de yodo es 10 veces superior a la habitual puede desencadenar bocio junto con otras patologías tiroideas [19]. Algunos estudios apuntan que en niños con una ingesta de yodo entre 400 -1300 µg/día hay una mayor prevalencia de estas enfermedades, mientras que en niños sanos una ingesta de 300-400 µg I/día no resulta perjudicial [20].

Entre las causas más comunes del exceso de yodo se encuentra el consumo de complementos alimenticios, por lo que hay que prestar especial atención al empleo de sal suplementada con este elemento, especialmente en los grupos de edad más vulnerables.

En el caso de las muestras analizadas no se requieren cantidades de sal muy elevadas para una posible intoxicación aguda por yodo. Como en los niños entre 1 y 3 años, en los que basta con un consumo de 2.6 gramos diarios de sal ChanteSel® para ello. De la misma forma, este umbral se puede superar por periodos cortos de tiempo sin suponer un riesgo para la salud [19].

Tabla 1. Material, reactivos y equipo necesario para la determinación de yodo y flúor en las sales comerciales

Material	Reactivos	Equipo
Envases plásticos estériles	Disolución madre de fluoruro 10 ⁻¹ M (Sigma Aldrich, Alemania)	Balanza de precisión (Metler Toledo, EEUU)
Matraces aforados de plástico 25 mL	Solución TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) (HANNA, Italia)	
Matraz Erlen Meyer 500 mL	Titrisol de tiosulfato sódico (Na ₂ S ₂ O ₃) 0.1N (Sigma Aldrich, Alemania)	
Bureta de precisión 2 mL	Solución indicadora de Almidón 1% (Sigma Aldrich, Alemania)	Potenciómetro con electrodo de ión selectivo de fluoruro (CRISON GLP22, España)
Pipetas de 2mL y 5mL	Yoduro de potasio 10 % (Sigma Aldrich, Alemania)	
	Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) 2M (Sigma Aldrich, Alemania)	

Tabla 2. Marcas comerciales, tipo de sal y número de muestras analizadas

Marca comercial	Tipo de sal	Número de muestras
Sal fina yodada Carrefour®		4
Sal yodada El Corte Inglés®	Sal suplementada con yodato (IO ₃ ⁻)	3
Sal yodada Auchan®		4
Sal yodada fina Chantesel®		2
Sal yodada Hacendado®		2
Sal Costa® I+F	Sal suplementada con	8
Sal Costa® plus+	fluoruro (F ⁻)	7

Comparación con el etiquetado

Una vez determinada la concentración media de fluoruro y yodo por marca, se ha comparado con el valor declarado en el etiquetado (Tabla 8).

En el envase de las sales fluoradas se indica una concentración de 12.5 mg F⁻/100 g de sal, pudiendo existir una variación de -20% + 45% respecto al valor declarado. De esta forma los valores deben estar comprendidos entre 10 mg F⁻/100 g y 19.4 mg F⁻/100 g. Aun así, los resultados obtenidos difieren mucho de los declarados, ninguna de las dos marcas analizadas alcanza el 50% del valor declarado. En la tabla adjunta también se aprecia como en ningún caso se supera el mínimo reflejado de 10 mg F⁻/100 g.

En lo referente al yodo, en todos los envases se declara 6 mg de I por cada 100g de sal, excepto en la sal ChanteSel®, en la cual no se indica la concentración. Cabe destacar la sal marca Hacendado®, pues presenta la menor cantidad de yodo (4.82 mg I/100 g sal), así como la marca ChanteSel® presenta la mayor (7.69 mg I/100 g

sal). En el resto de los envases las concentraciones no difieren en exceso de los valores declarados.

Conclusiones

El consumo de sal fluorada, en cantidades normales, no supone un riesgo salvo que se sume a otras fuentes como agua excesivamente fluorada o la ingesta accidental de dentífricos. Así mismo, la ingesta de sal yodada resulta más peligrosa, principalmente en niños y adolescentes, por lo que no se recomienda su consumo a estas edades. Ninguna de las marcas de sal suplementada permite alcanzar la IDR, por lo que en ningún caso se deben emplear como sustituto de una dieta variada, sino como complemento de la misma. En cuanto al etiquetado, las sales yodadas presentan valores próximos a los valores de yodo declarados. Mientras que, los valores experimentales para las sales fluoradas son menores a los referidos en el etiquetado.

Tabla 3. Concentración media de fluoruro (mg/g), desviación estándar (DE) e ingesta diaria estimada (IDE) (mg F/2g sal)

Marca comercial	Concentración de fluoruro (mg/g)	IDE (mg F/2g sal)
Sal Costa® yodo + flúor	0.04 ± 0.009	0.08
Sal Costa® Plus +	0.02 ± 0.01	0.04

Tabla 4. Valores de IDR según edad y sexo y porcentajes de contribución procedentes del consumo de 2 g/día de las sales fluoradas analizadas

Edad	IDR (mg F/día) ^a	Porcentaje (%) de aporte a la IDR	
		Sal Costa® yodo + flúor	Sal Costa® Plus +
0-6 meses	0.1	76.6	42.8
7-12 meses	0.5	15.3	8.56
1-3 años	0.7	10.9	6.11
4-8 años	1	7.66	4.28
9-13 años	2	3.83	2.14
14-18 años	3	2.55	1.42
>19 años Mujeres	3	2.55	1.42
>19 años Hombres	4	1.91	1.07
Embarazo	3	2.55	1.42
Lactancia	3	2.55	1.42

^a Valores fijados por Institute of Medicine, Food and Nutrition Board [9].

Tabla 5. Concentración media de yodo (mg/g), desviación estándar (DE) e ingesta diaria estimada (IDE) (µg I/2g sal)

Marca comercial	Concentración de yodo (mg/g)	IDE (µg I/2g sal)
Auchan®	0.06± 0.002	116
Carrefour®	0.06± 0.004	126
ChanteSel®	0.08±0.002	154
El Corte Inglés®	0.07±0.0001	135
Hacendado®	0.05±0.0002	96.4

Tabla 6. Valores de IDR según edad y sexo y porcentajes de contribución procedentes del consumo de 2 g/día de las sales yodadas analizadas

Edad años	IDR (µg I/día) ^a	Porcentaje (%) de aporte a la IDR				
		Sal yodada Auchan®	Sal fina yodada Carrefour®	Sal yodada fina Chantesel®	Sal yodada El Corte Inglés®	Sal yodada Hacendado®
0-0,5	110	105	114	140	123	87.6
0,5-1	130	88.8	96.6	118	104	74.2
1-3	90	128	140	171	150	107
4-8	90	128	140	171	150	107
9-13	120	96.3	105	128	113	80.3
14-18	150	77	83.8	103	90.2	64.3
>19 años	150	77	83.8	103	90.2	64.3
Embarazo	220	52.5	57.1	69.9	61.5	43.8
Lactancia	290	39.8	43.3	53.0	46.6	33.2

^a Valores fijados por Institute of Medicine, Food and Nutrition Board [9]

Tabla 7. Cantidad de sal yodada necesaria para producir intoxicación aguda en niños considerando los valores de IDA (ingesta diaria admisible)

Edad años	IDA (µg/día) ^a	Consumo de sal para intoxicación aguda(g)				
		Auchan®	Carrefour®	ChanteSel®	El Corte Inglés®	Hacendado®
1-3	200	3.46	3.18	2.60	2.95	4.15
4-6	250	4.33	3.98	3.25	3.69	5.19
7-10	300	5.19	4.78	3.90	4.44	6.22
11-14	450	7.79	7.16	5.85	6.65	9.34
15-17	500	8.66	7.96	6.50	7.39	10.4

^aValores fijados por Institute of Medicine, Food and Nutrition Board [9].

Conflicto de Intereses

Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.

Referencias

1. AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición). Plan Cuidate +. Madrid, España [Acceso: 20/05/2019]. Disponible en: www.plancuidatemas.es
2. Astiasarán I, Martínez JA. Alimentos: Composición y Propiedades. McGraw-Hill 2000; Madrid, España.
3. Bernal J. Hormonas Tiroideas y Desarrollo Cerebral. Rev Esp Endocrinol Pediatr 2014; 5(S2): 5-8.
4. Cameán AM, Repetto M. Toxicología alimentaria. Madrid: Ediciones Díaz de Santos 2006; Madrid, España.
5. Diaz Romero, C. Fundamentos de nutrición. San Cristóbal de La Laguna: Servicio de publicaciones, Universidad de La Laguna 2012; España.
6. EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the Scientific Panel Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Fluoride. EFSA J 2005; 192:1-65.
7. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iodine. EFSA J 2014; 12(5): 36-60.
8. González-Weller D, Rubio C, Gutiérrez AJ, Pérez B, Hernández-Sánchez C, Caballero JM, Revert C, Hardisson A. Dietary Content and Evaluation of Metals in Four Types of Tea (White, Black, Red and Green) Consumed by the Population of the Canary Islands. Pharma Anal Acta 2015; 6: 1-10.
9. IOM (Institute of Medicine). Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine of the National Academies. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. National Academy Press 2001; Washington, USA.
10. Jáudenes J, Hardisson A, Gutiérrez AJ, Rubio C, Revert C. Evaluación del riesgo tóxico por la presencia de fluoruro en aguas de bebida envasada consumidas en Canarias. Nutr Hosp 2015; 32 (5): 2261-2268.
11. OMS (Organización Mundial de la Salud). Resumen: Ingesta de sodio en adultos y niños. World Health Organization (WHO) 2013; Ginebra, Suiza.
12. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Manual para el monitoreo de sal fortificada con yodo. Panamá: Organización Panamericana de la Salud (OPS). Ministerio de Salud 2011; Madrid, España.
13. Paz Montelongo, S. Determinación de metales y elementos traza en algas: evaluación nutricional y toxicológica. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna 2018; España.
14. Paz S, Jáudenes JR, Gutiérrez AJ, Rubio C, Hardisson A, Revert C. Determination of Fluoride in Organic and Non-organic Wines. Biol Trace Elem Res 2017; 178:153-159.
15. [Perez JL, de Castro S. Manual de Patología General. 7 edición. Elsevier Masson; 2013.](#)
16. Puche C, Rigalli A. Fluorosis esquelética. Actualiz Osteol 2007;3(1):50-52.
17. Repetto M, Repetto G. Toxicología fundamental. 4ª edición. Ediciones Díaz de Santos 2009; Madrid, España.
18. Ron F, Christopher CJ. Iodine and human health, the role of environmental geochemistry and diet, a review. Appl Geochem 2015; 63: 282-302.

19. SCF (Scientific Committee on Food). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Iodine. Commission of the European Communities; 2002.
20. Zimmermann MB. Iodine Deficiency. *Endocrine Reviews* 2009; 30: 376-408.