



**Universidad
de La Laguna**



Facultad de Farmacia
UNIVERSIDAD LA LAGUNA

Trabajo de Fin de Grado
Curso 2018/19

**IODO Y FLÚOR EN SALES
COMESTIBLES COMERCIALES.
EVALUACIÓN DEL RIESGO TÓXICO.**

María del Carmen Galván Marante.

Tutor: Arturo Hardisson de la Torre.

Co-tutora: Soraya Paz Montelongo.

ÍNDICE

Resumen / Abstract.....	3
I. Introducción.....	4-6
II. Objetivos.....	6
III. Material y Métodos.....	6-10
- Material y reactivos	
- Muestras	
- Métodos analíticos	
- Análisis estadístico	
IV. Resultado y Discusión.....	10-18
- Contribución a la ingesta dietética	
a. Ingesta dietética de fluoruro	
b. Ingesta dietética de yodo	
- Comparación con el etiquetado	
V. Conclusiones.....	18
VI. Bibliografía.....	18-20

RESUMEN

La sal es un condimento indispensable en la dieta mediterránea, por lo que su suplementación con yodo y flúor resulta del todo lógica. Este estudio evalúa los niveles de dichos elementos en 30 muestras, de las principales sales comerciales, para determinar el posible riesgo tóxico derivado de su consumo, así como su correspondencia con los valores declarados en el etiquetado.

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).

Para concluir, 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.

ABSTRACT

Salt is an indispensable seasoning in the Mediterranean diet, so its supplementation with iodine and fluoride is completely logical. This study assesses the levels of these elements in 30 samples of major commercial salts to determine the potential toxic risk arising from their consumption, as well as their correspondence with the values declared on the label.

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 labelling. On the other hand, in the case of iodized salts, the levels are similar to those declared on the packaging, posing a risk to the most vulnerable age groups. ChanteSel[®] salt stands where levels reach the maximum value (0,08 mg I/g salt).

In conclusion, fluoridated salt consumption does not pose a risk under normal conditions, while consumption of iodized salt could be, especially for children and adolescents whose requirements are lower.

I. 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 (Astiasarán y Martínez, 2000).

Los elementos esenciales se diferencian en: mayoritarios o macroelementos, elementos traza u oligoelementos y elementos ultra traza (Diaz Romero, 2012).

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) (Diaz Romero, 2012).

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 como micronutriente, se considera un elemento plástico puesto que es parte estructural del esmalte dental y del tejido óseo (EFSA, 2014). Su 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. 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 acida e inhiben el metabolismo del azúcar por parte de las bacterias cariogénicas (Bernal, 2014; EFSA, 2005).

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 (Puche et al., 2007).

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 (Ron Fuge et al.,2015).

La mayor parte de I presente en el cuerpo humano se encuentra en la glándula tiroidea, constituyendo las hormonas tiroideas, triiodotironina (T₃) y tetraiodotironina (T₄). De esta forma, una ingesta insuficiente del mismo puede provocar:

- Bocio, hiperplasia de la glándula tiroidea 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 (Repetto y Repetto, 2009).
- 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 mixedematosa del espacio pericárdico, mientras que en niños puede resultar más grave, provocando alteraciones en el crecimiento, retraso mental e incluso alteraciones neurológicas (Perez Arrellano, 2013).
- 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 (Cameán et al., 2006).

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 (EFSA, 2014).

Del mismo modo, si el aporte es superior a 1100 µg/día para adultos, que es la Ingesta Diaria Admisible establecida por la EFSA, puede darse el “Efecto de Wolff-Chaikoff”. La ingesta excesiva de este no metal, hace que los yoduros (I⁻) actúen directamente sobre la glándula tiroidea inhibiendo la síntesis de las hormonas tiroideas. Así mismo, podría ocurrir un aumento en la síntesis hormonal derivando en bocio e hipertiroidismo (Paz Montelongo, 2018).

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, 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 toxico derivado de su ingesta.

II. OBJETIVOS

Los objetivos que se establecen en este trabajo son los siguientes:

1. 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.
2. Estudiar las posibles diferencias estadísticas entre las sales suplementadas con yodo y/o flúor teniendo en cuenta las diferentes marcas en estudio.
3. 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.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

Material y reactivos.

A continuación, se encuentra todo el material y reactivos empleados para la determinación de flúor y de yodo en las muestras de sales analizadas.

Determinación de flúor:

- Envases plásticos estériles
- Espátula plástica
- Matraz aforado plástico 25mL
- Bureta plástica 50mL
- Solución TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer)
- Disolución madre de fluoruro $10^{-1}M$
- Potenciómetro con electrodo de ión selectivo de fluoruro CRISON(GLP22).
- Balanza de precisión

Determinación de yodo:

- Envases plásticos estériles
- Espátula
- Matraz Erlen Meyer 500mL
- Bureta de presión 2mL
- Vasos de precipitado 100mL
- Vidrio de reloj
- Pipetas de 2mL y 5mL
- Balanza de precisión
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) 2M
- Yoduro de potasio 10 %
- Solución indicadora de Almidón 1%
- Solución de tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃) 0.1N

Muestras.

Para la elaboración de este trabajo se han escogido las principales marcas comerciales de sales suplementadas, las cuales se pueden adquirir en las grandes superficies más comunes, donde se abastece la mayoría de la población.

En concreto, para la evaluación del flúor se tomaron 15 muestras totales de “Sal costa® yodo + flúor” y “Sal costa® Plus + “, ambas con contenido declarado de flúor en su etiquetado. Para el análisis de yodo la variedad en el mercado era más amplia, analizándose también un total de 15 muestras. El yodo en la sal se puede encontrar en forma de yoduro (I⁻) o yodato (IO₃⁻), en nuestro caso nos centramos en las muestras con yodato, ya que resulta ser la forma de suplementación más común (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de marcas y muestras de sal

MARCA COMERCIAL	Nº MUESTRAS
Sal yodada (IO₃⁻)	
Sal fina yodada Carrefour®	4
Sal yodada El Corte Inglés®	3
Sal yodada Auchan®	4
Sal yodada fina Chantessel®	2
Sal yodada Hacendado®	2
Sal fluorada (F⁻)	
Sal Costa® I+F	8
Sal Costa® plus+	7

Método de análisis.

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 podría ocasionar interferencias con el fluoruro, provocando medidas erróneas.

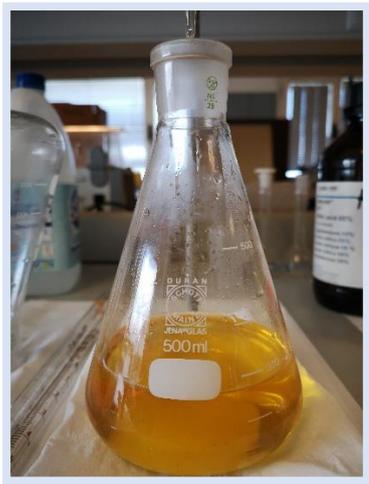
En primer lugar, se toman 10mg de la sal en estudio en un vaso de plástico y se disuelve en 90-100mL de agua destilada. A continuación, se elabora una recta de calibrado partiendo de una disolución madre de fluoruro $10^{-1}M$, preparando disoluciones seriadas de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y $10^{-5}M$ 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 (Paz Montelongo et al., 2017; Jáudenes Marrero et al., 2015).

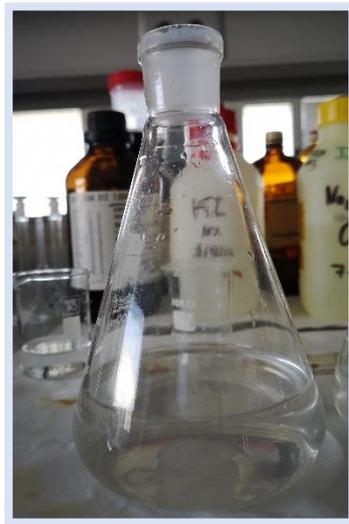
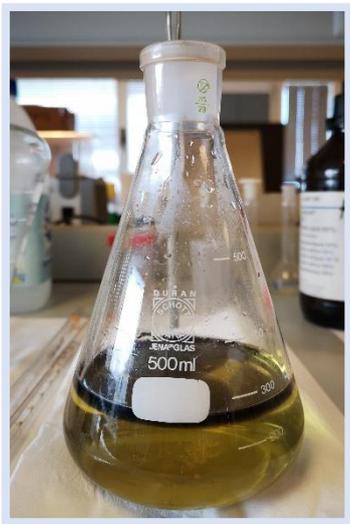
Determinación de yodo en sales:

Para la determinación del yodo presente en la sal, nos centramos en la sal suplementada con yodato, determinándolo mediante valoración redox, conocida como yodometría.

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 ($Na_2S_2O_3$) 0.1N.



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 [almidon- 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 (OPS, 2011).



Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa informático IBM Statistics SPSS 22.0. El objetivo del análisis estadístico es determinar la existencia de diferencias significativas 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.

En cuanto a las sales yodadas no se cuenta con suficientes datos para realizar el análisis estadístico debido a la heterogeneidad de las muestras.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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 (OMS, 2013). 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 (AESAN, 2019).

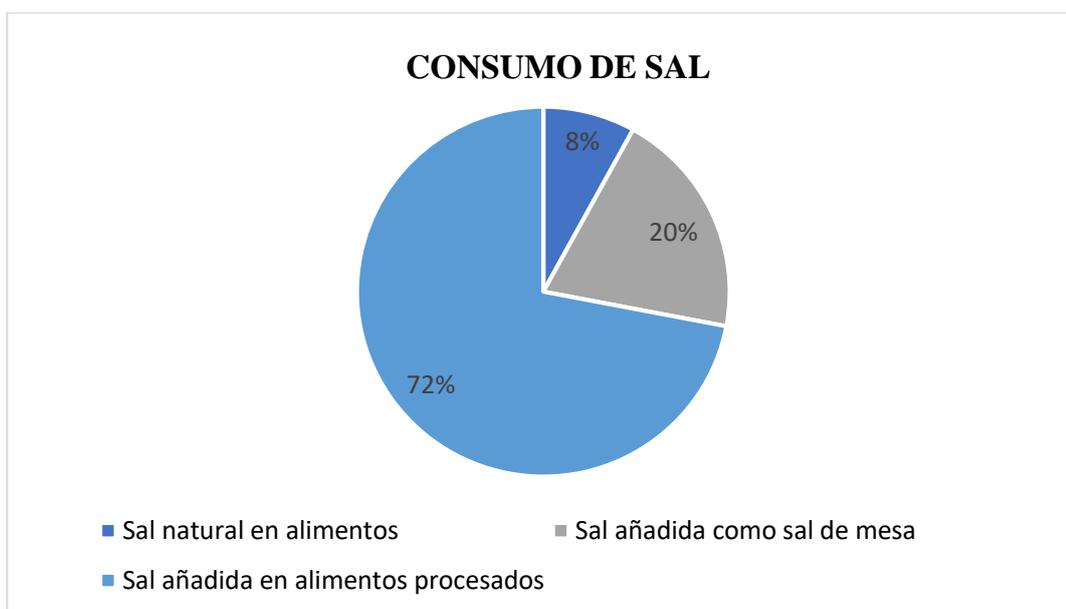


Figura 1. Consumo de sal en España (Adaptado de "Plan cuídate +" MSSSI)

Contribución a la ingesta dietética

Ingesta dietética de fluoruro

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 2 muestra la concentración media de fluoruro encontrada en cada marca, así como el aporte de fluoruro que supondría el consumo de 2g/día de dicha sal.

Tabla 2. Concentración media de flúor por envase y aporte de flúor por 2 g de sal.

MARCA	F(mg/g)	mg F/2g NaCl
Sal Costa® yodo + flúor.	0,04 ± 0,009	0,08
Sal Costa® Plus +.	0,02 ± 0,01	0,04

A partir de estos datos se puede evaluar si existe riesgo derivado del consumo de sal enriquecida con flúor. La Tabla 3 muestra los valores de ingesta diaria recomendada (IDR) de flúor en función de la edad. En ninguno de los casos, al consumir 2g de sal de mesa diarios, se alcanza la IDR, de modo que ésta podría actuar como un suplemento, pero nunca como sustituto de su aporte en la dieta.

Tabla 3. IDR por grupo de edad (Institute of Medicine, 2000)

Intervalo de edad	IDR (mg F/día)	
0-6 meses	0,1	
7-12 meses	0,5	
1-3 años	0,7	
4-8 años	1	
9-13 años	2	
14-18 años	3	
>19 años	Mujeres	3
	Hombres	4
Embarazo	3	
Lactancia	3	

La evaluación del aporte de flúor respecto a su IDR se muestra en la Tabla 4. En la edad adulta (>19 años), la ingesta de 2 g de Sal costa® Plus + al día tan solo suponen un aporte del 1,07% y 1,42% con respecto a su IDR, para una varón y mujer adulta, respectivamente, por lo que su utilidad como preventivo frente a la caries dental es cuestionable. Con 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 F 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 como 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 F son mucho menores.

Tabla 4. Porcentaje de aporte de F a la IDR

Intervalo de edad	IDR (mg F/día)	% 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
	Hombres	4	1,91
Embarazo	3	2,55	1,42
Lactancia	3	2,55	1,42

Ingesta dietética de yodo

Tras la determinación del contenido en 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 2g de consumo medio se obtuvo el aporte de este elemento en cada caso (Tabla 5).

Tabla 5. Aporte de yodo en función de la ingesta estimada.

MARCA	I(mg/g)	µg I/2g NaCl
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

De la misma forma, en el siguiente gráfico se observa como la sal yodada ChanteSel® es la que presenta una mayor concentración, mientras que la sal yodada Hacendado® tiene la menor concentración (Fig. 2).

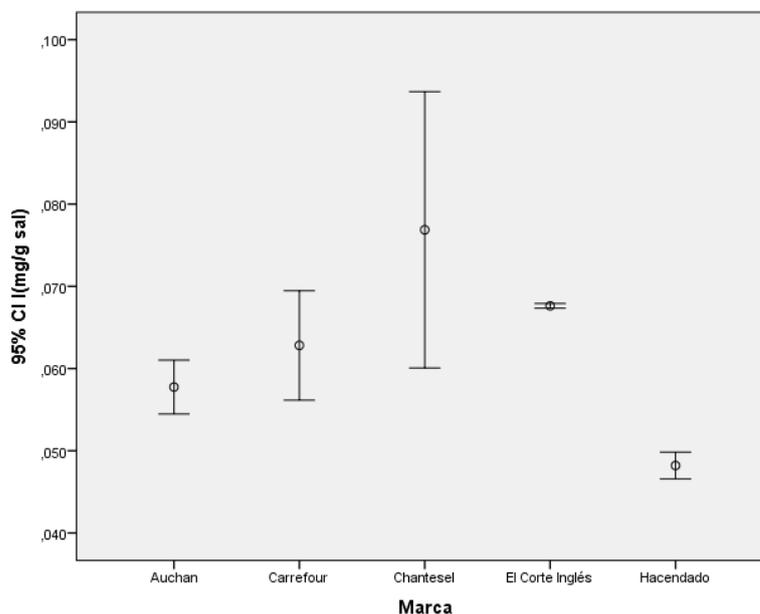


Figura 2. Concentración de yodo vs marca

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, a diferencia de los requerimientos de flúor que se mantenían constantes.

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%.

Tabla 6. Contribución a la IDR de yodo en función de la edad. Fuente: Junta de Nutrición y Alimentos (JNA) del Instituto de Medicina (IOM).

Intervalo de edad	IDR (µg I/día)	% Aporte a la IDR				
		Sal yodada Auchan®.	Sal fina yodada Carrefour®.	Sal yodada fina Chantesel®.	Sal yodada El Corte Inglés®.	Sal yodada Hacendado®.
0-6 meses	110	105	114	140	123	87,6
7-12 meses	130	88,8	96,6	118	104	74,2
1-3 años	90	128	140	171	150	107
4-8 años	90	128	140	171	150	107
9-13 años	120	96,3	104,68	128	113	80,3
14-18 años	150	77	83,75	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

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 son:

- Flúor: 7 mg/adulto (EFSA, 2005)
- Yodo: 600 µg/adulto (SCF, 2002)

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, lo cual requeriría una ingesta aún superior de estas sales (EFSA, 2005).

Tabla 7. Cantidad de sal fluorada para producir intoxicación aguda

MARCA	Cantidad de sal para intoxicación aguda (g)
Sal costa® yodo + flúor	183
Sal costa® Plus +	327

La Tabla 8 muestra los valores de ingesta máxima tolerable para niños en función de la edad, según la EFSA (EFSA, 2005). La probabilidad de superar la ingesta máxima admisible es baja, habría que consumir grandes cantidades de sal fluorada o combinar esta con otras fuentes de como el agua fluorada (2-3 mg F/L) o la pasta dentífrica.

Tabla 8. Cantidad de sal fluorada para producir intoxicación aguda

Intervalo de edad	Nivel máximo de ingesta (mg/día)	Consumo de sal para intoxicación aguda(g)	
		Sal costa® yodo + flúor	Sal costa® Plus +
1-3 años	1,5	39,2	70,1
4-8 años	2,5	65,3	117
9-14 años	5	131	234
>15 años	7	183	327

Por otra parte, en la Tabla 9 se simula la cantidad de sal yodada que habría que ingerir para sufrir una intoxicación aguda por consumo de yodo en adultos. Se puede observar como las cantidades no son muy elevadas, un consumo de aproximadamente 8 gramos de sal yodada ChanteSel® podría resultar perjudicial.

Tabla 9. Cantidad de sal yodada para producir intoxicación aguda

MARCA	Cantidad de sal para intoxicación aguda(g)
Auchan®	10,4
Carrefour®	9,55
ChanteSel®	7,80
El Corte Inglés®	8,87
Hacendado®	12,5

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 10).

Tabla 10. Cantidad de sal yodada para producir intoxicación aguda en niños

Intervalo de edad	Nivel máximo de ingesta (µg/día)	Consumo de sal para intoxicación aguda(g)				
		Auchan®	Carrefour®	ChanteSel®	El Corte Inglés®	Hacendado®
1-3 años	200	3,46	3,18	2,60	2,95	4,15
4-6 años	250	4,33	3,98	3,25	3,69	5,19
7-10 años	300	5,19	4,78	3,90	4,44	6,22
11-14 años	450	7,79	7,16	5,85	6,65	9,34
15-17 años	500	8,66	7,96	6,50	7,39	10,37

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. 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 (Zimmerman, 2009).

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. Como en los niños entre 1 y 3 años, en los que basta un consumo de 2,6 gramos 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 (SCF, 2002).

Comparación con el etiquetado

Una vez determinada la concentración media de F y I por marca, se ha comparado con el valor declarado en el etiquetado. 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 (Tabla 11).

Tabla 11. Etiquetado vs valor experimental. ND: No declarado.

	ETIQUETADO	RESULTADO EXPERIMENTAL
<i>Sal fluorada (mg F /100 g sal)</i>		
Sal costa® yodo + flúor	12,5	3,83
Sal costa® Plus +	12,5	2,14
<i>Sal yodada (mg I/100 g sal)</i>		
Auchan®	6	5,77
Carrefour®	6	6,28

ChanteSel®	ND	7,69
El Corte Inglés®	6	6,76
Hacendado®	6	4,82

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que podemos extraer del presente estudio son las siguientes:

- 1) 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.
- 2) La ingesta de sal yodada resulta más peligrosa, principalmente en niños y adolescentes, por lo que no se recomienda su consumo a estas edades.
- 3) 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.
- 4) 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.

VI. BIBLIOGRAFÍA

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. Madrid: McGraw-Hill España; 2000.
3. Bernal J. Hormonas Tiroideas y Desarrollo Cerebral. Rev Esp Endocrinol Pediatr. [Internet]. 2014; 5(S2): 5-8.
4. Cameán AM, Repetto M. Toxicología alimentaria. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2006.
5. Diaz Romero, C. Fundamentos de nutrición. San Cristóbal de La Laguna: Servicio de publicaciones, Universidad de La Laguna, España; 2012.

6. EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Fluoride. 2005; EFSA J 192:1-65.
7. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iodine. 2014; EFSA J 12(5): 36-60.
8. IOM (Institute of Medicine). Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Food and nutrition board, institute of medicine-national academy of sciences dietary reference intakes: recommended intakes for individuals, National Academy Press, Washington (DC), USA; 2001.
9. 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.
10. OMS (Organización Mundial de la Salud). Resumen: Ingesta de sodio en adultos y niños. Geneva, World Health Organization (WHO); 2013.
11. 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.
12. 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.
13. Paz Montelongo, S. Determinación de metales y elementos traza en algas: evaluación nutricional y toxicológica. [Tesis Doctoral]. San Cristóbal de La Laguna: Universidad de La Laguna, 2018.
14. Perez JL, de Castro S. Manual de Patología General. 7 ed. Elsevier Masson; 2013.
15. Puche C, Rigalli A. Fluorosis esquelética. Actualiz Osteol. 2007;3(1):50-52.
16. Repetto M, Repetto G. Toxicología fundamental. 4ª ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2009.
17. Ron F, Christopher CJ. Iodine and human health, the role of environmental geochemistry and diet, a review. Appl Geochem. 2015; 63: 282-302.

18. 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.
19. Zimmermann MB. Iodine Deficiency. Endocrine Reviews. 2009; 30: 376-408.