

Yodo en algas marinas comestibles

Javier Darías Rosales

Trabajo de Fin de Máster

Tutor: Arturo Hardisson de la Torre

Cotutora: Soraya Paz Montelongo

Curso 2018/19

Resumen

El consumo de algas en la alimentación humana ha sido tradicional en algunos países asiáticos, y en los últimos años se ha extendido progresivamente en Europa y América. Por ello, se ha hecho necesario el estudio de su composición para evaluar sus propiedades nutricionales y/o toxicológicas. El yodo es un componente de las algas y puede jugar un papel importante en la actividad de la glándula tiroidea. En este trabajo hemos determinado la cantidad de yodo presente en las algas rojas, **Dulse** (*Palmaria palmata*) y **Musgo Irlandés** (*Chondrus crispus*), que se comercializan y consumen en Canarias. Los resultados obtenidos muestran en primer lugar, una influencia importante de la zona de recolección en el contenido en yodo, y en segundo lugar, la influencia de la especie. A igualdad de zona, el alga **Dulse** presentó mayor contenido de yodo que el **Musgo Irlandés**. Para las cantidades de yodo encontradas en este estudio, se concluye que en general, no existe riesgo toxicológico por la ingesta de las algas estudiadas.

Abstract

The consumption of seaweed in human food has been traditional in some Asian countries, and in recent years has increased progressively in Europe and America. Therefore, it has become necessary to study its composition to evaluate its nutritional and / or toxicological properties. Iodine is a component of seaweed and can play an important role in the activity of the thyroid gland. In this work, we have determined the amount of iodine in the red algae, **Dulse** (*Palmaria palmata*) and **Irish Moss** (*Chondrus crispus*), which are commercialized and consumed in the Canary Islands. In relation to the iodine content, the results obtained show a greater influence of the collection area than the seaweed specie. In the same zone, the **Dulse** seaweed presented higher iodine content than the **Irish Moss**. For the amounts of iodine found in this study, it is concluded that, in general, there is no toxicological risk due to the ingestion of the seaweed studied.

Índice

Introducción	1
Objetivos	2
Material y métodos	2
<i>Análisis estadístico</i>	5
Resultados y discusión	6
<i>Cantidad de yodo en las algas marinas analizadas</i>	6
<i>Evaluación del riesgo tóxico</i>	11
Conclusiones	13
Bibliografía	14

Introducción

El yodo fue identificado como elemento químico por primera vez en 1811 por el químico francés Bernard Courtois al observar la aparición de vapores violetas tras tratar cenizas de algas marinas con ácido sulfúrico (Rosenfeld, 2000). Es el elemento 53 de la tabla periódica y pertenece al grupo de los halógenos, estando presente en la corteza terrestre y siendo especialmente abundante en el medio marino donde alcanza concentraciones de 50 – 60 µg/L agua de mar (Paz Montelongo, 2018).

Al ser un oligoelemento que desempeña un papel esencial en el funcionamiento normal de la tiroides, la exposición a niveles excesivos o inadecuados de yodo puede dar lugar a una disfunción tiroidea, como el hipertiroidismo o el hipotiroidismo (Topliss y Eastman, 2004; Beledo, et al., 2014). Dosis ligeramente altas de yodo durante periodos de más de 28 días han sido asociadas con cambios en los niveles del receptor de tirotrópina (estimulante de la tiroides), triyodotironina y tiroxina en personas con una glándula tiroidea normal. Sin embargo, en pacientes con patologías preexistentes los efectos de una sobreexposición de yodo son mucho más graves con exposiciones mucho más bajas, tanto es así que incluso la exposición a compuestos orgánicos yodados, agentes de contrastes en radiografías, desinfectantes e incluso algunas drogas pueden ser causantes de hipotiroidismo o hipertiroidismo inducido por yodo (Hans Bürgi, 2010).

Las algas marinas proliferan en un amplio rango de temperaturas del agua, desde frías hasta tropicales. Basándose en su color, generalmente se clasifican en tres grupos principales: rojas, verdes y pardas (McHugh, 2003). Las especies de dichos grupos se suelen consumir como alimento, aunque las algas y los productos que las contienen son una incorporación relativamente reciente en la dieta occidental. Las algas rojas como el nori, se usan para hacer sushi, mientras que las algas marrones (por ejemplo, kombu, wakame y arame) se usan en ensaladas, sopas y como verduras. Los niveles de yodo en las algas marinas varían entre las algas rojas, marrones y verdes, siendo generalmente más altos en las marrones (Dawczynski, et al., 2007; Teas, et al., 2004).

Por todo lo anteriormente expuesto, y siendo la dieta la principal fuente de yodo para la población, se hace necesario establecer valores recomendados de la ingesta, que ayuden a minimizar su riesgo tóxico. La Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) establece en el Consenso de 2010 una

Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de yodo de 140-150 $\mu\text{g}/\text{día}$ en hombres y 110-150 $\mu\text{g}/\text{día}$ en mujeres (FESNAD, 2010).

Por otro lado, la Dirección Ejecutiva de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición solicitó al Comité Científico que elaborara un informe para establecer medidas encaminadas a disminuir el riesgo asociado al consumo de macroalgas. Del estudio de la evaluación nutricional se desprende que aunque en este momento el consumo de este tipo de algas no supone un riesgo en la población española, podría recomendarse adoptar como límite máximo de contenido en yodo de algas comestibles 2.000 mg/kg de peso seco, independientemente de la especie, y aconsejar a la población un consumo moderado, especialmente en niños de corta edad y embarazadas con objeto de evitar riesgos de ingestas superiores a los valores máximos recomendados, que pudieran tener efectos negativos sobre la función tiroidea, de especial repercusión en las etapas de crecimiento y desarrollo (Martínez et al., 2012).

Objetivos

1. Determinar el contenido de yodo en dos especies de algas rojas, *Dulse* y *Musgo irlandés*.
2. Comparar el contenido en yodo del alga *Dulse* según el origen de ésta (Costa este de USA y Galicia).
3. Comparar el contenido en yodo entre las dos especies analizadas con el fin de determinar la existencia o no de diferencias significativas.
4. Evaluar el riesgo tóxico derivado del consumo de las algas analizadas teniendo en cuenta los valores de ingesta diaria admisible de yodo.

Material y métodos

Para la determinación del yodo se utilizó un método volumétrico basado en la reacción de óxido-reducción del yodo con el tiosulfato sódico.

Se recolectaron 30 muestras de dos clases de algas rojas distintas, *Alga Dulse* (*Palmaria palmata*) y *Musgo de Irlanda* (*Chondrus crispus*), de distintas marcas comerciales en tiendas de la zona norte de Tenerife, descritas en la Tabla 1.

Tabla 1. Información de interés sobre las muestras analizadas

Especie	Marca comercial	Origen	Nº de muestras	Envase
Dulce	Algamar	Galicia	7	Plástico
	Vegetalia	Galicia	8	Plástico
Musgo Irlandés	Porto Muiños	Galicia	5	Plástico
	Cocina Natural	Costa de Maine. Atlántico Norte	10	Plástico

Material

El material para llevar a cabo esta determinación fue el siguiente: cápsulas de porcelana, horno mufla, estufa, pipetas de 10 ml, bureta de doble llave de 2ml, vasos de precipitados, papel de filtro, placa calefactora, matraces Erlenmeyer, probeta de 50 ml y embudo de decantación.

Reactivos

Los reactivos utilizados fueron: Agua destilada, cloroformo (CHCl_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4) 5 M, peróxido de hidrógeno 30% y tiosulfato sódico 0'1 N ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Para llevar a cabo la valoración del yodo presente en las muestras de algas es necesario un tratamiento previo en el que se extraiga el yodo inorgánico (IO_3^-) de las mismas y se obtenga yodo molecular (I_2) que pueda ser valorado.

Tratamiento de las muestras

Este tratamiento consiste en, una vez pesada la cantidad deseada en una cápsula de porcelana limpia y descontaminada, se introduce la cápsula en una estufa a 80°C durante 24 horas con el fin de asegurar la deshidratación completa de la muestra. Pasadas las 24 horas la muestra se introduce en un horno mufla 20 minutos a 500°C (realizando el calentamiento a 500°C durante 1 hora y media de forma progresiva), de

esta forma se consigue eliminar toda la materia orgánica de la muestra y obtener unas cenizas con materia inorgánica entre la que se encuentra el yodato (IO_3^-).

Las cenizas obtenidas han de ser disueltas en agua destilada a temperatura de ebullición y filtradas por gravedad sobre un matraz Erlenmeyer. El filtrado obtenido se traspasará a un embudo de decantación donde se extraerá el yodo molecular. Una vez el filtrado se encuentra en el embudo se añadirán respectivamente, 5 ml de ácido sulfúrico 5 M, 5 ml de peróxido de hidrógeno y 25 ml de cloroformo. El peróxido de hidrógeno y el ácido sulfúrico son utilizados para hacer reaccionar el yodato y obtener yodo molecular preparado para ser valorado. Una vez añadidos todos los reactivos se tapa el embudo de decantación y se agita vigorosamente eliminando los gases convenientemente hasta la total eliminación de estos. Esta acción es realizada para, aprovechando la diferencia de polaridad del agua y el cloroformo y la poca polaridad del yodo molecular, extraer el yodo de la fase acuosa (polar) a la fase orgánica (poco polar) del cloroformo. Posteriormente cuando se haya dejado reposar el embudo unos minutos y se hayan separado perfectamente las dos fases se extraerá la fase inferior del embudo, que presentará una coloración violeta típica de las disoluciones de yodo, y estará lista para ser valorada (Paz Montelongo, 2018).

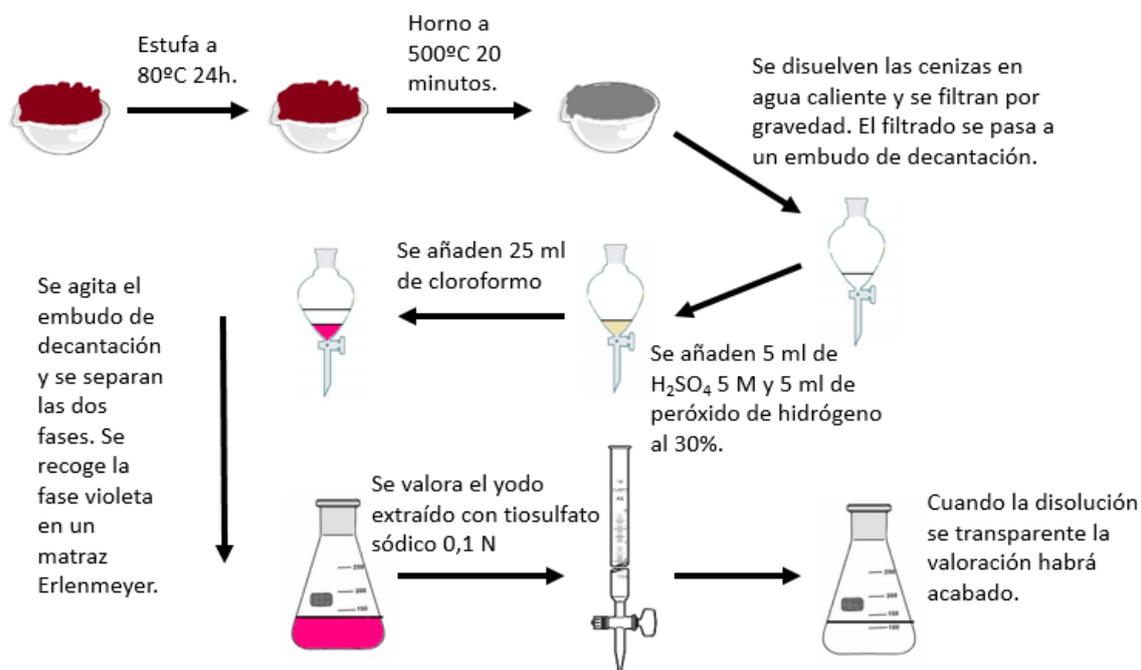
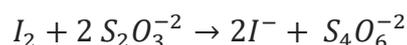


Figura 1. Esquema del procedimiento experimental para la extracción y valoración de yodo

Determinación del contenido en yodo

La valoración consiste en agregar progresivamente el agente valorante, tiosulfato sódico, sobre la disolución violeta de yodo hasta la desaparición de la coloración. La reacción que se produce durante la valoración es la siguiente:



Una vez obtenidos los valores del volumen de tiosulfato consumido en la valoración se calcula la cantidad de yodo por kilogramo de muestra.

Análisis estadístico

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el programa IBM Statistics SPSS 22.0 para WindowsTM. Se comprobó la normalidad de las muestras mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y Saphiro-Wilk y el test de Homogeneidad de las Varianzas de Levene (Gutiérrez, et al., 2008). En ambas especies de alga, hubo un dato situado fuera de la normalidad, por lo que, para establecer las posibles diferencias significativas, se utilizó la prueba no paramétrica de U de Mann_Whitney (Rubio, et al., 2017; Sangiuliano, et al., 2017; Rubio, et al., 2018; Paz, et al., 2018). Aun así, con la prueba paramétrica de T-medias, los resultados obtenidos fueron similares.

Este análisis estadístico se realizó con el fin de confirmar la existencia o no de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las diferentes muestras según especie y origen (Galicia y Maine-USA).

Resultados y discusión

Contenido en yodo

En la *Tabla 2* se muestra el contenido en yodo, expresado en mg/kg de peso seco, en las algas analizadas. Se clasifican por especie, casa comercial envasadora y origen, y también por especies en su conjunto.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del análisis de yodo en ambas especies de algas comestibles

Especie. Casa comercial y procedencia	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Dulce. Algamar. Galicia	7	2,29	3,23	2,75	0,35
Dulce. Vegetalia. Galicia	8	2,79	4,73	3,31	0,61
Musgo Irlandés. Maine. USA.	10	4,03	6,89	4,77	0,84
Musgo Irlandés. Porto Muiños. Galicia.	5	1,92	2,20	2,04	0,11
Dulce.	15	2,29	4,73	3,05	0,57
Musgo Irlandés.	15	1,92	6,89	3,86	1,49

Como puede observarse en los datos mostrados en la *Tabla 2*, el ***Musgo Irlandés*** procedente de la costa del Maine presenta el mayor valor medio en el contenido en yodo, seguido por las algas ***Dulce*** procedente de Galicia, y en último lugar, con el menor contenido, el ***Musgo Irlandés*** procedente de Galicia. La primera impresión, es que, en este caso, parece haber una influencia considerable de la zona de recolección sobre el contenido en yodo, y en segundo lugar una influencia de la especie. Para confirmar esto y para establecer las posibles diferencias significativas entre grupos, se aplica un análisis estadístico tal y como se comenta en el apartado de materiales y métodos.

Por otro lado, en un estudio llevado a cabo por el área de Toxicología de la Universidad de La Laguna (Paz Montelongo, 2018), el ***Musgo de Irlanda*** y el alga ***Dulce***, ambos procedentes de Europa, presentaron un valor medio de contenido en yodo de 6,55 mg/kg y 50,5 mg/kg respectivamente. En otro estudio (Teas, et al., 2004), el

contenido en la *Dulse* procedente de la costa atlántica de USA fue de 72 mg/kg. Valores superiores a los encontrados en este estudio.

Estudio de la normalidad de los datos

De los cuatro grupos analizados, dos presentaron una distribución normal de los datos. En las siguientes dos figuras y tablas, se muestran los dos grupos en los que un dato quedó registrado fuera de la distribución normal.

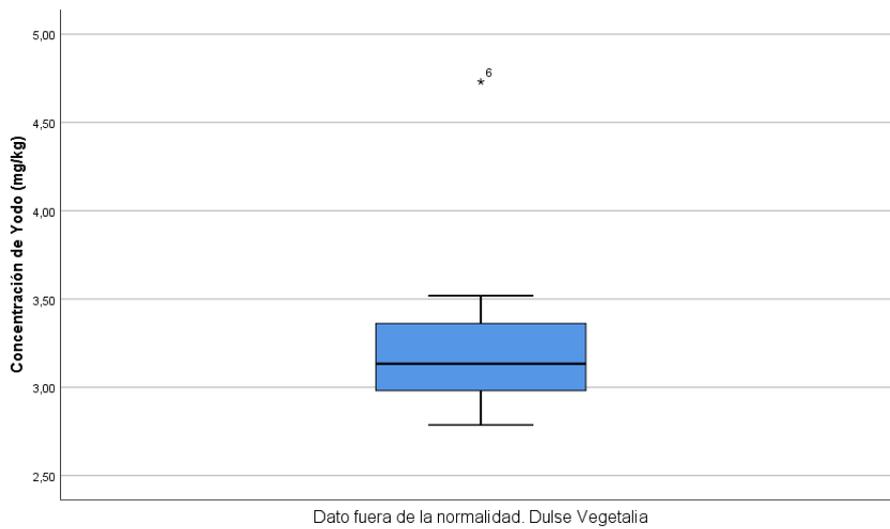


Figura 2. Diagrama de caja de la dispersión y simetría del alga *Dulse* (*Vegetalia*)

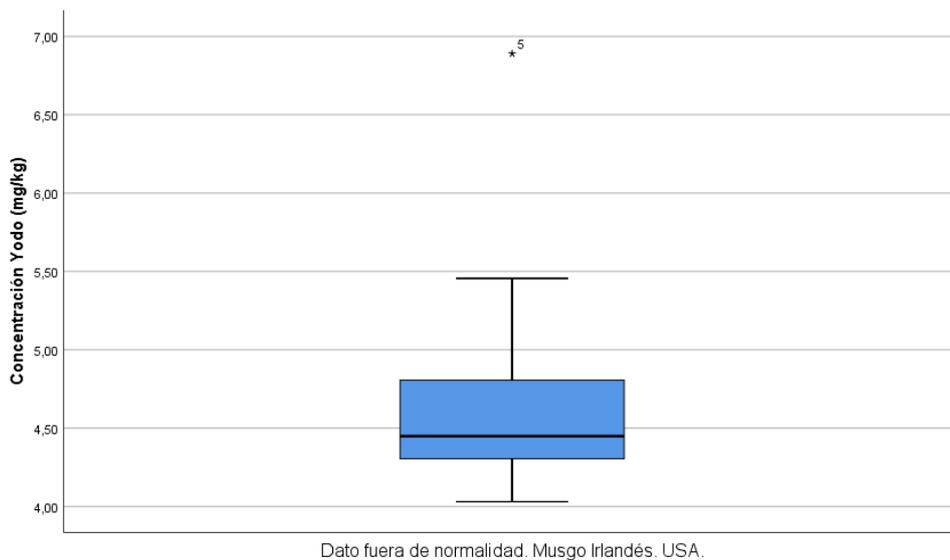


Figura 3. Diagrama de caja de la dispersión y simetría del alga *Musgo Irlandés* (USA)

Tabla 3. Resultados de la prueba de normalidad en alga *Dulce (Vegetalia)*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dulce Vegetalia	0,318	8	0,017	0,738	8	0,006
a. Corrección de significación de Lilliefors						

La Tabla 3 muestra que los datos del alga *Dulce* de la casa comercial Vegetalia, están fuera de la normalidad, al tener un nivel de significancia de 0,017, inferior al 0,05 establecido como intervalo de confianza. Igual sucede con el *Musgo Irlandés* de USA.

Tabla 4. Resultados de la prueba de normalidad en el *Musgo Irlandés (USA)*.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Musgo Irlandés. Maine.USA	0,283	10	0,022	0,751	10	0,004
a. Corrección de significación de Lilliefors						

En las otras, el nivel de significación es superior a 0,05, y por tanto, han presentado una distribución normal de los datos.

Estudio de las posibles diferencias significativas

Se estudiaron las diferencias entre especies, entre casas comerciales para una misma especie, entre zonas para el caso del Musgo Irlandés y entre especies recolectadas en una misma zona (Galicia).

1) Comparación entre las dos especies de algas.

El resultado de la prueba U de Mann-Whitney, muestra que no hay diferencias significativas entre las dos variedades en su conjunto, ya que el nivel de significación es de 0,217, superior al establecido de 0,05.

2) Comparación entre las dos casas comerciales de alga *Dulce* procedentes de Galicia.

Aunque con valores próximos en las medias, hay diferencias significativas entre las dos casas comerciales de alga **Dulse**, nivel de significación de 0,04. Se muestra en la Figura 4, donde ninguna media coincide en el intervalo de datos de la otra especie.

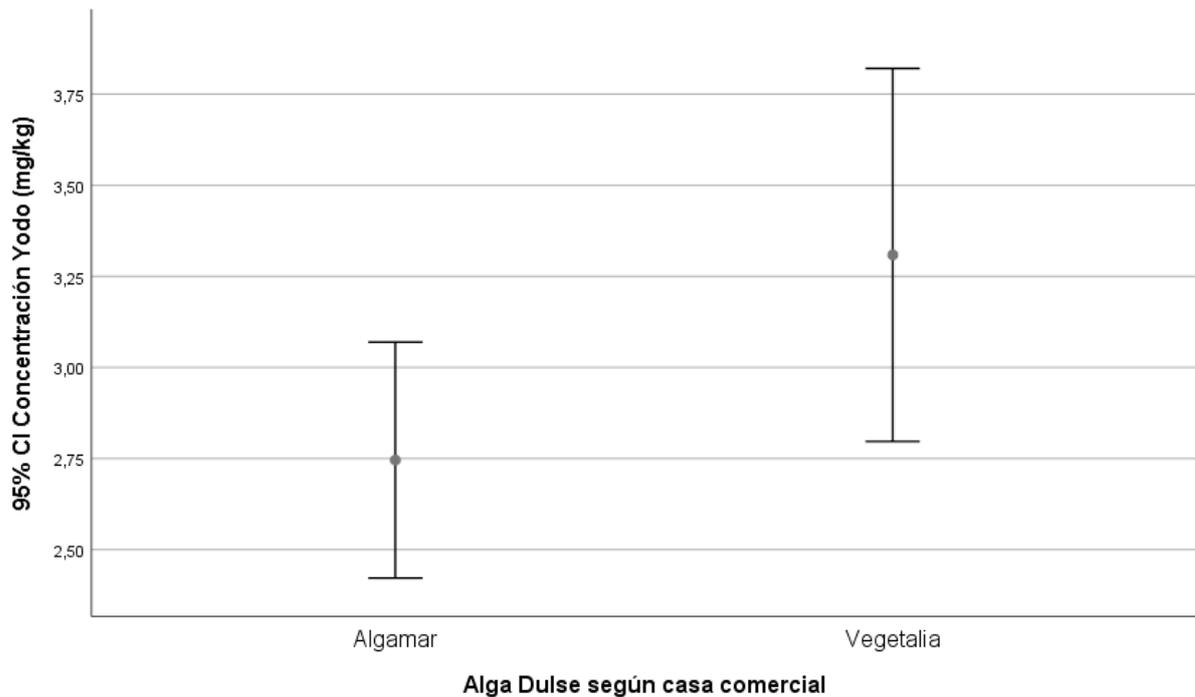


Figura 4. Diagrama de barras de error. Variación en el contenido en yodo según la casa envasadora.

3) Comparación entre las dos marcas de **Musgo de Irlanda** con diferente procedencia

Hay diferencias significativas importantes entre los musgos en función de su procedencia, que se refleja igualmente en los valores de las medias, nivel de significación inferior a 0,01. En este estudio ha sido más determinante la procedencia del alga roja que la variedad. La cantidad de yodo encontrada ha sido superior en las algas que proceden del atlántico norte de la costa de Estados Unidos (Figura 5).

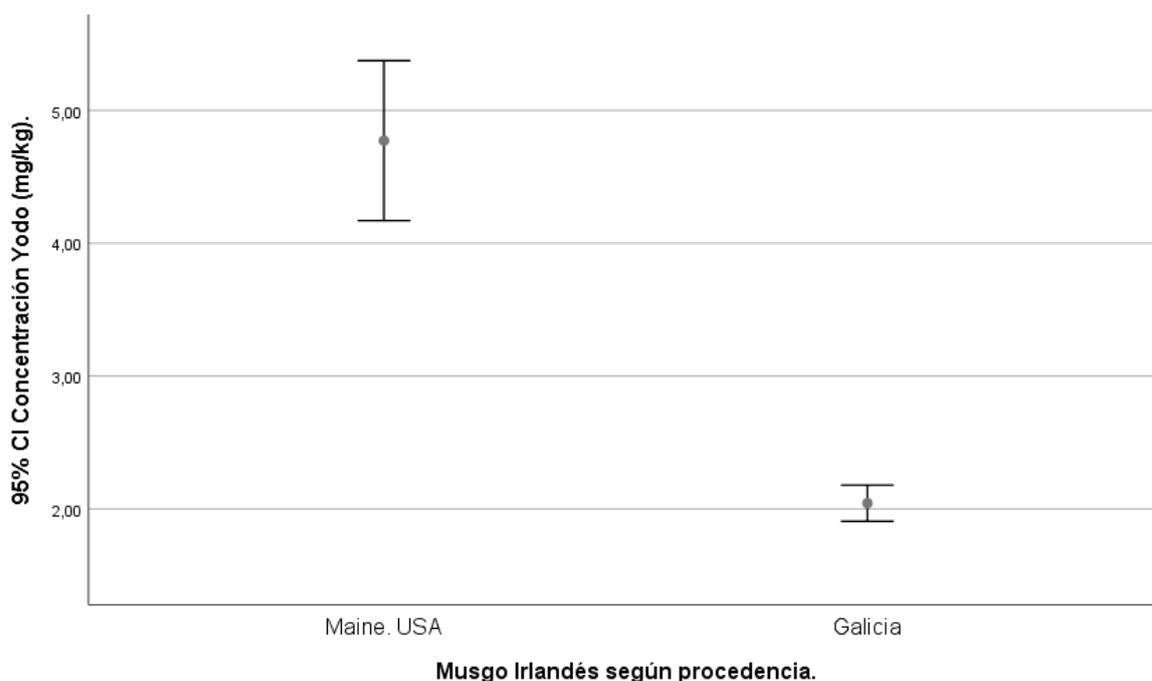


Figura 5. Diagrama de barras de error. Variación en el contenido en yodo según la procedencia del Musgo Irlandés

- 4) Por último se estudia la diferencia entre ambas especies, cuando proceden de la misma zona, es decir, se usan las muestras de Galicia para observar si hay diferencias entre el alga *Dulse* y el *Musgo Irlandés*.

Las diferencias son significativas entre ambas variedades cuando proceden de la misma zona, en este caso, Galicia, con un nivel de significación inferior a 0,01. El alga *Dulse* muestra un mayor contenido de yodo que el Musgo Irlandés.

En la Tabla 5 se muestran las medias de ambos grupos y el gráfico que refleja esa diferencia.

Tabla 5. Valores estadísticos descriptivos según especies para la misma zona de recolección (Galicia)

Especie	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Dulse	15	2,29	4,73	3,05	0,57
Musgo Irlandés	5	1,92	2,20	2,04	0,11

En la Figura 6, se observan gráficamente diferencias de concentración entre las 2 especies de algas analizadas; dentro de la misma zona.

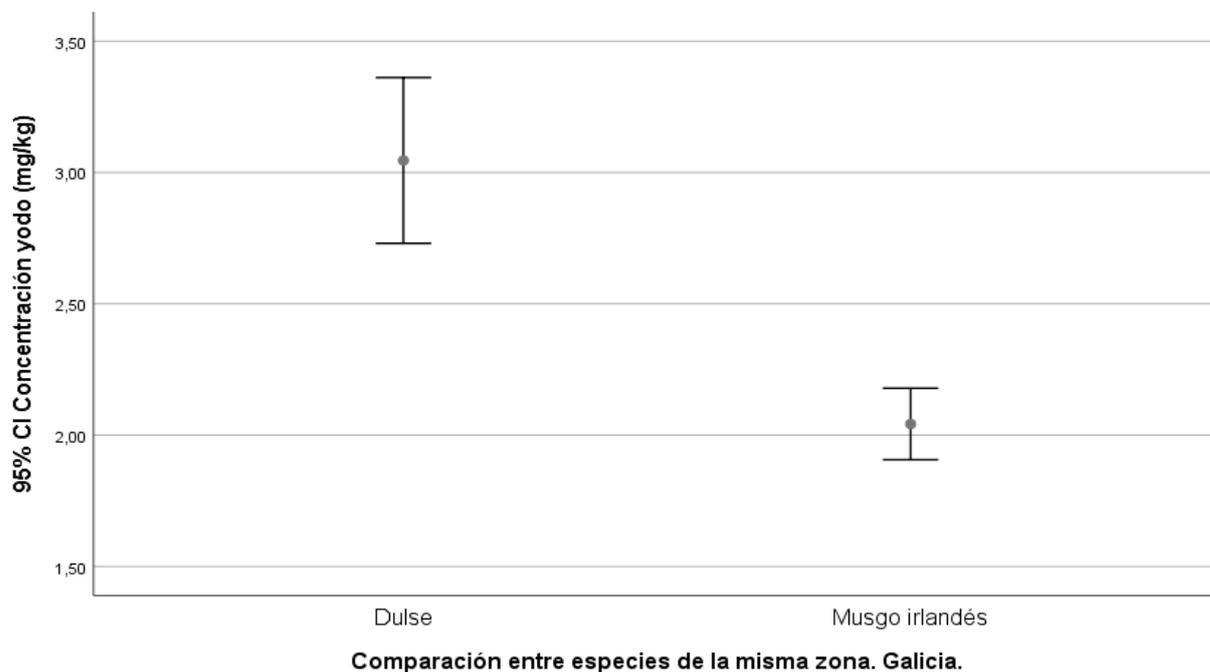


Figura 6. Diagrama de barras de error. Variación en el contenido en yodo según la especie en la misma zona

Evaluación de riesgo tóxico

Como se ha comentado con anterioridad la ingesta de yodo para el ser humano es tan necesaria como problemática debido a los inconvenientes para la salud que puede ocasionar un consumo excesivo del mismo. Para evaluar el riesgo tóxico del consumo diario de las algas estudiadas se calcula la Ingesta Diaria Estimada (IDE) y se comparará con la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) y con la Ingesta Diaria Admisible (IDA) establecidas por la FESNAD y el IOM (FESNAD, 2010 (a); FESNAD, 2010 (b); Institute of Medicine (US), 2001). En la Tabla 6 se muestran estos datos y los porcentajes de contribución para las cuatro marcas de algas estudiadas.

Para el cálculo de la IDE se utilizó el valor de 4 g de alga por día tal como recomienda el fabricante en el envase.

Como se puede ver en dicha Tabla, tanto para mujeres como para hombres el consumo de estas algas presenta aproximadamente una décima parte de la IDR total excepto para el Musgo Irlandés procedente de EEUU donde para mujeres se alcanza el

porcentaje de 17,35%, aun así, este porcentaje sigue estando lejos de la IDR de yodo por lo que para llegar a la cantidad recomendada será necesario incluir otras fuentes de yodo que complementen al aportado por las algas estudiadas.

Tabla 6. Datos de IDA, IDR, IDE y porcentaje de contribución de las algas estudiadas

Especie, Marca y Origen	Concentración media de yodo (mg/kg)	IDE (µg/día)	IDR Mujeres (µg/día)	IDR Hombres (µg/día)	IDA(µg/día)	Contribución a la IDR (%)		Contribución a la IDA (%)
						Mujeres	Hombres	
Dulce , Algamar, Galicia	2,75	11	110	140	600	10,00	7,86	1,83
Dulce, Vegetalia, Galicia	3,31	13,24				12,04	9,46	2,21
Musgo Irlandés, Cocina Natural, EEUU	4,77	19,08				17,35	13,63	3,18
Musgo Irlandés, Porto Muiños, Galicia	2,04	8,16				7,42	5,83	1,36

Por otro lado, si se observa el porcentaje de contribución de la IDA ninguna de las cuatro marcas de algas analizadas presenta riesgo tóxico si estas son consumidas en dosis de 4g diarios ya que, en incluso en las algas procedentes de EEUU, las que mayor concentración de yodo presentan, el porcentaje de contribución a la IDA es de un 3,18%.

Sin embargo, a pesar de que el fabricante recomienda un consumo diario de 4 g de algas en distintos blogs donde se proponen recetas para elaborar platos con algas se observa que las cantidades usadas en cada plato llegan hasta los 80 g por persona (18,19,20,21). Si se tuviera en cuenta este valor y no el propuesto por el fabricante tendríamos ingestas 20 veces mayores con respecto a las recomendadas por el fabricante. A pesar de que no ha de considerarse que estos 80 g que se proponen en

algunas recetas sean el consumo diario de un sector de la población ingiriendo solo un plato con esta cantidad de algas a la semana se estaría multiplicando casi por 3 la ingesta de yodo anteriormente calculada. Teniendo en cuenta esta premisa se obtendría una contribución al IDA con el consumo de Musgo Irlandés de EEUU con un plato a la semana de un 9,1%, un valor muy próximo a lo que se podría considerar como riesgo toxicológico. Por esto se ha de tener especial cuidado con las poblaciones de riesgo como niños, embarazadas y personas con problemas en la glándula tiroides ya que el consumo de uno de estos platos puede tener consecuencias negativas para su salud.

A pesar de que en España no existe legislación para regular las cantidades de yodo en algas marinas en 2012 el comité científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) emitió un informe en el que, aunque no se considera el consumo de algas un riesgo para la población se recomienda un consumo moderado especialmente para los grupos de riesgo y proponen un límite máximo de 2000 mg/kg de peso independientemente de la especie (10). Por otro lado, a nivel europeo tampoco existe una legislación clara con respecto al contenido de yodo en algas marinas, pero el 19 de marzo de 2018 la Comisión Europea presentó una recomendación por la cual durante los años 2018,2019 y 2020 los estados miembros en colaboración con los explotadores procedan al control de sustancias como Arsénico, Cadmio, Yodo, Mercurio y Plomo en algas marinas, plantas halófilas y preparados a partir de algas marinas con el fin de estimar la exposición de la población respecto a estas sustancias(CE, 2018).

Conclusiones

- Para la misma zona de recolección, el alga *Dulse* presenta un mayor contenido en yodo que el *Musgo de Irlanda*.
- El *Musgo de Irlanda* procedente de la costa del Maine, presenta un valor de yodo superior al recolectado en Galicia y superior al del alga *Dulse*, de lo que se deduce en este caso, una influencia importante de la zona de recolección, y, por tanto, de las características del entorno marino.
- Los resultados de la evaluación del riesgo muestran que para la ingesta de 4g recomendada por el fabricante de 4g no existe riesgo tóxico para la población adulta sana.

- Los resultados de la evaluación del riesgo tóxico muestran que en el caso de consumir frecuentemente platos preparados con algas siguiendo las recetas más comunes que se encuentran en blogs de cocina se pueden presentar problemas desarrollados en la tiroides, especialmente en grupos de riesgo.
- Si la recomendación de mg/kg de yodo máximo propuesta por la AECOSAN fuese una concentración máxima admisible fijada legalmente, todas las algas estudiadas estarían por debajo del límite máximo.

Bibliografía

1. Algas con arroz y champiñones. Disponible en: https://cookpad.com/es/recetas/6931141-algas-con-arroz-y-champinones?via=search&search_term=algas [Acceso 29/05/2018]
2. Arroz con gambas y algas. Disponible en: <https://gastronomiaycia.republica.com/2009/07/30/arroz-con-gambas-y-algas/> [Acceso 29/05/2018]
3. Bürgi, H. (2010) Iodine excess. Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism, 24: 107-115.
4. CE (Comisión Europea) (2018). RECOMENDACIÓN (UE) 2018/464 DE LA COMISIÓN de 19 de marzo de 2018 relativa al control de metales y yodo en las algas marinas, las plantas halófilas y los productos a base de algas marinas. Diario Oficial de la Unión Europea L78/16.
5. Crema de zanahoria con ensalada de algas. Disponible en: <https://gastronomiaycia.republica.com/2009/02/06/crema-de-zanahoria-con-ensalada-de-algas/> [Acceso 29/05/2018]
6. Dawczynski, C., Schafer, U., Leiterer, M., Jahreis, G. (2007) Nutritional and toxicological importance of macro, trace, and ultra-trace elements in algae food products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 10470-10475.
7. FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética) (2010a) Propuesta de ingestas dietéticas de referencia (IDR) para población española FESNAD. Disponible en: http://sennutricion.org/media/Docs/Consenso/7-IDR_Poblacion_Espanola-FESNAD_2010_C5-Propuesta_IDR_FESNAD_2010.pdf

8. FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética) (2010b) INGESTAS DIETÉTICAS DE REFERENCIA: Conceptos y evolución histórica. Disponible en: http://sennutricion.org/media/Docs_Consenso/4-IDR_Poblaci_n_Espa_ola-FESNAD_2010_C2-IDR.pdf
9. Flórez, J. Armijo, J.A., Mediavilla, A (2014). Mediavilla. Farmacología Humana 6th edición. Elsevier Mason.
10. Gutiérrez, A.J., González-Weller, D., González, T., Burgos, A., Lozano, G., Hardisson, A. (2008) Content of trace metals (iron, zinc, manganese, chromium, copper, nickel) in canned variegated scallops (*Chlamys varia*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(6): 535-43.
11. Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. National Academies Press (2001) Dietary reference intakes for Vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Chapter 8: Tolerable Upper Intake Levels.
12. Martínez de Victoria Muñoz, E., Ortega Hernández-Agero, T., Paseiro Losada, P., Becerril Moral, C. (2012) Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre la evaluación del riesgo asociado al consumo de algas macroscópicas con alto contenido en yodo. *AESAN-2012-003*. Disponible en: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/YODO_MACROALGAS.pdf
13. McHugh, D. (2003) A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries technical paper No. 441, FAO, Rome. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y4765e/y4765e00.pdf>
14. Pasta con habas, guisantes y calabaza. Disponible en: https://cookpad.com/es/recetas/7490324-pasta-integral-de-algas-con-habas-guisantes-y-calabaza?via=search&search_term=algas [Acceso 29/05/2018]
15. Paz, S. (2018). Determinación de metales y elementos traza en algas: Evaluación nutricional y toxicológica. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna.

16. Paz, S., Rubio, C., Frías, I., Gutiérrez, A.J., González-Weller, D., Revert, C., Hardisson, A. (2018b) Metal Concentrations in Wild-Harvested Phaeophyta Seaweed from the Atlantic Ocean (Canary Islands, Spain). *Journal of Food Protection*, 81(7): 1165-1170.
17. Rosenfeld, L. (2000) Discovery and early uses of iodine. *Journal of Chemical Education*, 77:984–987.
18. Rubio, C., Napoleone, G., Luis-González, G., Gutiérrez, A.J., González-Weller, D., Hardisson, A., Revert, C. (2017a) Metals in edible seaweed. *Chemosphere*, 173: 572-579.
19. Rubio, C., Paz, S., Tius, E., Hardisson, A., Gutiérrez, A.J., González-Weller, D., Caballero, J.M., Revert, C. (2018d) Metal Contents in the Most Widely Consumed Commercial Preparations of Four Different Medicinal Plants (Aloe, Senna, Ginseng, and Ginkgo) from Europe. *Biological Trace Element Research*. <http://doi.org/10.1007/s12011-018-1329-7>
20. Sangiuliano, D., Rubio, C., Gutiérrez, A.J., González-Weller, D., Revert, C., Hardisson, A., Zanardi, E., Paz, S. (2017) Metal Concentrations in Samples of Frozen Cephalopods (Cuttlefish, Octopus, Squid, and Shortfin Squid): An Evaluation of Dietary Intake. *Journal of Food Protection*, 80(11): 1867-1871.
21. Teas, J., Pino, S., Critchley, A., Braverman, L.E. (2004). Variability of iodine content in common commercially available edible seaweeds. *Thyroid*, 14(10): 836-841.
22. Topliss, D.J., Eastman, C.J. (2004). Diagnosis and management of hyperthyroidism and hypothyroidism. *The Medical Journal of Australia*, 180(4): 186-193.