



El fraude del atún rojo

María Pellón-Olmedo, María Almudena Sánchez-Martín, Ángel San Miguel-Hernández^a, Emilio Rodríguez-Barbero, María Rosario Pastor-Martín^b, Jesús Pachón-Julián^b

(a) Servicio de Análisis Clínicos. Hospital Universitario Río Hortega. Valladolid. Castilla y León. España

(b) Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Internacional Isabel I de Castilla. Burgos. Castilla y León. España

Recibido el 28 de noviembre de 2017; aceptado el 25 de septiembre de 2018

PALABRAS CLAVE

Atún rojo.
Adulteración.
Histamina.
Intoxicación alimentaria.

Resumen:

Recientemente la Comisión Europea, ha alertado a las autoridades españolas a aclarar las medidas tomadas en su ámbito para hacer frente y detener el fraude del atún adulterado que ha provocado más de un centenar de intoxicaciones.

En la carne de los pescados y como producto de la descomposición bacteriana que se produce, después de ser capturado produce histamina, que pasa al organismo. Ello se debe a que la actividad bacteriana provoca la degradación del aminoácido histidina presente en la carne, lo que conlleva a que se produzca concentraciones elevadas de histamina en este tipo de alimentos; y provoca una intoxicación alimentaria conocida como escombroidosis.

Los síntomas más habituales que se presentan en personas que han ingerido alimentos adulterados son: picor en la lengua, por lo que no hay que seguir consumiendo el alimento, sensación de quemazón en la piel, picor de la piel sobre todo en las palmas de las manos, como en la cara, la cabeza y las orejas; además de enrojecimiento de la piel, urticaria, taquicardia y dolor de cabeza; también disminución de la presión arterial y acompañado de náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal.

© 2019 Academia de Ciencias Médicas de Bilbao. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Red tuna.
Adulteration.
Histamine.
Food poisoning.

The bluefin tuna fraud

Abstract:

Recently the European Commission (EC) has alerted the Spanish authorities to clarify the measures taken at the national level to tackle and stop the fraud of the adulterated tuna that has caused more than a hundred intoxications.

In the flesh of the fish and as a product of the bacterial decomposition that occurs after being captured, it produces histamine, which passes to the body. This is because the bacterial activity causes the degradation of the amino acid histidine present in the meat,

which leads to the occurrence of high concentrations of histamine in this type of food; which causes a food poisoning.

The most common symptoms that occur in people who have eaten adulterated foods are: Itching in the tongue, so you do not have to continue consuming the food, burning sensation in the skin, itching of the skin especially in the palms of the hands, face, head and ears, redness of the skin, hives, tachycardia and headache, decreased blood pressure and nausea, vomiting, diarrhea, accompanied by abdominal pain.

© 2019 Academia de Ciencias Médicas de Bilbao. All rights reserved.

Introducción

Recientemente, el ministerio de Sanidad ha confirmado la intoxicación en lo que va de año [2017] de 154 personas en España y en otros países europeos por consumir atún español en malas condiciones.

La Comisión Europea (CE) ha pedido a las autoridades españolas aclarar las medidas tomadas en el ámbito nacional para hacer frente al fraude del atún adulterado que ha provocado más de un centenar de intoxicaciones. El atún afectado iba destinado a la industria conservera y recibió un tratamiento que modificó su color para darle un aspecto más fresco y venderlo a un precio más elevado. Se trata de una práctica fraudulenta para los consumidores y puede conducir a casos serios de intoxicación alimentaria.

En España, según los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, las intoxicaciones han afectado a las comunidades autónomas de Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana, Cataluña, Aragón, Castilla y León, Madrid y País Vasco, pero también a otros países como son Alemania, Francia, Italia y Portugal.

Actualmente existen suficientes datos para afirmar que, el atún rojo, uno de los pescados más valorados gastronómicamente, es cada vez más escaso en el mar (Figura 1).

En este último año se ha puesto en el punto de mira las prácticas fraudulentas que se llevan a cabo con el atún rojo. El fraude del atún rojo no es ninguna novedad, aunque no es el único pescado con el cual la industria alimentaria intenta sustituir por uno de menor calidad de una especie similar, pero de menor categoría y por lo tanto de menor valor.

El atún rojo es uno de los pescados, junto con el bonito y el jurel, más ricos en ácidos omega-3; su ingesta es muy recomendable (pautado en dietas para patologías cardiovasculares), con el objetivo de reducir la incidencia y prevalencia de las enfermedades cardiovasculares, ya que es un problema que en España ha crecido en este último año un 20%); por ello su interés es cada vez más creciente y su uso más frecuente en la dieta diaria^{2,3}.

El atún azul o común (*Thunnus thynnus*)^{4,5}, también llamado atún de aleta azul, atún rojo, cimarrón, o como lo llaman en las Islas Canarias "patudo", es el mayor de los túnidos, pertenece a la familia *Scombridae*, esta especie puede vivir más de 20 años, puede llegar a superar los 400 kg de peso alcanzando incluso los 700 kg en ocasiones, y llegando a medir más de 3 metros, siendo muy



Figura 1. Atún rojo (*Thunnus thynnus*).

apreciado como alimento⁶. Tiene un cuerpo fusiforme, redondeado y robusto, sus escamas son pequeñas salvo en el pecho donde son largas y fuertes, la cabeza es grande y los ojos pequeños si lo comparamos con otros atunes. El dorso es de color azul oscuro o negro y el vientre blanco o plateado⁷.

Su consumo puede ser crudo, como sushi y sashimi, o cocinado, generalmente a la plancha. Esto ha hecho que su demanda sea cada vez más alta y que incluso se haya declarado como especie en extinción. La mayor parte del atún rojo capturado se destina al mercado japonés, donde alcanza un elevadísimo precio⁷. Además, el atún rojo no es solo una especie emblemática, como cualquier otra especie depredadora, juega un papel esencial en el mantenimiento del ecosistema marino⁷.

Teniendo en cuenta que uno de los mayores problemas del mercado actual son las adulteraciones de los alimentos y su inocuidad, las alergias alimentarias son cada vez más crecientes, de ahí la importancia de utilizar técnicas que permitan diferenciar las distintas especies de pescado sin ningún tipo de confusión⁸.

La sustitución deliberada de distintas especies de atún por otras de mayor valor económico, es cada vez más frecuente.

En la carne de los pescados y como producto de la descomposición bacteriana que se produce después de ser capturado, se produce histamina. Ello se debe a que la actividad bacteriana provoca la degradación del aminoácido histidina presente en la carne, lo que conlleva a que se produzca concentraciones elevadas de histamina en este tipo de alimentos; lo que provoca una intoxicación alimentaria conocida como escombroidosis. Por tanto, algunas formas de intoxicación alimentaria, se deben a la conversión de histidina en histamina en la co-

mida descompuesta o mal refrigerada, como el pescado, por lo que se produce una respuesta inflamatoria del sistema inmunitario.

La histamina no tiene olor y, al no presentar el pescado un color amarillento debido a la adulteración de la coloración artificial, hace que el consumidor no pueda detectar que se encuentra en mal estado. La histamina no desaparece con la cocción, por lo que el producto sigue produciendo intoxicación.

La histamina, químicamente, es una amina compuesta por un anillo imidazólico y un grupo etilamino como cadena lateral. La histamina es la 2-(4-imidazol)etilamina y su fórmula $C_5H_9N_3$. Es producto de la descarboxilación del aminoácido histidina, una reacción catalizada por la enzima L-histidina descarboxilasa. Es una amina hidrofílica vasoactiva (de ahí su nombre). Una vez formada, la histamina es almacenada o rápidamente inactivada por el sistema digestivo. La histamina es catabolizada por la histamina-N-metiltransferasa y la diamina-oxidasa, y posiblemente sea capturada por algún transportador. En la figura 2, aparece recogida la fórmula química de la histamina.

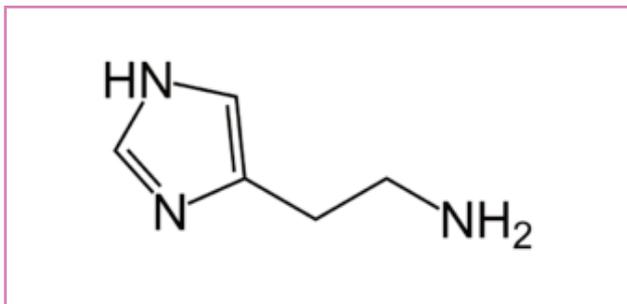


Figura 2. Estructura química de la histamina.

En la industria alimentaria, se mide el contenido de histamina presente para estos tipos de alimentos que puedan presentar altos contenidos de este compuesto, con el fin de garantizar su inocuidad en el momento de ser consumido.

Al consumir algunos alimentos que, de forma natural, son ricos en histamina, como es el caso del queso curado, las fresas o el tomate, no suele aparecer ninguna reacción. Por el contrario, si ingerimos alimentos en mal estado, o que no se hayan mantenido en condiciones adecuadas de refrigeración, como la rotura de la cadena de frío, la histamina puede estar presente en elevadas cantidades y provocar una seria intoxicación.

La histamina no desaparece con el cocinado o la congelación del alimento. La única forma de prevenir que los pescados azules presenten este problema, sobre todo en épocas donde la temperatura ambiente es más elevada es: seleccionar a los proveedores, realizar controles de histamina en los productos para detectar partidas que tengan elevadas cantidades de este compuesto y evitar su consumo, así como mantener la cadena de frío durante la exposición, venta y transporte y hasta su preparación.

Estudios realizados en distintas pescaderías y centros comerciales de Cataluña y Madrid han revelado que en el 75% de los casos el etiquetado del atún en los puntos de venta es falso y, en los restaurantes, el 83% no se especifica el nombre de la especie y era necesario preguntarlo⁴. En la figura 3, se recoge una muestra de atún fraudulento adulterado con remolacha.



Figura 3. Atún fraudulento adulterado con remolacha.

En el 73% de los casos la sustitución fue principalmente del atún rojo⁴ por otras de menor calidad gastronómica, de manera que especies como *T. obesus* aumentó su precio alrededor de 12 euros por kg de peso cuando se vendía como si fuese atún rojo⁴.

Ya en el año 2015, investigadores del Centro de Estudios Avanzados de Blanes, perteneciente al CSIC⁴, dirigieron un estudio en el que alertaba sobre el fraude del atún rojo, asegurando que el 40 % resultaron ser especies de atún diferentes al atún por el que se intentaban hacer pasar. No obstante, el fraude se podía dar en dos sentidos, el más habitual (90%) era el que hacía pasar por atún rojo otras especies de túnidos como el patudo y el rabil, no obstante 1 de cada 10 casos de fraude se daba a la inversa, es decir se vendía atún rojo como si fuera otra especie de atún para ocultar la procedencia ilegal del atún rojo.

El estudio realizado por Gordo, informaba de que en ninguno de los puntos de venta estudiados: mercados, pescaderías o restaurantes tenía el Documento de Captura del Atún Rojo que es obligatorio⁴.

Otro de los fraudes mayormente detectados, es el atún rojo teñido de remolacha, cuando no es un filete de atún y por tanto más económico, blanquecino y cuya carne tiene un color menos apetecible, ya que se introduce en jugo de remolacha; hacen falta solo unos pocos segundos para que tome un color rojo brillante que le hace mucho más atractivo y que hará que la pieza cueste más; no obstante, cuando lo comparamos con una pieza de atún rojo real, se verá que el color rojo del atún rojo verdadero es mucho más apagado.

Una de las maneras de establecer controles sanitarios es la detección del atún fraudulento mediante métodos tradicionales como es la determinación de sus características morfológicas; este método no siempre es inequívoco y las técnicas de ADN son una alternativa muy atractiva⁹. La llamada técnica de "DNA barcoding" (código de barras de la vida)¹⁰, es una técnica rápida que

permite distinguir especies diferentes y se postula como una de las técnicas de mayor interés de cara a establecer controles rutinarios en los productos que se comercializan⁴. La región mitocondrial del citocromo oxidasa I (COI) también resulta muy útil a la hora de identificar de manera inequívoca las muestras de pescado⁹. Esta metodología ha permitido distinguir las ocho especies de atunes¹¹.

Los síntomas más habituales que se presentan en personas que han ingerido alimentos con elevadas cantidades de histamina, de pescados que han sido adulterados, son: en algunas ocasiones, estos alimentos provocan picor en la lengua, por lo que no hay que seguir consumiendo el alimento. Además, sensación de quemazón en la piel, picor de la piel sobre todo en las palmas de las manos, en la cara, cabeza y orejas, enrojecimiento de la piel y urticaria. Taquicardia y dolor de cabeza. Disminución de la presión arterial. Y náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal.

Objetivos

El objetivo del presente trabajo es hacer una revisión sistemática sobre el atún rojo (*Thunnus thynnus*) y sus posibles fraudes en la cadena alimentaria española, desde su recolección, su venta en pescaderías hasta su consumo en restaurantes haciendo especial hincapié en su adulteración con remolacha.

Materiales y método

La búsqueda bibliográfica se ha realizado en Medline, en la base de datos Pubmed, utilizándose como palabras claves: red tuna, beet y fraud. Otras bases de datos utilizadas han sido SciELO, Cochrane y Google Scholar.

Como gestor bibliográfico se ha utilizado Endnote web.

La revisión bibliográfica se ha realizado entre los años comprendidos entre 1967-2017.

Resultados

El etiquetado incorrecto del marisco es un problema generalizado, en muchos de los casos este etiquetado incorrecto es intencionado con el fin de conseguir beneficios económicos, sustituyendo especies de pescado como es el atún rojo por otras de menor valor gastronómico. Este fraude no es solo económico, sino que además puede ocasionar problemas de salud por el alto número de alergias alimentarias que provocan.

Uno de los últimos fraudes del consumo de pescado lo encontramos con el atún rojo teñido con zumo de remolacha, con ello lo que se consigue es que la carne de los lomos de atún se colorean de rojo pareciendo el atún más cotizado, el capturado en el golfo de Cádiz, atún de almadraba¹².

La manera de conseguir esto es fácil, basta con bañar el filete de carne blanca en un recipiente hondo con zumo de remolacha y se deja reposar, en maceración durante unos minutos. El atún resultante adquiere un color rojo brillante que es fácil confundir con el atún rojo originario de Cádiz. Cuanto más tiempo permanece el atún en maceración con la remolacha, más intenso es el color

rojo del atún. Además, el zumo de remolacha no deja sabor.

La forma de distinguir este fraude está en:

- La grasa del filete; esta grasa no debe estar nunca entre las vetas, si esto ocurre el pescado ha sido engordado en piscinas y no es salvaje; esto es porque al criarse en piscinas es alimentado a base de caballas, un pescado que es muy graso. Un atún rojo salvaje ha de tener la grasa solo pegada a la piel.
- La textura del atún rojo salvaje varía de la textura del atún adulterado, ya que el atún salvaje de almadraba es gelatinoso y nunca se va a desquebrajar al manipularlo con las manos, hecho que si ocurrirá con el atún adulterado debido a la grasa de las vetas.
- El atún rojo original es de color rosáceo intenso o magenta oscuro, color sangre si es el de almadraba. El color del atún adulterado es más grisáceo, el color es poco uniforme, más bien tirando a amarillo, cuando se corta esta blancura se ve más claramente ya que generalmente solo se tinte la superficie.
- En crudo, el atún tintado con jugo de remolacha destiñe, mancha las manos e incluso al ponerlo en la plancha suelta el tinte rojizo. El atún rojo original nunca destiñe, aunque el de almadraba si puede soltar algo de sangre.
- Si se cocinan ambos filetes de atún con la misma técnica y tiempos se pueden diferenciar claramente un atún rojo adulterado de un atún rojo salvaje.
- La última señal la encontramos en el precio: el atún de aleta amarilla no debe de costar más de 12 euros por kilogramo, el atún rojo no más de 22 euros por kilogramo y el de almadraba no menos de 40 euros por kilogramo.

Otro tipo de fraude en relación con el atún rojo viene determinado por la venta de lomos de atún descongelado que se vende como fresco.

Cuando el atún rojo se congela a una temperatura inferior a -18 °C, los procesos enzimáticos de su degradación se paralizan; no obstante, si éste se ha congelado a -9 °C el atún se sigue degradando y, por lo tanto, cuando se descongela existe mayor riesgo de que contenga microorganismos e histamina, responsable de muchas reacciones alérgicas.

La existencia de dos alertas por intoxicación alimentaria en Italia y Francia levantaron la alarma. La causa fue el consumo de atún fresco procedente de España. Se les diagnosticó escombroidosis, o envenenamiento por pescado con histamina¹³, y los síntomas fueron urticarias, vómitos, diarrea, cefaleas, sarpullido rojo, hipotensión y picor en la garganta debido al elevado contenido de histamina que contenía el pescado¹⁴. Cuando el pescado se captura en alta mar, se ha de congelar a -18 °C, y permanecer así todo el tiempo para poderlo vender como fresco. Si se ha congelado a -9 °C se ha de vender en conserva¹⁵. El fraude en este caso sería vender atún que se debería de vender enlatado, como fresco. Este atún contendría elevadas cantidades de histamina que pueden ocasionar fuertes reacciones alérgicas al consumidor. Además, para conseguir el color rojo típico de un

atún fresco les inyectan distintos aditivos como es el jugo de remolacha.

Existen varias hipótesis que explican, porque la histamina contenida en peces en mal estado es más tóxica que la histamina consumida pura tomada vía oral, no obstante, ninguna de ellas convence realmente¹⁶.

La causa de estas intoxicaciones por el consumo de atún rojo fue la presencia de histamina en cantidades muy elevadas. La histamina se produce en el pescado debido al crecimiento de bacterias responsables de su formación a partir de componentes del músculo. Es por lo tanto un indicador de contaminación bacteriana del pescado, ya sea porque no es un pescado fresco o porque no se ha conservado a la temperatura adecuada.

Si se consume un alimento que contiene elevadas cantidades de histamina se producen una serie de reacciones alérgicas que podría incluso causar la muerte del consumidor. La histamina no desaparece con la cocción del pescado y sigue ocasionando la intoxicación. Además, si el pescado se ha adulterado con aditivos o se ha teñido con zumo de remolacha es muy difícil detectar el fraude con el consiguiente peligro para el consumidor.

Por ello para detectar la existencia de fraudes en el pescado consumido se han desarrollado una serie de técnicas basadas en el ADN¹⁷ del pescado que incluyen reacción en cadena de la polimerasa: PCR multiplex, FINS, PCR-RFLP, PCR-RAPD, PCR-AFLP y PCR-SSCP. Todas estas técnicas se basan en polimorfismos de los códigos genéticos de las diferentes especies.

Estas técnicas se aplican ya actualmente para diferenciar muchos tipos de pescados y mariscos y evitar por lo tanto los distintos fraudes que se comenten con ellos¹⁸. No obstante, para diferenciar las ocho especies de atún se habrían de combinar dos marcadores genéticos, uno mitocondrial y otro nuclear, ya que el marcador genético utilizado tradicionalmente para códigos de barras de ADN, la citocromo oxidasa 1, no puede diferenciar todas las especies¹¹.

Así, por ejemplo, se ha encontrado que el atún rojo del norte del Océano Pacífico¹⁹ tiene un ADN mitocondrial distinto al de la subespecie Atlántica¹⁹ pero muy semejante al de la especie de atún blanco¹⁹. Por el contrario, no se encontraron diferencias en el genoma nuclear entre los atunes rojos del Océano Atlántico y Pacífico. El atún rojo del norte del Océano Atlántico y el atún rojo del sur del Atlántico tenían secuencias de ADN mitocondrial semejantes al atún de aleta amarilla y ya no tan parecidas a los atunes albacora y patudo, que se pueden considerar como atunes rojos por su parecido morfológico¹⁹.

Conclusiones

- La sustitución de una especie por otra, ya sea por error o con la intención de cometer un fraude para obtener beneficios económicos, desequilibra el mercado pesquero, poniendo incluso en peligro la viabilidad del sector⁴.
- Las deficiencias en el etiquetado observadas, el abuso de nombres genéricos que dificultan la identificación de la especie y la falta de documentación

en el momento de la captura del atún rojo indica que las regulaciones españolas son ineficaces⁴.

- Es necesario la creación urgente de campañas de información para los consumidores españoles que les proporcionen información suficiente que evite que sean engañados⁴.
- Entre los distintos métodos de identificación de las distintas especies de atún tenemos la determinación de las características morfológicas; este método no siempre es inequívoco. El uso de la secuencia de ADN es una alternativa que proporciona resultados muy satisfactorios⁹.
- Los códigos de barras de ADN son ya una herramienta muy poderosa que permite diferenciar distintas especies de pescados de una forma muy rápida⁸, no obstante para poder identificar todas las especies de atunes diferentes se ha de combinar dos marcadores genéticos: nuclear y mitocondrial, ya que solo mediante el uso de códigos de barras de ADN no se consigue una buena identificación²⁰.
- No obstante España no es el único país en el que se comete el fraude; así, en Bruselas, el 98% de las muestras de atún rojo recogidas en restaurantes eran en realidad de otro pescado⁴.
- Cabe señalar que el atún rojo no es el único pescado con el que se cometen fraudes, en un estudio realizado en 2014 en España, se comprobó que gran parte de la merluza vendida como europea, mucho más cara, era en realidad una merluza procedente de Suráfrica, mucho más barata²¹.
- No es malo que se tiña un atún de aleta amarilla con jugo de remolacha: es más atractivo físicamente y no causa ningún tipo de peligro para la salud; el problema está cuando este atún lo venden al precio de un atún rojo salvaje o un atún de almadraba; ahí sí que existe un fraude.
- Es necesario por lo tanto que el atún lleve su DNI, el etiquetado es clave, y si no lo enseñan en las pescaderías o restaurantes es conveniente pedirlo para evitar fraudes.
- Otro fraude habitual que muestra el mismo informe es el de la maruca, haciéndose pasar por bacalao (*Gadus morua*), o por otra especie como es el *Gadus macrocephallus*, procedente de Alaska y el Pacífico, de mucha menor calidad y precio²¹.
- Si las autoridades no toman cartas en el asunto, los consumidores en la mayoría de los casos poco pueden hacer, siendo lo más probable que no se den cuenta del engaño hasta el momento de tener el plato en la mesa.
- Aunque la industria pesquera desvincula el fraude del atún rojo de las intoxicaciones producidas en distintos países de la Unión Europea, sí que reconoce la necesidad de congelar el atún a -18 °C para poderlo vender como fresco, y la obligatoriedad de venderlo enlatado si se ha congelado a -9 °C.
- Es necesario que las autoridades sanitarias españolas tomen medidas urgentes de control para restringir la venta de pescado fraudulento en el mercado comunitario.

Bibliografía

- 1 Belmonte A, Gándara Fdl. El cultivo del atún rojo. *Thunnus thynnus*. Planta de Cultivos Marinos. Centro Oceanográfico de Murcia. Instituto Español de ceanografía. 2008 [citado 24 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://www.fundacionesa.es>.
- 2 Guerrero JdB, Herrera MAE, Berthel A. Contenido de ácidos grasos omega-3 en aceites de algunas especies del mar Caribe. *DUGANDIA*, Barranquilla, Colombia. 1994; 5: 17-23.
- 3 Rasmussen RS, Morrissey MT. Marine biotechnology for production of food ingredients. *Adv Food Nutr Res*. 2007; 52: 237-92.
- 4 Gordo A, Carreras G, Sanz N, Vinas J. Tuna Species Substitution in the Spanish Commercial Chain: A Knock-On Effect. *PLoS One*. 2017;12:0170809.
- 5 Elliott RW, Paredes Bulnes, F, Zeballos, J, Juárez A L, Barreto Meza, J Nomenclatura actualizada de peces comerciales del Perú Publicaciones IMARPE. [actualizado julio 1996; citado noviembre 2017]. Disponible en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1190>.
- 6 Un atún rojo alcanza el récord de 1,3 millones de euros en la lonja de Tokio. [actualizado 5 enero 2013; citado 23 noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2010/03/19/science/earth/19species.html?src=sch&pagewanted=all>.
- 7 Sin Mala Espina. Guía de Consumo responsable de pescado y marisco. [citado 24 noviembre 2017] Disponible en: <https://sinmalaespina.org2017>.
- 8 Wong EK, Hanner R. DNA barcoding detects market substitution in North American seafood. *Food Res Int*. 2008;41:828-37.
- 9 Khaksar R, Carlson T, Schaffner DW, Ghorashi M, Best D, Jandhyala S, et al. Unmasking seafood mislabeling in U. S. markets: DNA barcoding as a unique technology for food authentication and quality control. *Food Control*. 2015; 56: 71-6.
- 10 Woolfe M, Primrose S. Food forensics: using DNA technology to combat misdescription and fraud. *Trends Biotechnol*. 2004; 22:222-6.
- 11 Vinas J, Tudela SA validated methodology for genetic identification of tuna species (genus *Thunnus*). *PLoS One*. 2009;4:7606.
- 12 Rodríguez-Roda J. El atún, *Thunnus thynnus* (L.) del sur de España, en la campaña almadradera del año 1966. *Investigación Pesquera*. 1967;31:349-60.
- 13 Hungerford JM. Scombroid poisoning: a review. *Toxicon*. 2010; 56: 231-43.
- 14 Taylor SL, Stratton JE, Nordlee JA. Histamine poisoning (scombroid fish poisoning): an allergy-like intoxication. *J Toxicol Clin Toxicol*. 1989;27:225-40.
- 15 Garret A, Brown A. Yellowfin Tuna: A global and UK supply OregonState University. [actualizado 2010; citado 24 noviembre 2017] Disponible en: <http://ir.library.oregonstate.edu/concern/conference-proceedings-or-journals/sj1392745>.
- 16 Lehane L, Olley J. Histamine fish poisoning revisited. *Int J Food Microbiol*. 2000; 58:1-37.
- 17 Galimberti A, Mattia FD, Losa A, Bruni I, Federici S, Casiraghi M, et al. DNA barcoding as a new tool for food traceability. *Food Res Int*. 2013;50:55-63.
- 18 Rasmussen RS, Morrissey MT. DNA-based methods for the identification of commercial fish and seafood species. *Revisiónes Completas en Ciencias de la Alimentación y Seguridad Alimentaria*. 2008; 7: 280-95.
- 19 Chow S, Kishino H. Phylogenetic relationships between tuna species of the genus *Thunnus* (Scombridae: Teleostei): inconsistent implications from morphology, nuclear and mitochondrial genomes. *J Mol Evol*. 1995; 41: 741-8.
- 20 Lowenstein JH, Amato G, Kolokotronis SO. The real maccoyii: identifying tuna sushi with DNA barcodes-contrasting characteristic attributes and genetic distances. *PLoS One*. 2009; 4: 7866.
- 21 Taboada L, Sanchez A, Perez-Martin RI, Sotelo CG. A new method for the rapid detection of Atlantic cod (*Gadus morhua*), Pacific cod (*Gadus macrocephalus*), Alaska pollock (*Gadus chalcogrammus*) and ling (*Molva molva*) using a lateral flow dipstick assay. *Food Chem*. 2017; 233: 182-9.