

# Trazabilidad en los productos de origen animal y su papel para desalentar las malas prácticas

## *Traceability of animal-derived products and its role in preventing fraud*

*Julián Gamboa-Delgado, Juan Manuel Pacheco-Vega, Paulino Ponce-Campos y Julia Mariana Márquez-Reyes*

### Resumen

El comercio de productos de origen animal es cada vez más intensivo a nivel nacional e internacional. Esto conlleva la necesidad de una serie de verificaciones y certificaciones que pueden ir desde los aspectos sanitarios hasta la denominación de origen y la protección de especies vulnerables. La trazabilidad de los productos de origen animal asiste en las comprobaciones de los productos ofertados y comercializados. Productos tales como los mariscos, miel de abeja, pieles, quesos y carnes de diversos animales están sujetos a protocolos de trazabilidad que aseguran que el consumidor final recibirá un producto auténtico y seguro. Mediante un buen seguimiento, es posible generar información confiable sobre el origen, forma de producción y la especie de la cual se obtuvo el producto final. Tales sistemas de trazabilidad frecuentemente se apoyan en evaluaciones analíticas, ya sea para confirmar el origen o autenticidad de un producto o como una medida para definir acciones penales ante delitos tales como adulteraciones y etiquetados fraudulentos. La ciencia forense de los alimentos juega un importante papel en este contexto. El presente artículo aborda algunos casos y aplicaciones de técnicas analíticas usadas para reforzar la trazabilidad y autenticidad de los productos de origen animal.

**Palabras clave:** productos animales, sistemas de trazabilidad, trazadores químicos, biomarcadores, legislación sobre vida silvestre.

### CÓMO CITAR ESTE TEXTO

Gamboa-Delgado, Julián, Pacheco-Vega, Juan Manuel, Ponce-Campos, Paulino y Márquez-Reyes, Julia Mariana. (2022, mayo-junio). Trazabilidad en los productos de origen animal y su papel para desalentar las malas prácticas. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 23(3). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.3.1>

### Abstract

The commercial trade of animal-derived products is increasing in Mexico and internationally. This conveys the need for a series of verifications and certifications that range from health aspects to the denomination of origin and the protection of vulnerable species. The traceability of products of animal origin assists in the verification of the products offered. Products such as shellfish, honey, animal skin, cheese and meat from various animals are subject to traceability protocols that ensure that the final consumer will receive a safe and authentic product. By effectively tracing an animal product, it is possible to generate reliable information on the origin, of the product, type of production and the species from which the final product was obtained. Such traceability systems are supported by analytical evaluations, either to confirm the origin or authenticity of a product or as a measure to define legal actions in view of possible product adulterations or deliberate mislabeling. Food forensics plays an important role in this context. This article deals with some cases and applications of analytical techniques used to reinforce the traceability and authenticity of products of animal origin.

**Keywords:** animal products, traceability systems, chemical tracers, biomarkers, wildlife legislation.



### Julián Gamboa-Delgado

Universidad Autónoma de Nuevo León

Estudió biología en la Universidad Autónoma de Guadalajara y actualmente es profesor-investigador en el Programa Maricultura de la Facultad de Ciencias Biológicas en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtuvo una maestría en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador) y un doctorado en la Universidad de Gales (Bangor, Reino Unido). Actualmente colabora en proyectos enfocados a la evaluación de regímenes de alimentación y al uso de proteínas alternativas para la nutrición animal, en particular, mediante la aplicación de isótopos estables como trazadores en estudios sobre fisiología nutricional de organismos acuáticos y trazabilidad. Actual miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Es director de diversas tesis de licenciatura y miembro fundador de la Asociación de Especialistas en Nutrición Acuícola A.C.

 julian.gamboadlg@uanl.edu.mx

 [orcid.org/0000-0001-9041-1388](https://orcid.org/0000-0001-9041-1388)

 Julian-Gamboa-Delgado

### Juan Manuel Pacheco-Vega

Universidad Autónoma de Nayarit

Trabaja actualmente en la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit como docente e investigador. Tiene amplia experiencia en la producción de microalgas y en estudios sobre nutrición acuícola y producción de organismos acuáticos marinos. Obtuvo su licenciatura y doctorado en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Actualmente trabaja en las investigaciones "Microalgas como alimento vivo para especies acuícolas" y "Cultivos biofloc en camarón", de las cuales se han generado publicaciones y trabajos de tesis.

 [juan\\_pacheco@uan.edu.mx](mailto:juan_pacheco@uan.edu.mx)

 [orcid.org/0000-0001-9443-6849](https://orcid.org/0000-0001-9443-6849)

 Juan-Pacheco-Vega

### Paulino Ponce-Campos

Bosque Tropical, Investigación para la Conservación de la Naturaleza, A.C.

Paulino Ponce Campos estudió biología en la Universidad Autónoma de Guadalajara y obtuvo la Maestría en Ciencias en la Universidad de Guadalajara. Es fundador de la Asociación Civil Bosque Tropical, Investigación para la Conservación de la Naturaleza. Es docente y experto en herpetología y autor de numerosos trabajos científicos nacionales e internacionales. Miembro de diversas asociaciones dedicadas a la conservación y manejo de la fauna silvestre.

 [poncecp@hotmail.com](mailto:poncecp@hotmail.com)

 [orcid.org/0000-0001-8202-0264](https://orcid.org/0000-0001-8202-0264)

 Paulino-Ponce-2

### Julia Mariana Márquez-Reyes

Universidad Autónoma de Nuevo León

Es Ingeniero Ambiental (Universidad del Mar) y obtuvo una maestría por parte de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, seguida de un doctorado en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Actualmente es Profesora-Investigadora en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en donde realiza docencia e investigación relacionada a la biorremediación de suelos, así como investigación acerca de la formación de biopelículas para diversos fines. Asesora a varios tesis y colabora en proyectos institucionales. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

 [julia.marquezrys@uanl.edu.mx](mailto:julia.marquezrys@uanl.edu.mx)

 [orcid.org/0000-0001-8632-2673](https://orcid.org/0000-0001-8632-2673)

 Julia-Marquez-Reyes

## Introducción

Los productos de origen animal son primordiales dentro del mercado global, nacional y local. Insumos tales como carne, leche, pieles, lana, huevo y miel ocupan importantes nichos de mercado. Su comercialización se encuentra cada vez más regulada mediante legislaciones internacionales (Parlamento Europeo, 2018) y también debido a que los consumidores son cada vez más conscientes acerca de su origen y forma de producción. Por ejemplo, la exportación de camarón implica que el país importador verifique aspectos sanitarios y legales, pero también que se confirme la especie importada, el apego a temporadas de captura y el cumplimiento de protección a otras especies. De la misma forma, ha tomado importancia la verificación de origen de varios productos pesqueros, es decir, saber si el producto se extrajo del medio natural o si fue producido por acuicultura.

Así, mediante el seguimiento y los protocolos de trazabilidad electrónicos o “basados en papel”, puede determinarse con un buen grado de confianza el origen de diversos productos animales, ya sea destinados al consumo como alimentos o dirigidos a la industria textil (lana, pieles). Sin embargo, esto no implica que el comercio de productos animales se encuentre libre de falsificaciones. Por ejemplo, el consumo global de miel de abeja excede a la producción global reportada de este producto. ¿Cómo puede haber un mayor consumo y

una menor producción? La respuesta reside en la adulteración sistemática, persistente y globalizada de la miel de abeja, ya que usualmente se agregan ingredientes de origen vegetal para aumentar el volumen de producción, generando así una ganancia ilícita. Al igual que con la miel, una gran cantidad de alimentos pueden ser adulterados o pueden no corresponder a la información descrita en los empaques (Reilly, 2018).

## Herramientas de análisis y el apoyo a la vigilancia

¿Cómo puede saber un importador o consumidor final si el producto que recibe está adulterado, o si proviene de una especie silvestre protegida? Para ello, se ha desarrollado la denominada *ciencia forense de los alimentos*, en la que la identificación analítica de un producto o su forma de producción asiste a los protocolos de trazabilidad y certificación (ver video 1). El uso de métodos de verificación también contribuye a desalentar las malas prácticas de producción (adulteración, sustitución) o la captura furtiva de especies silvestres protegidas, cuyos productos son frecuentemente etiquetados como “de granja”. Las normas oficiales emitidas para la protección de especies amenazadas requieren de un apoyo analítico. Sin embargo, la determinación del origen de productos animales presenta problemas técnicos porque es difícil determinar externamente si ciertos productos procesados (carne, pieles) provienen de animales silvestres o de granja. Una alternativa a las

apreciaciones sensoriales es el uso de biomarcadores específicos en el producto, los cuales pueden probar de manera confiable su origen (Moretti et al., 2003).



**Video 1.** Webinar acerca del fraude alimentario y la protección de los consumidores (NSF International, 2018).

## Determinación del origen de peces y crustáceos

Los organismos de origen marino contribuyen en un alto porcentaje a la alimentación nacional y global. Especies tales como camarón, atún y sardina presentan una alta demanda, pero también diversos índices de sobreexplotación. Esto ha promovido la sobreextracción de peces y, aunque el cultivo controlado de ciertos ejemplares ha representado un paliativo, varios grupos de ellos se encuentran sujetos a vedas temporales para promover una captura sustentable. En este contexto, la identificación analítica de la forma de producción de organismos con valor comercial es importante, debido a que productos animales derivados de especies protegidas pueden recibir un etiquetado fraudulento para ocultar una extracción silvestre e ilícita (ver video 2). Cabe señalar que los productos derivados de granjas acuícolas (camarones, totoaba) no se

encuentran sujetos a vedas; sin embargo, sí se han detectado casos en los cuales lotes de animales silvestres protegidos son etiquetados como producidos en granjas (Gamboa-Delgado et al., 2014).



**Video 2.** Importancia de la trazabilidad de los productos pesqueros (euronews [en español], 2021)

En este sentido, la posibilidad de identificar organismos extraídos del medio natural en relación con los producidos en granja se puede complicar en las comparaciones visuales, y aquí es en donde algunas técnicas de análisis pueden ser de gran apoyo (ver figura 1). Por ejemplo, en 2011 y nuevamente en 2021, Estados Unidos impuso una prohibición a la importación del camarón mexicano capturado en altamar. Lo anterior se debió a omisiones en la implementación de dispositivos excluidores de tortugas en la flota camaronera. Durante estos períodos, solamente el camarón cultivado podía comercializarse, lo cual derivó en problemas adicionales para identificar lotes y demostrar de manera clara los métodos de producción.



**Figura 1.** Análisis isotópico de muestras de camarón, para distinguir animales silvestres de los cultivados en granja. Crédito: Julián Gamboa Delgado.

## Vigilancia y control de productos derivados de reptiles

La importancia económica y ecológica que revisten varias especies de reptiles en México y otros países ha derivado en esfuerzos para su protección y/o producción sustentable. Existen normas que rigen la extracción, producción y comercio de reptiles. El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) es una de las tres especies de cocodrilos que habitan en México, y es el que más se cultiva en granjas autorizadas debido a su rápido crecimiento y adaptabilidad. Estas nuevas agroindustrias promueven actividades diversificadas como el ecoturismo, el consumo y venta de diversos productos: carne, aceite y pieles, la mayoría de las cuales son adquiridas por las compañías de moda del mercado de lujo internacional. Al igual que con los productos pesqueros, cocodrilos silvestres pueden ser ilegalmente capturados y vendidos

con documentación falsa, como producidos en granja. Recientemente, técnicas novedosas de detección (análisis de isótopos estables, ver figura 2) han sido utilizadas para distinguir claramente la forma de producción de productos derivados de reptiles o de organismos traficados para venta como mascotas (Schingen et al., 2016).



**Figura 2.** Extracción de una muestra de escama de un cocodrilo como parte de un estudio sobre trazabilidad de pieles en México. Crédito: Juan Manuel Pacheco Vega.

## Producción convencional u orgánica de lácteos

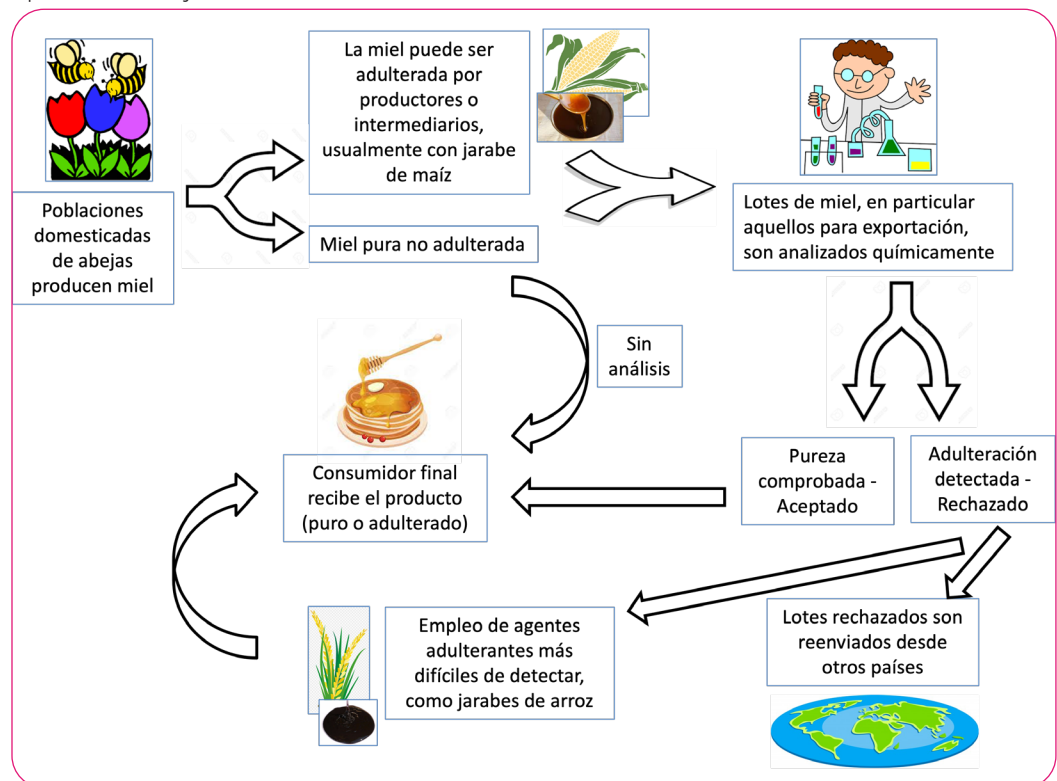
Algunas de las principales verificaciones que se realizan a productos tales como leche, quesos y yogurts son la ausencia de adulteración, la comprobación del modo de producción (convencional u orgánico) y las relacionadas al bienestar de los animales (criados sin encierros). Varias herramientas pueden ayudar a definir el tipo de producción (ver tabla 1), y la mayoría de ellas se basan en características químicas que son definidas por el tipo de alimentación de los animales (bovinos, caprinos, ovinos) de los que provienen los lácteos (Mania et al., 2018).

## Huevo y carne

Productos derivados de la avicultura y ganadería, tales como huevo y carne tienden a recibir una estricta trazabilidad y verificaciones de calidad. Sin embargo, se han detectado casos en los cuales se ofrecen productos finales que no corresponden a los indicados en los empaques. Algunos ejemplos son la venta de lotes de carne provenientes de otros países, en cuyos casos se omite información relacionada al origen. Otros productos deben indicar claramente el origen y, en caso de tratarse de productos orgánicos, se incluye la certificación correspondiente (Campmajó y Núñez, 2021). Al igual que con otros productos derivados de animales, se ha incurrido en malas prácticas relacionadas con la venta de productos que no cumplen alguna o varias de las normas, ya sea control sanitario, origen geográfico o tipo de manejo de los animales.

## La frecuente adulteración de la miel de abeja

Debido a su gran valor y demanda, la miel de abeja representa uno de los productos más frecuentemente adulterados. La figura 3 describe las etapas relacionadas a la verificación de la pureza de la miel, así como las tácticas de adulteración más frecuentemente utilizadas por algunos productores o intermediarios. La miel de abeja puede ser fácilmente diluida con melazas y jarabes de maíz o de otras plantas, con el propósito de aumentar el volumen y generar ganancias monetarias adicionales. Las técnicas analíticas pueden definir si se agregó algún agente adulterante que modifique las características químicas de la miel pura (Vetrova et al., 2017). Cada vez existen mejores técnicas de detección, pero también surgen nuevas formas para evadirlas



**Figura 3.** Procesamiento de muestras de miel para verificar analíticamente posibles adulteraciones, y estrategias comunes de adulteración y evasión de detección.








**Video 3.** Verificación de la pureza de la miel de abeja en México (ProfecoTV, 2011).

## ¿Cómo funcionan las técnicas que permiten trazar y distinguir productos de origen animal?

Es poco frecuente que un consumidor solicite información adicional acerca del origen de un producto, ya sea empaquetado o consumido en un

establecimiento. Por ejemplo, si un determinado cliente ordena un filete de salmón, ¿cómo se asegura que es realmente salmón? Y, en caso de serlo, ¿fue producido legalmente bajo buenas prácticas de manejo por acuicultura? o ¿fue extraído ilegalmente del medio natural? La respuesta a las preguntas no corresponde al cliente, sino al establecimiento expendedor y a una larga cadena de suministro, la cual debe, idealmente, estar sujeta a procesos de trazabilidad y vigilancia. De tal manera, es posible evitar o reducir el fraude, se protege al ambiente natural y se da certeza a los consumidores. Dentro de estos procesos de trazabilidad es donde las diversas técnicas analíticas permiten verificar la autenticidad de los productos animales (ver tabla 1).

Producto	Tipo de delito	Acción ilícita	Métodos de identificación
 Organismos acuáticos	-Etiquetado fraudulento -Aprovechamiento ilegal de especies protegidas	-Sustitución de productos -Ofrecimiento de especies en veda	-Análisis de ADN -Perfil de ácidos grasos
 Reptiles	-Comercio ilegal de mascotas -Venta de carne y pieles de animales silvestres	-Sustitución de lotes de productos permitidos por no permitidos -Tráfico	-Perfil proximal -Perfil isotópico
 Productos lácteos	-Adulteración -Origen de países no autorizados	-Adición de agua -Declarar un origen diferente -Incurrir en doble importación	-Análisis de diversos lípidos y lacto-sueros -Análisis isotópico
 Huevo y carne	-Incumplir requisitos de producción orgánica o de crianza en libertad (free range) -Etiquetado fraudulento deliberado	-Ofertar productos convencionales por orgánicos -Declaración falsa sobre el origen	-Perfil de ácidos grasos -Determinación de firmas isotópicas
 Miel de abeja	-Adulteración	-Adición de melazas y jarabes de origen vegetal	-Cromatografía para determinar tipo de azúcares -Conductividad -Perfil isotópico

**Tabla 1.** Ejemplos de productos de origen animal y métodos de análisis para detectar malas prácticas de manejo

## Análisis de ADN

El análisis de los ácidos nucleicos presentes en un determinado producto de origen animal puede indicar, con gran precisión, la especie específica de la cual se deriva. El análisis de ácido desoxirribonucleico (ADN) es muy utilizado para verificar la autenticidad de productos ofertados. Éste puede aplicarse a productos frescos y procesados. Una desventaja consiste en la necesidad de laboratorios y equipos especiales (difícilmente portátiles). Sin embargo, se trata de una técnica precisa y confiable para detectar el tipo de especie que realmente se comercializa (Munguia-Vega et al., 2021). En México se ha determinado que el etiquetado fraudulento de productos pesqueros puede ser mayor a 30% en algunas regiones. Por ejemplo, se ha demostrado que, muy frecuentemente, filetes de atún ahumado se hacen pasar por filetes de marlín.



## Perfil de ácidos grasos

La determinación del perfil de ácidos grasos permite identificar componentes orgánicos específicos en grasas y aceites de los tejidos de plantas y animales, en donde permanecen relativamente

constantes. Su uso ha demostrado una buena precisión para detectar los tipos de lípidos en dichos productos, y poder así diferenciar filetes de peces silvestres y cultivados. Lo anterior es porque los perfiles de ácidos grasos cambian en función al alimento consumido. Las dietas de los peces cultivados son menos diversas y contienen aceites vegetales, lo cual permite distinguirlos de los animales silvestres que se alimentan de una dieta mucho más variada y con otra composición química (Vasconi et al., 2019).

## Firmas isotópicas

Distinguir entre productos derivados del medio natural o producidos en granjas (orgánicas o convencionales) es difícil y existen varios métodos subjetivos que no son fiables, tales como el color, el olor y otras características organolépticas<sup>1</sup>. El empleo técnicas isotópicas ha permitido detectar la adulteración de productos e identificar diversos métodos de producción (CSG, 2021). Dentro de los estudios relacionados a la autenticación, el carbono y el nitrógeno son dos de los elementos que se analizan para determinar sus proporciones isotópicas (ej. carbono pesado y ligero, <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C). La firma isotópica<sup>2</sup> de un organismo refleja el valor isotópico de su respectivo alimento. Los animales producidos en granjas se encuentran sujetos a la influencia de regímenes alimenticios específicos, en comparación a las variadas dietas de los animales silvestres. Estos atributos confieren valores isotópicos específicos para cada tipo de crianza, y a su vez, a los productos derivados de éstos. Las firmas isotópicas también pueden definir los puntos geográficos de los

**Video 4.** Resultados de un estudio sobre la sustitución deliberada de especies de peces en México (Animal Político, 2019).

<sup>1</sup> El término organoléptico se refiere a una impresión sensorial que determina la apetencia o el rechazo hacia un alimento. Las cualidades organolépticas de un alimento o bebida permiten definirlo por su aroma, sabor, color y textura..

<sup>2</sup> La firma isotópica la define la distribución de ciertos isótopos estables de determinados elementos dentro de los compuestos químicos en los tejidos animales o vegetales.



cuales provienen los productos debido a que los animales pueden consumir recursos vegetales únicos de ciertas regiones (Carter y Chesson, 2017).

## Técnicas de cromatografía

La cromatografía<sup>3</sup> permite la separación analítica de varios componentes específicos en muestras de diversos tipos. La cromatografía es una metodología muy utilizada para determinar el tipo de azúcares en productos como jaleas, jarabes y miel de abeja (Kamal y Klein, 2011). Lo anterior permite verificar que los datos reportados en las etiquetas son confiables y que no se presentan adulteraciones.

## Conclusiones

Las ventajas que otorga la realización de una buena trazabilidad son múltiples. Para los productores, la certificación de origen o modo de producción otorga un valor agregado a sus productos, mientras que para el consumidor, las ventajas conllevan la certeza de que está recibiendo un producto adecuado en cuanto a calidad, aspectos sanitarios y autenticidad. Para el medio ambiente también existen ventajas, ya que al fomentarse una buena trazabilidad de los productos de origen animal se desalienta la caza furtiva y la pesca ilegal. Es importante enfatizar que la mayoría de los métodos analíticos para identificar adulteraciones y autenticidad son cada vez más comunes, por lo tanto es posible predecir una mejor trazabilidad en la industria de los alimentos.

<sup>3</sup> La cromatografía es una técnica analítica muy utilizada en diferentes áreas de la ciencia. Permite separar e identificar los distintos componentes de una mezcla gracias a dos efectos contrarios: la retención y la movilidad de los compuestos.

## Referencias

- ❖ Animal Político. (2019, 12 de marzo). *Así te venden aún en vez de marlin en el negocio de pescado* [video]. YouTube. <https://youtu.be/416MwNiW9w8>
- ❖ Campmajó, G., y Núñez, O. (2021). Authentication of conventional and organic eggs. En *Chromatographic and related separation techniques in food integrity and authenticity. Volume B: Relevant Applications* (pp. 187-213). Default Book Series. [https://doi.org/10.1142/9781786349972\\_0007](https://doi.org/10.1142/9781786349972_0007)
- ❖ Carter, J. F., y Chesson, L. A. (Eds.). (2017). *Food forensics: stable isotopes as a guide to authenticity and origin*. CRC Press.
- ❖ Crocodile Specialist Group. (2021). Traceability in Crocodylian Conservation and Management. IUCN SSC Crocodile Specialist Group. <https://cutt.ly/7D58Z4x>
- ❖ euronews (en español). (2021, 26 de enero). *La importancia de la trazabilidad de los productos pesqueros en la UE* [video]. YouTube. <https://youtu.be/Nf3-Oi5PsHw>
- ❖ Gamboa-Delgado, J., Molina-Poveda, C., Godínez-Siordia, D. E., Villarreal-Cavazos, D., Ricque-Marie, D., y Cruz-Suárez, L. E. (2014). Application of stable isotope analysis to differentiate shrimp extracted by industrial fishing or produced through aquaculture practices. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(10), 1520-1528. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0005>
- ❖ Kamal, M. A., y Klein, P. (2011). Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi journal of biological sciences*, 18(1), 17-21. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.09.003>

- ❖ Mania, I., Delgado, A. M., Barone, C., y Parisi, S. (2018). *Traceability in the dairy industry in Europe*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00446-0>
- ❖ Moretti, V. M., Turchini, G. M., y Bellagamba, F. (2003). Traceability issues in fishery and aquaculture products. *Veterinary Research Communications*, 27, 497-505. <https://doi.org/10.1023/B:VERC.0000014207.01900.5c>
- ❖ NSF International. (2018, 19 de diciembre). *Webinar: Protegiendo los alimentos del Fraude Alimentario | NSF International* [video]. YouTube. <https://youtu.be/pOL1jf4rdgY>
- ❖ Munguia-Vega, A., Weaver, A. H., Domínguez-Contreras, J. F., y Peckham, H. (2021). Multiple drivers behind mislabeling of fish from artisanal fisheries in La Paz, Mexico. *PeerJ*, 9, e10750. <https://doi.org/10.7717/peerj.10750>
- ❖ Parlamento Europeo. (2018, 29 de mayo). Resolución del Parlamento Europeo, de 29 de mayo de 2018, sobre la optimización de la cadena de valor en el sector pesquero de la Unión (2017/2119(INI)). *Diario Oficial de la Unión Europea*. <https://cutt.ly/0D56YNZ>
- ❖ ProfecoTV. (2011, 23 de junio). *Miel de abeja ["Revista del Consumidor TV" 28.1]* [video]. YouTube. <https://youtu.be/9jgQpIM-adc>
- ❖ Reilly, A. (2018). *Overview of food fraud in the fisheries sector* [FAO Fisheries and Aquaculture Circular, (C1165), 1-21]. <http://www.fao.org/3/I8791EN/i8791en.pdf>
- ❖ Schingen, M. V., Ziegler, T., Boner, M., Streit, B., Nguyen, T. Q., Crook, V., y Ziegler, S. (2016). Can isotope markers differentiate between wild and captive reptile populations? A case study based on crocodile lizards (*Shinisaurus crocodilurus*) from Vietnam. *Global Ecology and Conservation*, 6, 232-241. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.03.004>
- ❖ Vasconi, M., Lopez, A., Galimberti, C., Rojas, J. M. M., Redondo, J. M. M., Bellagamba, F., y Moretti, V. M. (2019). Authentication of farmed and wild european eel (*Anguilla anguilla*) by fatty acid profile and carbon and nitrogen isotopic analyses. *Food Control*, 102, 112-121. <https://doi.org/10.1021/jf0734267>
- ❖ Vetrova, O. V., Kalashnikova, D. A., Melkov, V. N., y Simonova, G. V. (2017). Detection of honey adulterations with sugar syrups by stable isotope mass spectrometry. *Journal of Analytical Chemistry*, 72(7), 756-760. <https://doi.org/10.1134/S1061934817070152>