

# Artículo de Revisión / Review Article

## Fraude alimentario: Pasado, presente y futuro

## Food fraud: Past, present and future

Natalia Escobar<sup>1</sup>. <https://orcid.org/0000-0003-0683-2767>

Sara Beas<sup>2</sup>. <https://orcid.org/0000-0002-8886-6735>

Nuri Gras<sup>3</sup>. <https://orcid.org/0000-0001-8110-5821>

Ana María Ronco<sup>4\*</sup>. <https://orcid.org/0000-0001-8850-1739>

1. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

2. Procesos Metalúrgicos y Electroquímica Industrial (PME), Rancagua, Chile.

3. Nuri Gras, Food Integrity Consulting, Santiago, Chile.

4. Unidad de Nutrición Humana, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Dirigir correspondencia: Ana María Ronco.

Unidad de Nutrición Humana, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA),  
Universidad de Chile, El Líbano 5524, Macul, Santiago, Chile.

Email: amronco@inta.uchile.cl

Este trabajo fue recibido el 25 de agosto de 2022.

Aceptado con modificaciones: 10 de noviembre de 2022.

Aceptado para ser publicado: 24 de noviembre de 2022.

### RESUMEN

La adulteración y el fraude de productos alimenticios son tan antiguos como los sistemas de procesamiento y producción de alimentos, sin embargo, en la actualidad son cada vez más frecuentes. Con la globalización y los sistemas de producción y distribución de alimentos cada día más complejos, la adulteración puede ocurrir en distintos puntos de la cadena alimentaria y tener un impacto de gran alcance, e incluso, consecuencias adversas para la salud de las personas. Los enfoques regulatorios de la comunidad internacional para enfrentar y resolver el fraude alimentario están dispersos y en constantes ajustes. Se necesita un enfoque colectivo y coordinado para identificar a todos los interesados en la cadena de suministro de alimentos, calificarlos y certificarlos, excluir a aquellos que no cumplan con los estándares adecuados y rastrear los alimentos en tiempo real. Este artículo de actualización revisará conceptos claves asociados a la integridad alimentaria, historia del fraude alimentario y episodios de fraude alimentario de connotación pública en el mundo y en Chile, herramientas analíticas y alimentos más vulnerables al fraude, reglamentos y nuevas acciones en el mundo y en Chile para enfrentar la inocuidad y el riesgo de fraude alimentario.

Palabras clave: Autenticidad; Adulteración de alimentos; Calidad alimentaria; Fraude alimentario, Inocuidad alimentaria.

### ABSTRACT

Food adulteration and food fraud is as old as food production and processing however, it is increasingly prevalent today. With globalization and increasingly complex food production and distribution systems, adulteration can occur at different points in the food chain and may have far-reaching impacts and even adverse consequences for human health. The interna-

tional community's regulatory approaches to confronting and resolving food fraud are scattered and in constant adjustment. A collective and coordinated approach is needed to identify all stakeholders in the food supply chain, certify and qualify them, exclude those who do not meet applicable standards, and trace food in real time. This update provides definitions and background on key concepts associated with food integrity, episodes of food fraud in Chile and the world, main foods vulnerable to food fraud, common fraud practices and analytical techniques, regulations and new actions in Chile and the world to face food safety and the risk of food fraud.

**Key words:** Food adulteration; Food authenticity; Food fraud; Food quality; Food safety.

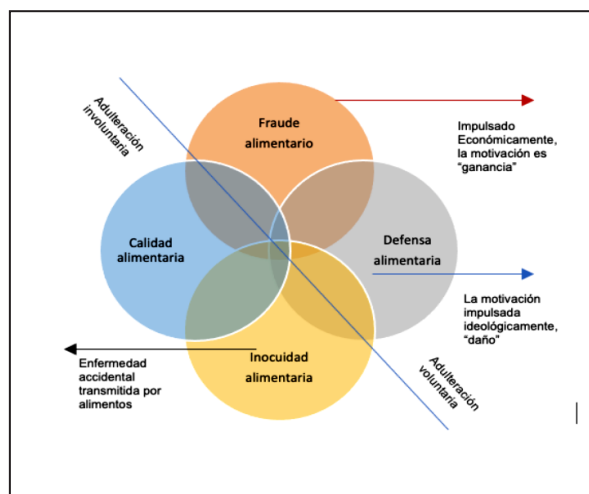
## INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias en la producción de alimentos y los cambios en los sistemas de producción se han sumado a la globalización, lo que hace que la cadena final de suministro de alimentos sea mucho más compleja<sup>1</sup>. La globalización y la liberalización del comercio mundial han aumentado el riesgo de que tanto las políticas de seguridad alimentaria, así como el desarrollo y la implementación de normas de inocuidad alimentaria se vuelvan ineficaces, lo que podría tener consecuencias perjudiciales para la salud aumentando aún más la creciente amenaza de enfermedades transmitidas por los alimentos en todo el mundo<sup>2</sup>. Con el fin de proteger la salud y los intereses económicos del consumidor, y a su vez garantizar prácticas comerciales legales y justas en el mundo, diferentes organismos reguladores, en conjunto con la industria alimentaria, están comenzando a abordar el fraude alimentario. Si bien ciertos sectores de productos básicos habían estado lidiando activamente con la adulteración durante muchos años (por ejemplo, la industria del vino y aceite de oliva)<sup>2,3,4</sup>, hoy se amplían los sectores que buscan estrategias que apunten a evitar el fraude alimentario en la industria. El fraude alimentario cobra relevancia a nivel global, obligando a los países a seguir trabajando de forma colaborativa, con diferentes actores, para prevenir y reducir este tipo de situaciones<sup>5</sup>. Sin embargo, en Chile, la información recabada por el Ministerio de Salud, institución más relevante en esta temática, muestra que no es un asunto que esté priorizado en la agenda de trabajo. De acuerdo a un informe solicitado por la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA), sólo hay dos sectores alimenticios que indican situaciones de fraude alimentario en el país, el aceite de oliva y la miel de abejas<sup>6</sup>. De la misma forma, para la mayoría de los representantes gremiales de las empresas de alimentos, éste no es un asunto que hoy tenga presencia e importancia a nivel nacional, y sólo se dan casos puntuales, relacionados principalmente con productos importados. Sin embargo, es un tema que hay que abordar y prevenir, especialmente para darle valor agregado a los productos de exportación. Entre los productos de exportación, el vino chileno ocupa un lugar importante en el mercado internacional. Sin embargo, no existen estrategias a nivel país que faciliten, entre otras acciones, la instalación de capacidades científico-tecnológicas que aseguren la autenticidad geográfica de los vinos nacionales lo que les otorgaría valor agregado.

## Conceptos y definiciones claves asociados a la integridad alimentaria<sup>7,8,9</sup>

Existen 4 categorías relacionadas con la integridad de alimentos (Figura 1). Distinguir entre estas categorías requiere ponerse en el lugar de la persona que está en el origen del problema. ¿La acción es voluntaria o involuntaria? Si no es voluntaria, se trata un problema de inocuidad de alimentos, en la que la salud del consumidor puede verse perjudicada, o puede verse afectada la calidad del alimento. Cuando la acción es voluntaria, el comportamiento puede ser considerado un delito. Si la motivación es dañar a las personas, se enmarca en el concepto de "Defensa Alimentaria" (Food Defense, término acuñado en Estados Unidos) cuyo objetivo es perturbar gravemente el orden público e incluye acciones de terrorismo. Cuando la intención es únicamente económica, la acción puede ser considerada como "Fraude Alimentario". Existe una serie de términos que es conveniente definir, aunque no siempre existe consenso sobre su significado.

**Fraude alimentario:** Se define como la adulteración de alimentos o bebidas destinados al consumo humano que afecta la calidad de un alimento; no siempre conlleva intencionalidad y puede llegar a ser un peligro para la salud de las personas. Existen diferentes acciones que califican dentro del concepto de fraude alimentario (Figura 2).



**Figura 1:** Interrelación entre los conceptos vinculados con la integridad alimentaria. Adaptado de Foodintegrity Handbook<sup>(15)</sup>.

**Adulteración:** La adulteración implica la alteración de un alimento y, en consecuencia, afecta la calidad alimentaria, aunque la inocuidad del alimento puede no verse afectada; la adulteración puede ser intencional o no intencional, e incluso, desconocida por quienes producen el alimento.

**Adulteración intencional:** Inclusión de sustancias de calidad inferior, generalmente por motivos económicos, con propiedades similares a los alimentos a los cuales se les está adicionando. Son difíciles de detectar. El adulterante puede ser de naturaleza física, química o biológica. Es considerado un fraude.

**Adulteración no intencional:** Inclusión de sustancias no deseadas debido a desconocimiento, negligencia o falta de capacidades higiénicas durante el procesamiento, como por ejemplo bacterias, hongos, polvo, entre otras.

**Adulteración motivada económicamente (AME):** Es considerado un subconjunto del fraude alimentario. Es la sustitución o adición intencional de una sustancia en un producto con el propósito de aumentar el valor aparente del producto o reducir el costo de su producción para obtener ganancias económicas.

**Integridad:** Se refiere al estado de un producto alimenticio cuando es auténtico y no está alterado ni modificado con respecto a las características esperadas, incluidas la inocuidad, la calidad y las propiedades nutricionales.

**Autenticidad:** Se refiere a un alimento genuino e indiscutible en su naturaleza, origen e identidad, y que cumple con las propiedades esperadas.

#### **Acciones constitutivas de fraudes alimentarios (Figura 2)**

- Etiquetado incorrecto: declaraciones falsas que no se ajustan al contenido del producto.
- Dilución: mezcla de ingredientes líquidos reemplazando uno de alto valor por otro de menor valor.
- Ocultación: ocultar la baja calidad de producto.
- Falsificación: copia de marca, embalaje, etc.
- Sustitución: reemplazo de un ingrediente o parte del producto de mayor valor económico por otro de valor menor.
- Mejora no aprobada: agregar materiales desconocidos y no declarados para mejorar atributos de calidad.
- Mercado gris/robo/desvío: venta de exceso de producto no declarado.

#### **Historia del fraude alimentario, episodios de fraude alimentario de connotación pública en el mundo y en Chile**

El fraude alimentario no es actual, éste se remonta a más de 200 años a. C, es así como en el Código Hammurabi (282 leyes) inscrito en piedra por el rey de Babilonia (1.795–1.750 a. C.), nos encontramos con una ley que trata sobre la adulteración de un bebestible muy similar a la cerveza actual y un castigo asociado a quienes la perpetraban; se decía que si alguien incorporaba agua en la elaboración de ese producto sería ahogado en los ríos<sup>10</sup>.

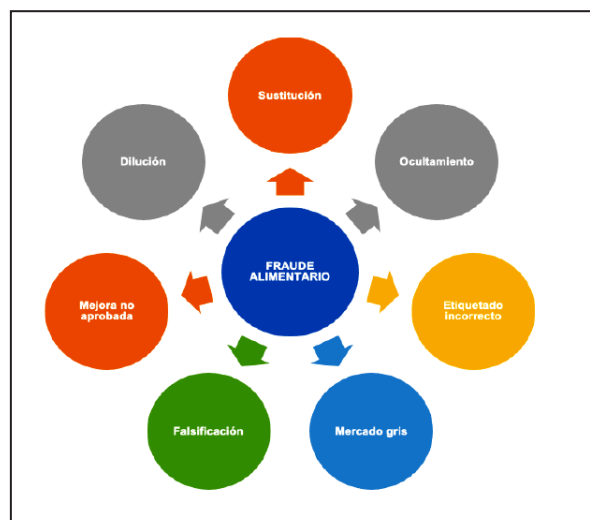
De acuerdo con la literatura, el primer libro publicado sobre adulteración de alimentos, fue en el año 1820 por Frederick Accum (1769–1838), químico alemán residente en Londres; el nombre del libro es *Treatise on Adulteration of Food* (Tratado sobre la adulteración de alimentos), en el cual denunció la utilización de ingredientes tóxicos, lo que marcó el comienzo del interés por la alimentación<sup>11</sup>. Accum, fue el primero en interesarse en este tema llegando a un público importante.

En cuanto a los hitos importantes que han marcado la historia del fraude alimentario, es muy conocido un caso ocurrido en España, en 1981; este episodio consistió en la venta de aceite de oliva adulterado con diversos productos químicos lo que produjo más de 3.000 muertes asociadas a su consumo<sup>12</sup>.

Otro connotado caso ocurrió en 2008 en China, por la aparición de melamina en fórmulas de leche maternizada, resultando en 6 bebés fallecidos y 300.000 intoxicados<sup>13</sup>.

El 2012 fue el gran escándalo en Europa por la aparición de carne de caballo en productos etiquetados como carne de ternera; si bien en este episodio no se registraron muertes, el impacto que produjo dicho descubrimiento despertó la preocupación de las autoridades sanitarias y la indignación de los consumidores, que protestaron por la falta de transparencia en la trazabilidad del origen de la carne y por haber sido engañados. A consecuencia de este episodio, el año 2013 el Parlamento Europeo publica un informe sobre la crisis alimentaria, los fraudes en la cadena alimentaria y el control al respecto<sup>14</sup>.

A pesar de estas acciones, otros episodios se sucedieron posteriormente en Europa como el caso del curry indio adulterado con maní ocurrido en Inglaterra el 2015.



**Figura 2:** Acciones constituyentes de Fraude alimentario. Adaptado de Foodintegrity Handbook<sup>(15)</sup>.

En Chile, el año 1991, se produjo una intoxicación masiva a nivel nacional por el consumo de galletas conocidas como galletas Cómpeta, las cuales arrojaron dentro de sus ingredientes nitrito de amonio en altas concentraciones; como consecuencia, se registró la muerte de 2 menores y 75 hospitalizaciones<sup>6</sup>.

Otro caso de fraude con publicidad ocurrido en Chile data del año 2008 cuando se realizó una investigación en contra de la empresa R y P. S.A. dado que ésta importaba grandes cantidades de leche en polvo destinada a consumo animal y no apta para consumo humano; el infractor re-ensababa, esta leche en polvo en envases de 25 kilos y lo ofrecía para el consumo humano<sup>6</sup>.

El año 2007 se recibe una denuncia por la afectación de hipokalemia en diferentes pacientes en clínicas y hospitales públicos y privados, por consumo del producto ADN Nutricomp, suplemento alimenticio que fue mal rotulado y elaborado de manera deficiente causando la muerte de seis menores de edad<sup>6</sup>.

### Herramientas analíticas para la detección de adulteración y fraude alimentario

El uso de herramientas analíticas adecuadas es relevante a la hora de detectar adulteración y fraude en los alimentos; existen publicaciones digitales gratuitas de gran utilidad, que describen las metodologías analíticas de acuerdo al tipo de alimento y que proporcionan antecedentes adicionales sobre diferentes tipos de alimentos, como aquellos relacionados con su regulación y los tipos más frecuentes de adulteración<sup>15</sup>.

Los productos alimentarios con mayor riesgo de sufrir fraude son: el aceite de oliva, miel de abejas, vinos, pescados, moluscos, leche, quesos de alto valor económico, especias, ciertos jugos de fruta, café, té y carnes<sup>14</sup>.

Dentro de los tipos de fraudes alimentarios que pueden sufrir estos productos están la adición y sustitución de elementos, la dilución y un etiquetado incorrecto, entre otros. Para los distintos tipos de fraudes existen diferentes tipos de pruebas analíticas y parámetros que contribuyen a detectar estas prácticas por parte de la industria.

Si bien existen numerosas publicaciones que reportan metodologías para la verificación de autenticidad y determinación de origen geográfico de alimentos susceptibles a fraude, éstos no son ofrecidos en forma rutinaria por los laboratorios de servicios, y menos aún en los países en vías de desarrollo. Hay varios alimentos de origen que podrían ser autenticados lo que otorgaría un valor agregado al producto, sin embargo, la ausencia de políticas y de desarrollo a nivel país que apoyen estas medidas en la producción de estos alimentos, los hace vulnerables al fraude, afectando el precio de exportación de los productos.

Dentro de los métodos más utilizados a nivel internacional, están los métodos de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (Association of Official Analytical Chemists, AOAC). Para la detección de fraude en la miel, está la técnica AOAC 998.12 que utiliza Espectrometría

de Masas de Relaciones Isotópicas (IRMS, en inglés) para detectar la adición de azúcar a la miel de abejas proveniente de plantas del tipo C4 (grupo especial de plantas que reducen al mínimo la fotorrespiración)<sup>16</sup>. Para los vinos, existe el Compendio Internacional de los Métodos de Análisis publicado por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (International Organization of Vine and Wine, OIV) donde principalmente se utilizan las técnicas IRMS para la detección de la adición de azúcar (método OIV-MA-AS312-06), adición de agua (método OIV-MA-AS2-12) y de glicerol (método OIV-MA-AS312-07). Para detectar adulteración mediante la adición de azúcar derivada de las plantas tipo C4 en jugos de fruta se utiliza la técnica IRMS (método AOAC 2004.01), y la técnica SNIF-NMR para la detección de chaptalización (técnica especial de azucarado) mediante la adición de azúcar derivada de la remolacha (método AOAC 995.17)<sup>17</sup>. En pescados y productos del mar, las técnicas analíticas disponibles permiten detectar autenticación, trazabilidad, sustitución o mezcla, identificación, adulteración y etiquetado incorrecto<sup>18,19,20,21,22,23</sup>. En carnes y productos cárnicos, se puede detectar el tipo de especie animal, adulteración, autenticación y etiquetado incorrecto<sup>24,25,26,27,28</sup>. En leche y productos lácteos, se detecta adulteración, autenticación, dilución, sustitución, identificación y maltodextrina<sup>29,30,31,32,33</sup>. En aceites, las técnicas analíticas disponibles, detectan autenticación, adulteración, origen geográfico y adición<sup>34,35,36,37,38,39</sup>. En miel, origen geográfico y la adición de azúcar<sup>15,16</sup>, en los jugos de fruta, autenticación, adición y origen geográfico<sup>15,40,41</sup>; en las especias, sustitución<sup>42</sup> y en el café y té, sustitución, dilución, origen geográfico y autenticación<sup>15</sup>.

En la tabla 1 se describen los alimentos más susceptibles de fraude, el tipo de fraude más común y la técnica utilizada para su detección.

En Chile, por exigencia de los mercados internacionales, se está trabajando actualmente en la incorporación de métodos de detección mediante IRMS para detectar la adición de agua o chaptalización en vinos.

Los métodos analíticos desempeñan un papel importante en la detección de la adulteración, sin embargo, no representan la única solución para prevenir el fraude alimentario, y en ocasiones, no brindan ninguna solución. Estos métodos sirven cuando se busca un elemento conocido, pero en muchos casos se desconoce lo que se quiere buscar. La AOAC, a través de su programa Standard Method Performance Requirements (SMPR<sup>®</sup>), está impulsando la minimización de oportunidades para fraude alimentario<sup>43</sup>. En su última reunión de febrero de 2022, se actualizaron metodologías de tests dirigidos (TT, Targeted Testings), para detectar adulterantes en leche, miel y aceite de oliva extra virgen, y se actualizaron los métodos emergentes denominados no-dirigidos (NTT, non-targeted o un-targeted), en los cuales se crearon perfiles que evalúan las desviaciones de un perfil estándar de un producto para detectar adulterantes, principalmente en especias (vainilla, azafrán).

**Tabla 1.** Métodos analíticos para detectar fraudes alimentarios.

Matriz	Tipo de fraude alimentario	Técnica Analítica	Marcador/Parámetro	Ref.
Vino	Adición	IRMS SNIF-NMR	Relación Isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Relación Isotópica de Deuterio	[16]
	Origen geográfico	IRMS SNIF-NMR	Relación Isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Relación Isotópica de Deuterio	
Pescados y productos del mar	Autenticación	PCR, PCR tiempo real, PCR con polimorfismo de longitud de fragmento de restricción (RFLP)	Asociación de fragmento de ADN a una especie específica	[8, 19]
	Autenticación-Trazabilidad	Quimiométrico	Espectroscopia NIR	[20]
	Sustitución o mezcla	Imágenes hiperespectrales, Espectroscopia de infrarrojo medio	Reflectancia/NIR/Fluorescencia/Raman, Firma espectral	[21]
	Adulteración	Biomarcadores peptídicos	Identificación de biomarcadores peptídicos de cada especie	[22]
	Etiquetado incorrecto	Código de barras de ADN, Amplificación de ADN	Comparativa entre los cebadores comunes de código de barras de ADN, Amplificación de fragmento de ADN para identificar especie	[23]
Carnes y productos cárnicos	Detección de especies animales	PCR cualitativa dúplex en tiempo real	Gen de código de barras	[24]
		Quimiométrico	Espectros Raman	[25]
		Quimiométrico	Espectroscopia NIR	[26]
Leche y productos lácteos	Adulteración	Biomarcadores peptídicos	Identificación de biomarcadores peptídicos de cada especie	[27]
	Autenticación	Marcadores peptídicos, método LC-MS	Identificación de biomarcadores y cuantificación de especies de carne	[28]
	Etiquetado incorrecto	PCR en tiempo real, PCR multiplex y ELISA	Genéticos, basados en secuencias de ADN	[24]
	Adulteración	PCR en tiempo real	Sondas SYBR GREEN para identificación de ADN de distintas especies en lácteos	[29]

...continuación tabla 1.

Matriz	Tipo de fraude alimentario	Técnica Analítica	Marcador/Parámetro	Ref.
	Autenticación	Espectroscopia y quimiometría	Espectros NIR para detectar adulterantes en lácteos	[30, 31]
	Identificación	ELISA y RT-PCR	Inmunológico y basado en ADN para detectar contaminación	[32]
	Detección de maltodextrina	Quimiométrico	Espectroscopia FT-Raman	[33]
Aceite	Autenticación	Espectroscopia y quimiometría	Espectroscopia de RMN,	[34]
		Quimiométrico	Espectroscopia dieléctrica	
		Cromatografía de Gases	Espectroscopia FT-IR y Raman	[35]
		Espectroscopia de infrarrojo cercano	Perfil de ácidos grasos	[365]
		Espectroscopia de fluorescencia	Espectro NIR	[37]
	Adición	Quimiométrico	Rango espectral para discriminar aceite de oliva adulterado	[38]
Miel	Origen geográfico	Microscopía IRMS	Espectrómetro NIR portátil para detectar adulteración	[39]
	Adición	IRMS	Análisis de polen	[15]
		LC-MS	Proporción de isótopos de H, C, N y S.	
Jugos de fruta	Autenticación	PCR en tiempo real de doble sonda	Proporción C4 en miel entera,	[16]
		Cromatografía de gases	Relación Isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	
	Adición	IRMS	Colorante	[15]
		SNIF-NMR		
Espicias	Sustitución	LC-MS/ MS FTIR	Polimorfismo de un solo nucleótido	[40]
Café y Té	Sustitución	Espectrometría UV-visible	Compuestos orgánicos volátiles	[41]
	Dilución	HPLC	Relación Isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	[15]
	Origen geográfico	PCR en tiempo real	Relaciones Isotópicas de Deuterio	
	Autenticación	HPLC, GC-MS		
		SSR		

Un enfoque más eficiente es observar la cadena de valor de manera integral, e identificar, no los riesgos, sino las vulnerabilidades en la cadena de suministro y del producto mismo, lo que significa tener en cuenta varios aspectos de la cadena como: producto alimenticio, historial de fraude, mercado, proveedor/cadena de suministro, precio internacional de los insumos, pruebas analíticas (Figura 3).

Tal como lo muestra la figura 3, una estrategia integral de mitigación del fraude alimentario requiere colocar el producto o ingrediente alimentario en un contexto integral que incluye tener en cuenta los casos anteriores de fraude alimentario, el origen del producto, la complejidad del suministro, la cadena involucrada y la adecuación de la trazabilidad dentro de la cadena<sup>1</sup>. Actualmente se cuenta con varios enfoques documentados relacionados con la totalidad o parte de dicha estrategia, los cuales están disponibles como pautas o como herramientas de vulnerabilidad específica<sup>15</sup>.

Es así como hay varios esquemas de gestión y certificación de inocuidad alimentaria disponibles a nivel internacional, todos ellos reconocidos por los principales minoristas y fabricantes de todo el mundo. Algunos de ellos son: BRC, IFS, GLOBALGAP, ISO 22000, FSSC 22000<sup>44,45,46</sup>.

Se puede certificar que una empresa de alimentos cumple con uno o más de estos estándares a través de auditorías periódicas realizadas por un organismo de certificación acreditado.

Dada la cantidad de estándares diferentes vigentes, a principios del 2000 se creó la Iniciativa Global de Inocuidad Alimentaria (Global Food Safety Initiative, GFSI), fundación sin fines de lucro que surgió como resultado de la gran cantidad de alertas alimentarias que se produjeron a nivel

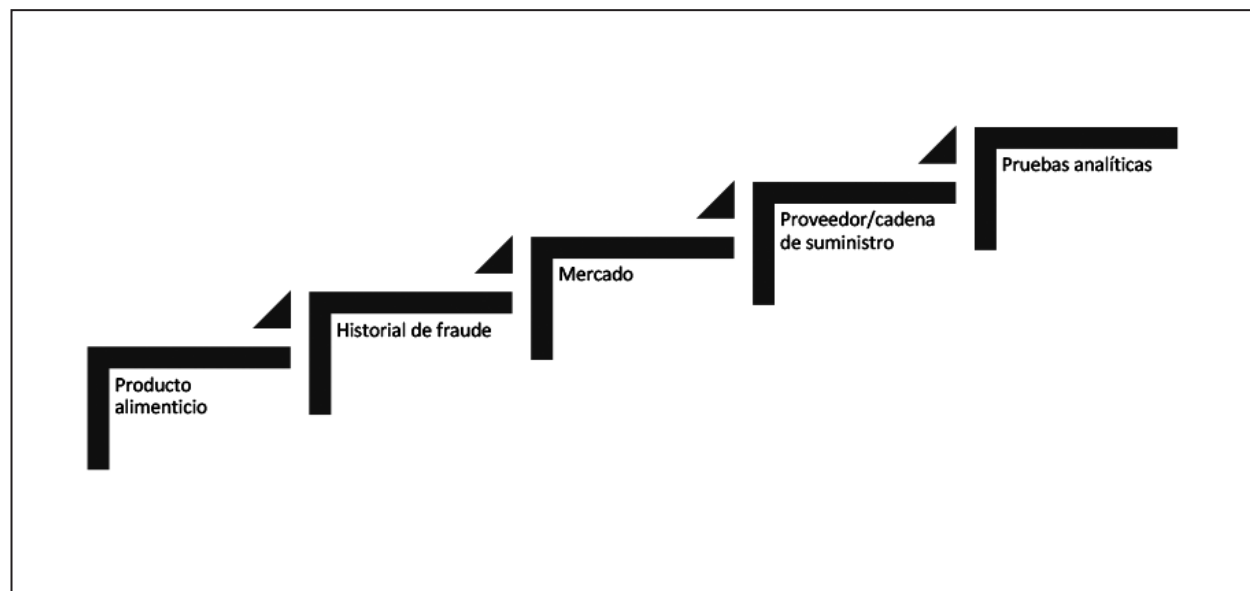
mundial a principios del año 2000. GFSI desarrolló una estructura uniforme para evaluar los estándares de inocuidad alimentaria. Su misión es mejorar, de forma continua, los sistemas de gestión en inocuidad alimentaria para garantizar la confianza en el suministro de alimentos a los consumidores de todo el mundo que están demandando más información y mayor autenticidad de los alimentos que compran<sup>47</sup>.

### Reglamentos existentes en el mundo y en Chile

En la actualidad, existe un conjunto de especificaciones que constituyen normas reconocidas internacionalmente para prevenir el fraude alimentario; ellas proporcionan un punto de referencia de la calidad esperada o de autenticidad de modo que se puede determinar cualquier desviación que se aleje de los estándares de calidad.

En Estados Unidos (FDA, US Food and Drug Administration) y la Unión Europea, existen reglamentos y también normas o directrices voluntarias como las normas de referencia establecidas por el Codex Alimentarius para una variedad de productos alimenticios, que en algunos casos incluye métodos analíticos validados y oficialmente reconocidos para verificar los requisitos de composición.

La FDA se enfoca principalmente en la inocuidad de los alimentos más que en la autenticidad; el 2009 acuñó el término: “adulteración por motivos económicos” como la sustitución o adición fraudulenta e intencional de una sustancia en un producto con el propósito de aumentar la apariencia respecto del valor del producto o reduciendo el costo de su producción, es decir, con fines económicos. La FDA es también la agencia reguladora de la ley FSMA (The Food Safety Modernization Act),



**Figura 3:** Principales aspectos por considerar en un análisis integral de la cadena de suministro. Adaptado de Foodintegrity Handbook<sup>(15)</sup>.

que fue promulgada el año 2011, y que le confiere a la FDA más autoridad para implementar regulaciones en inocuidad alimentaria y aplicar sanciones. Se establecieron 7 reglas para mantenerse al día con la globalización de la industria alimentaria y los crecientes riesgos de enfermedades transmitidas por los alimentos debido a fallas en los programas de inocuidad de los alimentos. La regla N° 4 se refiere específicamente a la protección contra la adulteración intencional. El 2013, FDA FSMA proponen estrategias de mitigación intencional, con enfoque en el análisis de peligro y puntos críticos de control (HACCP) y basado en el riesgo, para proteger a los alimentos contra la adulteración; éstas fueron finalmente publicadas en 2016, y están orientadas a prevenir o minimizar actos destinados a causar daños a gran escala en la salud pública, incluidos los actos de terrorismo dirigidos al suministro de alimentos<sup>48</sup>.

La UE aborda el fraude alimentario de una manera más directa, con un marco legal integral que incluye reglas sobre el etiquetado de alimentos y directrices para productos alimenticios específicos (miel, jugo de frutas, chocolate, etc.). La UE utiliza cuatro criterios operativos claves para distinguir entre el fraude o incumplimiento: violación de las normas de la UE, engaño al consumidor, beneficio económico e intención; estos criterios corresponden a las normas vigentes actualmente en los Estados Miembros para denunciar fraudes<sup>49</sup>.

La red de fraude alimentario en la UE se creó el 2013, y está compuesta por la comisión, la Agencia de la UE para la Cooperación Policial (Europol), los organismos pertinentes de los Estados Miembros y, si es necesario, la Unidad de Cooperación Judicial de la UE (Eurojust). Los principales objetivos de esta red son ayudar y coordinar la comunicación entre las autoridades competentes y permitir la verificación del cumplimiento de la legislación de la cadena agroalimentaria de la UE. El año 2018 se creó el Centro de Conocimiento para Fraude y Calidad Alimentaria (Knowledge Centre for Food Fraud and Quality, KC-FFQ) instalado en el Joint Research Center de la UE localizado en Geel, Bélgica, cuya función es ayudar a garantizar la autenticidad y la calidad de los alimentos en la Unión Europea. Su función es impulsar la calidad de los alimentos e intensificar la lucha contra el fraude alimentario, para lo cual entrega información, base de datos sobre fraude y reportes mensuales. De acuerdo al KC-FFQ, el fraude en el contexto de los alimentos, significa que la descripción del origen de los alimentos, su composición y cómo se han obtenido y/o preparado, debe ser veraz<sup>50</sup>. En su 25ª reunión sobre Sistemas de Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos (CCFICS, CX/FICS 21/25/9), en febrero del 2022, el Comité del Codex se refirió, dentro de los temas emergentes a nivel mundial, al anteproyecto de orientación sobre la prevención y el control del fraude alimentario, el que será revisado antes de la 26a reunión. Éste se refiere a la vulnerabilidad de

los sistemas alimentarios y a la manipulación intencional para obtener ventajas económicas, y propone un mayor énfasis en la integridad/autenticidad alimentaria<sup>51</sup>.

En Chile, el fraude alimentario no se encuentra tipificado en el Código Penal, que es el cuerpo normativo que regula actualmente los delitos y sus penas. En él, solo se sancionan los casos en los cuales se comercializan alimentos que dañan la salud de las personas (Art. 315)<sup>52</sup>. El Código Penal tipifica las “estafas y otros engaños”, indicando que “el que defraudare a otro en la sustancia, cantidad o calidad de las cosas que entregare en un título obligatorio, será penado”. Sin embargo, el concepto específico de fraude no aparece, sino que éste debe construirse como un concepto extralegal, a través de la concurrencia de los cuatro elementos típicos: engaño, error, disposición patrimonial y perjuicio. En relación con la adulteración de alimentos, que incluye agua y bebidas para consumo humano, el Código Penal ha tipificado esta conducta, estableciendo penas de presidio al sujeto o persona, que, a sabiendas, efectúa adulteraciones a alimentos destinados al consumo público que sean peligrosas para quien lo consume, y puedan provocar la muerte o un grave daño a la salud. Estos delitos podrán perseguirse previo a una querrela del Ministerio Público o del director general del Servicio Nacional de Salud.

Dentro de las regulaciones en el marco de la legislación sanitaria chilena, el Código Sanitario, (Decreto con Fuerza de Ley No 725 de 1968), en su artículo tercero, dispone que “Corresponde a los Secretarios Regionales Ministeriales (SEREMIS), sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Salud Pública, atender las materias relacionadas con la Salud Pública y el bienestar higiénico del país”.

El Reglamento Sanitario de los Alimentos (DTO 977/96) en el Título II, Párrafo 1 párrafo I respecto de las disposiciones generales, considera la definición de “alimento alterado (Art. 98), alimento adulterado (Art. 99), alimento falsificado (Art. 100) y alimento contaminado” (Art. 101) y alude que: se prohíbe la fabricación, importación, tenencia, distribución, comercialización o transferencia a cualquier título de este tipo de alimentos (Art. 102) y que “será la autoridad sanitaria quien decomise los alimentos que impliquen un riesgo para la salud, pudiendo quedar retenidos bajo custodia de su dueño o tenedor con prohibición de efectuar su traslado, consumo, expendio o distribución a cualquier título” (Art. 105)<sup>52,53</sup>.

Los sumarios sanitarios que se instruyan por infracciones al Código Sanitario, sus reglamentos, decretos o resoluciones de la SEREMI de Salud, podrán iniciarse de oficio o por denuncia de particulares. La autoridad sanitaria, podrá investigar y tomar declaraciones necesarias para el esclarecimiento de los hechos relacionados con las leyes, reglamentos y resoluciones sanitarias. Las sanciones que se aplican en la sentencia sanitaria, pueden ser multas que oscilan entre las 0,1 y 1.000 UTM, dependiendo del riesgo sanitario. En tanto, las reincidencias pueden ser sancionadas hasta con el doble de la multa.

## Nuevas acciones a nivel mundial y en el país sobre Inocuidad y Fraude Alimentario

La Organización Mundial de la Salud (OMS) lanzó recientemente en la 75ª sesión de la Asamblea Mundial de la Salud (2022) una Estrategia Mundial para la Inocuidad de los Alimentos 2022-2030 actualizada, con el fin de fortalecer los sistemas nacionales de inocuidad de los alimentos. La actualización tiene por objeto garantizar la modernización de los sistemas de inocuidad de los alimentos y el fortalecimiento de la colaboración multisectorial con miras a garantizar que todas las personas consuman alimentos inocuos y saludables, lo que reducirá la carga de las enfermedades transmitidas por los alimentos, que actualmente afectan a casi 1 de cada 10 personas en todo el mundo. Se anima a los Estados Miembros a que elaboren hojas de ruta para la aplicación nacional o a que reflejen las acciones para la aplicación en las políticas y los programas existentes en materia de inocuidad de los alimentos, y a que asignen los recursos necesarios. La estrategia se planteó en consulta con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, los Estados Miembros y la Organización Mundial de Sanidad Animal.

En el país, la ACHIPIA, el año 2019, visualizó la necesidad de abordar el fraude alimentario en el país, específicamente respecto a verificación de autenticidad de alimentos y determinación de origen geográfico, es así como a través del Proyecto CHI.0021: "Creación de Capacidades para la Aplicación de Ciencia y Tecnologías Nucleares en Sectores Claves para el país", la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) recibe apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para realizar actividades de capacitación, difusión, diagnóstico de capacidades analíticas y reuniones con los interesados de gobierno, industria y laboratorios, para terminar con una hoja de ruta que permita abordar este tema a nivel nacional, actividades que se desarrollaron durante el año 2021. Además, la CCHEN y la Universidad de Antofagasta en conjunto se adjudicaron, para el bienio 2022-2023, un Proyecto Nacional del Programa de Cooperación Técnica del OIEA, para establecer un "Sistema Nacional de Referencia para la verificación de Autenticidad y Determinación de Origen de alimentos". En el Centro Nuclear La Reina, la CCHEN, se implementará la técnica de Relación Isotópica con Espectrometría de Masas (IRMS).

Sin lugar a dudas este es un gran avance a nivel país en este tema.

## CONCLUSIONES

El fraude alimentario obliga a los países a trabajar en forma colaborativa a través de diferentes actores para prevenir y reducir este tipo de situaciones. Los sistemas de gestión en inocuidad alimentaria aparecen como respuesta a la necesidad de garantizar al consumidor inocuidad y calidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria. Las empresas exportadoras de alimentos pueden recurrir a diversos sistemas de certificación. Es importante sensibilizar

a la industria alimentaria nacional para que conozca del tema y visualice sus efectos y el riesgo para su negocio.

Se hace fundamental tipificar el fraude alimentario en el Código Penal Chileno, para lograr establecer las diferentes acciones de fraude como delitos y generar las penas correspondientes a cada uno de ellos, de esta forma se podrá legislar de manera efectiva sobre las diferentes empresas que incurran en estas prácticas fraudulentas.

De igual manera, es relevante que el concepto de fraude alimentario sea incluido en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA, DTO 977/96), incluyendo las definiciones de todas las acciones constitutivas de fraude alimentario (Figura 2).

El rol de los laboratorios es fundamental, a partir de ellos es posible conocer la capacidad analítica existente en el país. Con este dato como precedente se puede trabajar en el desarrollo de capacidades analíticas afines que permitan verificar la autenticidad de los alimentos y la trazabilidad de origen. La incorporación de tecnología en el aseguramiento de la calidad de los alimentos genera valor agregado y contribuye al proceso de trazabilidad de los alimentos. Hay que pensar en crear bancos de datos de información analítica de muestras de referencia auténticas que permitan asegurar la autenticidad y calidad de los alimentos.

**Financiamiento.** Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiamiento de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

## REFERENCIAS

1. Machado Nardi VA, Auler DP, Teixeira R Food safety in global supply chains: A literature review J Food Sci. 2020; 85: 883-891.
2. Raposo A, Ramos F, Raheem D, Saraiva A, Carrascosa C. Food Safety, security, sustainability and nutrition as priority objectives of the food sector. Int J Environ Res Public Health 2021; 18: 8073.
3. Senado de Chile. Production of adulterated or falsified wine: They study ranges of sanctions and penalty fees. <https://senado.cl/noticias/agricultura/produccion-de-vino-adulterado-o-falsificado-estudian-rangos-de>
4. Zarezadeh MR, Aboonajmi M, Ghasemi Varnamkhasti M. Fraud detection and quality assessment of olive oil using ultrasound. Food Sci Nutr. 2021; 9: 180-189.
5. The EU food fraud network; 2019 Annual Report. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/ff\\_ffn\\_annual-report\\_2019.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/ff_ffn_annual-report_2019.pdf)
6. Valenzuela Molina, MS. Revisión y Análisis de Fraude Alimentario y Adulteración motivada económicamente en Chile, octubre 2018. <https://es.scribd.com/document/516099222/Revision-y-Analisis-del-Fraude-Alimentario-en-Chile>
7. Spink J, Bedard B, Keogh J, Moyer DC, Scimeca J, Vasan A. Survey of food fraud and related terminology: Preliminary Results And Discussion J Food Sci. 2019; 84: 2705-2718.
8. Manning L, Soon JM. Food safety, food fraud, and food defense: A fast evolving literature. J Food Sci. 2016; 81: R823-834.
9. FAO/OMS. Joint FAO/WHO Food Standards Program Codex Committee on Food Import and Export Inspection and Certification Systems, 24th Meeting. CX/FICS 18/24/7,

- Agosto de 2018, Tema 7 del programa <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/meetings/detail/es/?meeting=CCFICS&session=24>.
10. Mark JJ. El Código de Hammurabi. Enciclopedia de la Historia del Mundo, 2021. <https://www.worldhistory.org/trans/es/1-19882/el-codigo-de-hammurabi/>
11. Accum, FC. A treatise on adulteration of food, and culinary poisons, exhibiting the fraudulent sophistications of bread, beer, wine, spirituous liquors, tea, oil, pickles, and other articles employed in domestic economy. And methods of detecting them. 1820. <https://archive.org/details/treatiseonadulter00accurich>
12. Diario ABC España, ABC histórico, 1981: The forgotten tragedy of rapeseed oil: The poisoning that killed more than 3,000 people. [https://www.abc.es/historia/abc-tragedia-olvidada-aceite-colza-envenenamiento-mato-mas-3000-personas-201907160029\\_noticia.html#vca=modulo&vso=a bc&vmc=noticias-rel&vli=sociedad](https://www.abc.es/historia/abc-tragedia-olvidada-aceite-colza-envenenamiento-mato-mas-3000-personas-201907160029_noticia.html#vca=modulo&vso=a bc&vmc=noticias-rel&vli=sociedad)
13. BBC Mundo. New scandal over contaminated milk in China, 2010. [https://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/07/100709\\_china\\_nuevo\\_escandalo\\_leche\\_lh](https://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/07/100709_china_nuevo_escandalo_leche_lh)
14. European Parliament. Report on the food crisis, fraud in the food chain and its control. Internet: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2013-0434\\_ES.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2013-0434_ES.html)
15. Foodintegrity; <https://foodintegrity.fera.co.uk/index.cfm?sectionid=83>
16. Dong H, Xiao K, Xian Y, Wu Y. Authenticity determination of honeys with non-extractable proteins by means of elemental analyzer (EA) and liquid chromatography (LC) coupled to isotope ratio mass spectroscopy (IRMS). *Food Chem.* 2018; 240: 717-724.
17. OIV. Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts Analysis. 2021 ed. Vol 1. Paris, p. 137-432.
18. Ceruso M, Mascolo C, De Luca P, Venuti I, Biffali E, Ambrosio RL, et al. Dentex dentex Frauds: Establishment of a New DNA Barcoding Marker. *Foods* 2021; 10: 580.
19. Barbosa AJ, Sampaio I, da Silva EM, Alcântara JVL, Santos S. Molecular authentication by DNA barcoding and multiplex PCR assay reveals mislabeling and commercial fraud of the Acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*), an economically important sciaenid marketed in Brazil. *Food Control.* 2020; 117: 107351.
20. Varrà MO, Ghidini S, Ianieri A, Zanardi E. Near infrared spectral fingerprinting: A tool against origin-related fraud in the sector of processed anchovies. *Food Control.* 2021; 123: 107778.
21. Boughattas F, Le Fur B, Karoui R. Mid infrared spectroscopy coupled with chemometric tools for qualitative analysis of canned tuna with sunflower medium. *J Food Compos Anal.* 2020; 91: 103519.
22. Gu S, Deng X, Shi Y, Cai Y, Huo Y, Guo D, et al. Identification of peptide biomarkers for authentication of Atlantic salmon and rainbow trout with untargeted and targeted proteomics approaches and quantitative detection of adulteration. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2020; 1155: 122194.
23. Adibah AB, Syazwan S, Haniza Hanim MZ, Badrul Munir MZ, Intan Faraha AG, Siti Azizah MN. Evaluation of DNA barcoding to facilitate the authentication of processed fish products in the seafood industry. *Lebenson Wiss Technol.* 2020; 129: 109585.
24. Derz W, Pavlovic M, Huber I, Schalch B, Gerdes L. Food fraud in the Alps?- Detection of chamois (*Rupicapra rupicapra*) in firm raw sausages, ham, and meat via qualitative duplex real-time PCR. *Food Control.* 2021; 123: 107764.
25. Nunes KM, Andrade MVO, Almeida MR, Fantini C, Sena MM. Raman spectroscopy and discriminant analysis applied to the detection of frauds in bovine meat by the addition of salts and carrageenan. *Microchem J.* 2019; 147: 582-589.
26. López-Maestresalas A, Insausti K, Jarén C, Pérez-Roncal C, Urrutia O, Beriain MJ, et al. Detection of minced lamb and beef fraud using NIR spectroscopy. *Food Control.* 2019; 98: 465-473.
27. Stachniuk A, Sumara A, Montowska M, Fornal E. Peptide markers for distinguishing guinea fowl meat from that of other species using liquid chromatography-mass spectrometry. *Food Chem.* 2021; 345: 128810.
28. Prandi B, Varani M, Faccini A, Lambertini F, Suman M, Leporati A, et al. Species specific marker peptides for meat authenticity assessment: A multispecies quantitative approach applied to Bolognese sauce. *Food Control.* 2019; 97: 15-24.
29. Agrimonti C, Pirondini A, Marmiroli M, Marmiroli N. A quadruplex PCR (qPCR) assay for adulteration in dairy products. *Food Chem.* 2015; 187: 58-64.
30. Teixeira JL da P, Caramês ET dos S, Baptista DP, Gigante ML, Pallone JAL. Vibrational spectroscopy and chemometrics tools for authenticity and improvement the safety control in goat milk. *Food Control.* 2020; 112: 107105.
31. Du L, Lu W, Gao B, Wang J, Yu L (lucy). Authenticating raw from reconstituted milk using Fourier transform infrared spectroscopy and chemometrics. *J Food Qual.* 2019; 2019: 1-6.
32. Di Febo T, Schirone M, Di Domenico M, Visciano P, Krasteva I, Sonsini L, et al. Detection of undeclared bovine milk in different food matrices by a multi-technique approach. *Int Dairy J.* 2020; 111: 104845.
33. Rodrigues Júnior PH, de Sá Oliveira K, de Almeida CER, De Oliveira LFC, Stephani R, Pinto M da S, et al. FT-Raman and chemometric tools for rapid determination of quality parameters in milk powder: Classification of samples for the presence of lactose and fraud detection by addition of maltodextrin. *Food Chem.* 2016; 196: 584-588.
34. Soltani Firouz M, Rashvand M, Omid M. Rapid identification and quantification of sesame oils adulteration using low frequency dielectric spectroscopy combined with chemometrics. *Lebenson Wiss Technol.* 2021; 140: 110736.
35. Jiménez-Carvelo AM, Osorio MT, Koidis A, González-Casado A, Cuadros-Rodríguez L. Chemometric classification and quantification of olive oil in blends with any edible vegetable oils using FTIR-ATR and Raman spectroscopy. *Lebenson Wiss Technol.* 2017; 86: 174-184.
36. Xing C, Yuan X, Wu X, Shao X, Yuan J, Yan W. Chemometric classification and quantification of sesame oil adulterated with other vegetable oils based on fatty acids composition by gas chromatography. *Lebenson Wiss Technol.* 2019; 108: 437-445.
37. Sohng W, Park Y, Jang D, Cha K, Jung YM, Chung H. Incorporation of two-dimensional correlation analysis into discriminant analysis as a potential tool for improving discrimination accuracy: Near-infrared spectroscopic discrimination of adulterated olive oils. *Talanta.* 2020; 212: 120748.
38. Abamba Omwange K, Al Riza DF, Saito Y, Suzuki T, Ogawa Y, Shiraga K, et al. Potential of front face fluorescence spectroscopy and fluorescence imaging in discriminating adulterated extra-virgin olive oil with virgin olive oil. *Food Control.* 2021; 124:107906.
39. Borghi FT, Santos PC, Santos FD, Nascimento MHC, Corrêa

- T, Cesconetto M, et al. Quantification and classification of vegetable oils in extra virgin olive oil samples using a portable near-infrared spectrometer associated with chemometrics. *Microchem J* 2020; 159: 105544.
40. Aldegue M, Lopez-Andreo M, Gabaldon JA, Puyet A. Detection of mandarin in orange juice by single-nucleotide polymorphism qPCR assay. *Food Chem.* 2014; 145: 1086-1091.
  41. Nikolaou C, Karabagias IK, Gatzias I, Kontakos S, Badeka A, Kontominas MG. Differentiation of fresh Greek orange juice of the Merlin Cultivar according to geographical origin based on the combination of organic acid and sugar content as well as physicochemical parameters using chemometrics. *Food Anal Method.* 2017; 10: 2217-2228.
  42. Wielogorska E, Chevallier O, Black C, Galvin-King P, Delètre M, Kelleher CT, et al. Development of a comprehensive analytical platform for the detection and quantitation of food fraud using a biomarker approach. The oregano adulteration case study. *Food Chem.* 2018; 239: 32-39.
  43. Food Authenticity & Fraud Program, 2020 AOAC INTERNATIONAL, March 9-13, 2020. <https://www.aoac.org/2020-midyear-meeting/food-authenticity/>
  44. Solingesa. Food safety: Certification systems, differences. Nov. 2013; <https://www.solingesa.com/lista-de-blogs/273-seguridad-alimentaria-brc-ifs-iso-22000-fssc-22000-globalgap.html>
  45. IFS, International Featured Standards. Global Safety and Quality Standards; <https://www.ifs-certification.com/>
  46. BRCGS Food Safety Global Standard. Brcgs.com. <https://www.brcgs.com/our-standards/food-safety/>
  47. Global Food Safety Initiative (GFSI) 2020; <https://mygfsi.com/who-we-are/overview/>
  48. Center for Food Safety, Applied Nutrition. FSMA Rules & guidance for Industry. U.S. Food and Drug Administration. 2022. <https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/fsma-rules-guidance-industry>.
  49. Reglamento (CE) n° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002R0178-20210526&from=EN>
  50. Knowledge Centre for Food Fraud and Quality. [https://knowledge4policy.ec.europa.eu/food-fraud-quality\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/food-fraud-quality_en)
  51. Comisión del Codex Alimentarius, Febrero de 2022; [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FCircular%252520Letters%252FCircular%2525202022-05%252Fcl22\\_05s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FCircular%252520Letters%252FCircular%2525202022-05%252Fcl22_05s.pdf)
  52. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Law 17155. Amends of the penal code in relation to crimes against public health and codes of penal and sanitary procedure. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28804&idVersion=1977-12-15&idParte=>
  53. Ministerio de Salud de Chile. Food Sanitary Regulation. <https://www.minsal.cl/reglamento-sanitario-de-los-alimentos>.