



# Universidad Austral de Chile

---

Facultad de Ciencias Agrarias  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

## **Definiciones, efecto de los tratamientos térmicos y parámetros que pueden indicar origen de la leche**

**Dra. Romina Abarca O.,**

**Mg. Cs. Bernardo Carrillo L.,**

**Ing. Alimentos Gabriela Riquelme A.**

**Valdivia – Chile**

**2018**

## 1. La Leche

La leche, desde un punto de vista nutricional, se considera un alimento completo para el hombre (Madrid y Madrid, 2006; Potter y Hotchkiss, 1991; Pereira, 2014). Debido a su alto valor nutritivo, y a que sus componentes se encuentran en forma y proporciones adecuadas, la leche representa el alimento más balanceado y apropiado para las correspondientes crías de las distintas especies animales (Badui, 2013).

Según Badui (2013), la leche de vaca está compuesta por grasas (3,4 - 5,1%), proteínas (3,1 - 3,7%), lactosa (4,4 - 4,7%) y cenizas (0,71 - 0,75%). Además, contiene sustancias con propiedades funcionales, las que son beneficiosas para la salud, como por ejemplo los prebióticos y probióticos, proteínas y péptidos bioactivos, ácidos linoleicos conjugados (CLA), citoquinas, factores de crecimiento, ácidos ribonucleicos de cadena corta (miRNA), entre otros (Silva y Verdalet, 2003). A su vez, la leche, contiene inmunoglobulinas las cuales son importantes para el adecuado funcionamiento del sistema inmunológico del recién nacido (Badui, 2013).

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, Decreto N° 977/96 – Art. 198, de Chile: *“leche sin otra denominación, es el producto de la ordeña completa e ininterrumpida de vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro. Las leches de otros animales se denominarán según la especie de que proceden, como también los productos que de ella se deriven”*.

Una definición similar establece el Codex Alimentarius de los Alimentos (CODEX STAN 206-1999), el cual la define como: *“Leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior”*.

## **2. Tratamiento térmico aplicados a la leche**

La leche y los productos lácteos proporcionan abundantes beneficios nutricionales. Pero la leche cruda también puede contener microorganismos peligrosos que representan riesgos graves para la salud del ser humano. De acuerdo con el análisis realizado por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, Centers for Disease Control and Prevention), entre 1993 y 2006 se enfermaron más de 1500 personas en los Estados Unidos por beber leche cruda o comer queso elaborado con ésta. Además, los CDC informaron que la leche sin pasteurizar tiene 150 veces más de probabilidades de causar enfermedades transmitidas por los alimentos y genera 13 veces más hospitalizaciones que las enfermedades que involucran productos lácteos pasteurizados. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2015).

Es por ello que el propósito principal del tratamiento y procesamiento de la leche es garantizar su seguridad y estabilidad microbiológica. La esterilización comercial es una medida de control microbiciada que puede lograrse mediante varios tratamientos térmicos, siendo los más comunes y [validados] el tratamiento UHT (temperatura ultra alta) en combinación con el envasado aséptico o esterilización en el recipiente (Codex Alimentarius. CAC/RCP 57-2004).

**Respecto a la leche UHT** el Reglamento Sanitario de los Alimentos, Art. 201 señala lo siguiente: *“tratamiento a ultra alta temperatura (UHT) es el procedimiento al que se somete uniformemente la totalidad de las leches u otros productos lácteos a una temperatura entre 130 y 145°C durante 2 a 4 segundos u otra combinación tiempo - temperatura de tratamiento equivalente”*. El tratamiento UHT es una operación continua que se puede llevar a cabo mediante la mezcla directa de vapor con el producto que debe esterilizarse, o bien por calentamiento indirecto, utilizando una superficie de intercambio térmico, seguido de un nuevo tratamiento aséptico (eventual) y envasado/llenado aséptico (Codex

Alimentarius. CAC/RCP 57-2004). En la práctica existen estos dos sistemas de tratamiento térmico, sistema directo y sistema indirecto (Datta *et al.*, 2002).

- Sistema directo. El producto entra en contacto con el medio de calentamiento, y después sufre un enfriamiento rápido en un depósito al vacío. Este sistema causa que la leche se diluya un 11 %, por lo que se debe producir una vaporización que elimine el vapor añadido y permita restablecer el extracto seco inicial de la leche; además, en el sistema directo sucede un calentamiento instantáneo a la temperatura deseada (0,1 segundos desde 80°C a 140°C) ocasionando con esto que el vapor condense inmediatamente. Los sistemas directos se dividen en: sistema de inyección de vapor en el que éste es inyectado en la leche, y sistema de infusión de vapor, en el que el producto se introduce en un envase lleno de vapor.
- Sistema indirecto. El calor es transferido desde el medio de calentamiento hasta el producto a través de una pared que puede ser intercambiadores de calor de placas, tubulares y superficie rascada. En este generalmente se produce un pequeño calentamiento en la superficie por unidad de volumen de leche causado por el intercambiador de calor, por consiguiente la diferencia de temperatura entre el agente calefactor y la leche es grande. Para impedir que se ensucie y mejorar la transferencia de calor, se utilizan velocidades de flujo altas, lo que requiere altas presiones. Pero esto no causa problemas porque los tubos son más resistentes que las placas. Los intercambiadores de calor tubulares pueden utilizarse fácilmente para obtener altas temperaturas (150 °C). En consecuencia, son un excelente método para el tratamiento UHT indirecto. En los intercambiadores de calor la leche puede estar en contracorriente con agua durante todo el intercambiador. El agua se mantiene en circulación y se calienta por medio de vapor, inmediatamente antes se calienta la leche a la temperatura máxima.

Otro tipo de tratamiento térmico que existe es la esterilización convencional, la que tiene como objetivo la esterilidad comercial de la leche, pero en este caso el tratamiento se aplica al conjunto leche más envase. Los equipos utilizados son autoclaves o torres de hidrostáticas. Las temperaturas de trabajo dependen de las características del equipo y del envase, y suelen oscilar entre 115 y 120 °C. Para minimizar el tratamiento térmico necesario para aplicar al conjunto producto más envase, la leche es preesterilizada antes de su envasado. No obstante, habitualmente, este tipo de leche acostumbra a presentar una mayor degradación de los componentes termolábiles en relación con la leche UHT.

### 3. Tipos de leche

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, Art. 204, la leche después de ser sometida a enfriamiento o algún tipo de tratamiento térmico se clasifica en:

- **Leche natural:** solamente ha sido sometida a enfriamiento y estandarización de su contenido de materia grasa antes del proceso de pasteurización, tratamiento a ultra alta temperatura (UHT) o esterilización.
- **Leche reconstituida:** producto obtenido por adición de agua potable a la leche concentrada o a la leche en polvo, en proporción tal, que cumpla los requisitos establecidos en el artículo 203, y su contenido de materia grasa corresponda a alguno de los tipos de leche señalados en el artículo 205. Deberá ser pasteurizada, sometida a tratamiento UHT o esterilizada.
- **Leche recombinaada:** producto obtenido de la mezcla de leche descremada, grasa de leche y agua potable en proporción tal que cumpla los requisitos del artículo 203 y su contenido de materia grasa corresponda a alguno de los tipos de leche señalados en el artículo 205. Deberá ser pasteurizada, sometida a tratamiento UHT o esterilizada.

En el Art. 214 se encuentra la definición de leche concentrada la cual a su vez se subdivide en:

- **Leches concentradas** son aquellas que han sido privadas parcialmente de su contenido de agua, se clasifican en:
  - a) leche evaporada es el producto líquido obtenido por eliminación parcial del agua de la leche;
  - b) leche condensada azucarada es el producto proveniente de la leche obtenido por evaporación parcial del agua y adición de azúcar y/o dextrosa;

En cuanto a producto deshidratado, el Art. 216 define lo siguiente:

- **La leche en polvo:** producto obtenido por la eliminación parcial del agua que contiene la leche, contendrá un máximo de 3,5% de humedad. El producto reconstituido al 13% para leche entera, 11,5% para leche parcialmente descremada y 10% para leche descremada, tendrá una acidez máxima de 18 ml de hidróxido de sodio 0,1 N/100 ml, una solubilidad en agua no inferior a 99% como mínimo y un máximo de 15 mg de partículas quemadas. (Disco B, filtro para partículas quemadas, con un tamaño de poro determinado).

#### **4. Determinación de la autenticidad de la leche**

La dinámica de estos mercados globalizados ha generado mayor inquietud en los consumidores que **exigen la certificación del origen y la calidad de los alimentos**, lo que ha puesto de moda términos como inocuidad, calidad, trazabilidad y autenticidad de los productos.

En la actualidad existe la posibilidad la leche fluida sea reconstituida a partir leche deshidratada, leche en polvo y otros productos o subproductos también de origen lácteo, y otros.

Identificar los parámetros que marcan las diferencias entre los distintos tipos de leche como materia prima o como de diferentes productos lácteos procesados, permitiría utilizar estos parámetros para discriminar los productos en función de su composición, origen y/o procesos utilizados, mediante metodologías de análisis rápidas y confiables integradas en paquetes analíticos (Del Campo, 2006).

##### **4.1. Índices de la intensidad de tratamiento térmico recibido por la leche**

Por lo mencionado anteriormente, conocer y poder medir la cantidad de tratamiento térmico que ha recibido una determinada leche ha sido desde siempre, de gran interés para el sector lácteo.

Por este motivo, en las últimas décadas, se han utilizado diferentes índices destinados a aportar información al respecto (Romero y Mestres, 2004). Estos índices pueden ayudar a identificar qué tipos de tratamientos térmicos han sido aplicados a las leches que se comercializan. Algunos de los principales índices que permitirían deducir la cantidad (intensidad) y tipo de tratamiento térmicos utilizados son:

- **Lactulosa:** La leche tratada a temperaturas superiores de 100 °C o almacenada a temperaturas superiores de 30 ° C por largos períodos de

tiempo, generan una reacción química en la lactosa, la cual se isomeriza dando lugar a la aparición de lactulosa y epilagosa (Romero y Mestres, 2004). El contenido de lactulosa en una leche aporta buena información sobre la cantidad de tratamiento térmico que se le ha aplicado (Marconi *et al.*, 2004; Pellegrino *et al.*, 1995; Sakkas *et al.*, 2014).

En base a investigaciones realizadas, se han determinado valores medios de contenido de lactulosa en leches con tratamientos térmicos (Cuadro 1). Sakkas *et al.*, (2014), determinaron por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) que el contenido de lactulosa presente en leches comerciales elaboradas con leche reconstituida deshidratadas a bajas, medias y altas temperaturas (80°-130°C por 4s) varió desde 38 a 829 mg/L, donde los valores más altos correspondían a leche reconstituida a altas temperaturas. Según Manzi y Pizzoferrato (2013), la leche UHT en Italia es comercializada ampliamente, y muestras obtenidas en supermercados y almacenes fueron medidas por HPLC, obteniéndose valores de lactulosa que oscilaban entre 102,0 y 905,6 mg / kg de muestra. Según lo descrito por Marconi *et al.* (2004), la lactulosa fue propuesta por la International Dairy Federation y la Unión Europea como parámetro para diferenciar una leche UHT de una leche esterilizada.

Cuadro 1 Niveles medio de lactulosa en distintos tipos de leche

Producto	Nivel medio de lactulosa
Leche natural (nativa)	Trazas
Leche pasteurizada	70 mg/L
Leche UHT (tratamiento directo)	200 mg/L
Leche UHT (tratamiento indirecto)	400 mg/L
Leche esterilizada	800 mg/L
Leche en polvo	170 mg/Kg

Fuente: Romero y Mestres (2004)

- **Furosina.** Aminoácido que se produce a partir de compuestos de Amadori que se forman en la primera fase de la reacción de Maillard (Deeth y Lewis, 2017). La reacción de Maillard es conocida como la reacción de oscurecimiento no enzimático, se presenta en los alimentos sometidos a altas temperaturas (como el horneado), y que tienen un alto contenido de proteínas y carbohidratos (Badui, 2013). La furosina al ser una sustancia cuyo único origen es el indicado, se puede utilizar para conocer el grado de tratamiento térmico y tiempo de almacenamiento de un producto lácteo (Deeth y Lewis, 2017). Romero y Mestres (2004), han determinado valores medios de este compuesto para leches con diferentes tratamientos térmicos (Cuadro 2). Un estudio realizado a leches comerciales de Austria que midió por HPLC los contenidos de furosina, mostró que los contenidos más bajos de este compuesto estaban presentes en leches pasteurizadas y los más altos en leches UHT, los valores estaban entre 11,7 a 115 mg de furosina/100 g de proteína (Schmidt *et al.*, 2017). Le *et al.* (2011), revelaron que el contenido de furosina presente en concentrado de proteína de leche variaba aproximadamente de 160 a 1580 mg/100 g de proteína para muestras en polvo almacenadas a diferentes temperaturas (20, 25, 30, 35 y 40 °C) y humedades relativas (44, 66 y 84% de HR). Mayer *et al.* (2010), señalaban que había una necesidad urgente que

exista una regulación de la Unión Europea para definir los límites de calor tolerable para la leche de larga vida útil, tan pronto como sea posible.

Cuadro 2 Valores medios de furosina para leches con diferentes tratamientos térmicos.

Producto	Nivel medio de furosina
Leche UHT (tratamiento directo)	10 - 50 mg/L
Leche UHT (tratamiento indirecto)	20 - 90 mg/L
Leche esterilizada	70 - 130 mg/L

Fuente: Romero y Mestres (2004).

- **Hidroximetilfurfural (HMF).** Compuesto intermedio de la fase final de la reacción de Maillard, utilizado comúnmente como un indicador de tratamientos térmicos en la leche (Deeth y Lewis, 2017). Romero y Mestres (2004), han determinado valores medios de HMF en leches sometidas a tratamiento térmico (Cuadro 3). Muestras de concentrado de proteína de leche fueron almacenadas a 40°C, a una humedad relativa de 44% para saber si el contenido de HMF aumentaban en un plazo de 12 semanas, se determinó por metodología HPLC que el contenido de este compuesto aumento de 49 a 241 µg / 100 g de proteína (Le *et al.*, 2011).

La Unión Europea aún no ha establecido límites en la cantidad Hidroximetilfurfural que puede haber en leches con tratamientos térmicos, pero si están establecidos los contenidos máximos de este compuesto en mieles, según la DIRECTIVA 2001/110/CE DEL CONSEJO de 20 de diciembre de 2001 relativa a la miel, anexo 1 L 10/52 del Diario Oficial de las Comunidades Europeas en relación a características de composición de la miel, indica que:

“HMF

— en general, excepto miel para uso industrial no más de 40 mg/kg

— miel de origen declarado procedente de regiones de clima tropical no más de 80 mg/kg y mezclas de estas mieles.”

Cuadro 3 Valores medios de HMF en leches sometidas a tratamiento térmico

Producto	Nivel medio de HMF
Leche natural (nativa)	Inferior a 5 µmol/L
Leche UHT (tratamiento directo)	3 - 10 µmol/L
Leche UHT (tratamiento indirecto)	5 - 20 µmol/L
Leche esterilizada	10 - 30 µmol/L

Fuente: Romero y Mestres (2004).

#### 4.2. Determinación del origen de la leche

Además de las técnicas que existen para poder diferenciar las leches de acuerdo a los tratamientos térmicos que se le han aplicado, se han realizado investigaciones para poder determinar la autenticidad de los alimentos de acuerdo a su origen geográfico y especie o raza (Reid *et al.*, 2006).

El Reglamento (CEE) N° 2081/92 del Diario Oficial de las Comunidades Europeas relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios señala en el Art. 2 las siguientes definiciones:

- a) **Denominación de origen:** *el nombre de una región, de un lugar determinado o, en casos excepcionales, de un país, que sirve para designar un producto agrícola o un producto alimenticio:*
- *originario de dicha región, de dicho lugar determinado o de dicho país, y*
    - *cuya calidad o características se deban fundamental o exclusivamente al medio geográfico con sus factores naturales y*

*humanos, y cuya producción, transformación y elaboración se realicen en la zona geográfica delimitada;*

**b) Indicación geográfica:** *el nombre de una región, de un lugar determinado o, en casos excepcionales, de un país, que sirve para designar un producto agrícola o un producto alimenticio:*

- *originario de dicha región, de dicho lugar determinado o de dicho país, y
  - *que posea una cualidad determinada, una reputación u otra característica que pueda atribuirse a dicho origen geográfico, y cuya producción y/o transformación y/o elaboración se realicen en la zona geográfica delimitada.**

La autenticación definitiva de productos alimenticios requiere el uso de técnicas analíticas altamente sofisticadas. Algunas de las técnicas utilizadas son de espectroscopía (UV, NIR, MIR, visible, Raman), análisis isotópico, cromatografía, “nariz electrónica”, reacción en cadena de la polimerasa y análisis térmico (Reid *et al.*, 2006), alguna de las cuales se describe a continuación:

#### **4.2.1 Análisis Isotópicos**

Las proporciones específicas de los isótopos particulares del hidrógeno y oxígeno presentes en las moléculas dependen principalmente de las condiciones climáticas, geográficas y en menor medida, del metabolismo fotosintético de las plantas. El efecto de estas condiciones en la composición isotópica final de una molécula se conoce como fraccionamiento isotópico. Este fenómeno natural es explotado por dos técnicas analíticas particulares (SNIF-NMR e IMRS) que son quizás las técnicas más sofisticadas y específicas para determinar la autenticidad de los alimentos según su origen geográfico. Ambas técnicas son capaces de determinar la proporción exacta y la ubicación de isótopos específicos dentro de una muestra de alimentos (Reid *et al.*, 2006).

Muestras de leche han sido autenticadas en términos de su origen geográfico dentro de la región de Apulia en el sur de Italia con niveles correctos de

clasificación en un 100% (Brescia *et al.*, 2003). Otro estudio para determinar el origen de la leche de vaca de Australia y Nueva Zelanda mostró que este es un buen análisis para determinar el origen geográfico de productos lácteos (Crittenden *et al.*, 2007).

Por otra parte, en Italia muestras de tres sectores distintos, las cuales tenían diferentes tratamientos térmicos se analizaron en un espectrofotómetro de masa donde de acuerdo a su proporción de Isotopos se determinó el origen de éstas (Scampicchio *et al.*, 2012).

Otro estudio para la caracterización de productos de origen animal (leche de vaca y carne de novillo) de acuerdo con el origen geográfico y su alimentación se llevó a cabo con éxito mediante resonancia magnética nuclear y espectrometría de masas con proporción de isótopos (Renou *et al.*, 2004; Renou *et al.*, 2004).

#### **4.2.2 Tecnología inmunológica**

La mayoría de los estudios informados sobre técnicas inmunológicas para la autenticación de alimentos se refieren al uso de ELISA (acrónimo del inglés Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay: 'ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas'). Esta técnica implica el cultivo de anticuerpos o antisueros que son capaces de unirse a una proteína de interés, lo que permite la detección de esa proteína, tanto cualitativa como cuantitativamente. Las desventajas de ELISA incluyen la dificultad inicial de producir un anticuerpo específico para una proteína particular (Reid *et al.*, 2006). Se han obtenido resultados prometedores para el uso de ELISA para poder diferenciar leche de diferentes especies.

Anguita *et al.* (1996), desarrollaron un ELISA indirecto para la detección de leche de vaca cruda, pasteurizada, esterilizada y UHT en leches de ovejas o cabras usando un anticuerpo monoclonal (MAb) contra la  $\beta$ -caseína bovina AH4 (MAb AH4). Entre sus hallazgos esta  $\beta$ -caseína muestra la antigenicidad específica más alta de todas las fracciones de caseína bovina. En el estudio se usaron mezclas de leche de oveja o de cabra con volúmenes conocidos de leche de vaca

cruda, pasteurizada, esterilizada y/o UHT (5-100 mL/L). Este MAb AH4 permitió la identificación visual desde 1% de adición de leche de vaca en leche de oveja y cabra y desde 0,5% de adición de leche de vaca en quesos de oveja. La detección de este antígeno no se ve afectado por el tratamiento térmico aplicado.

El límite de detección de ELISA de 1 µg/mL de IgG bovina demuestra la alta sensibilidad del ensayo. El ensayo es igualmente sensible cuando se prueba con leche de vaca pasteurizada, leche no tratada y leche que se ha congelado previamente. Sin embargo, el ensayo es incapaz de detectar IgG bovina en leche UHT o leche descremada reconstituida, ya que presumiblemente el tratamiento térmico requerido para producir tales productos da como resultado la desnaturalización del determinante antigénico. En teoría, el ELISA no podría detectar la adulteración de la leche de otras especies en leche UHT o leche de vaca en polvo (Hurley *et al.*, 2004).

#### **4.2.3 HPLC**

Análisis por HPLC de la proteína del suero β- lactoglobulina han permitido detectar la adulteración de quesos de oveja y caprino con leche bovina (Ferreira y Cacote, 2003) a niveles tan bajos como el 2% v/v y de leche de caprino con leche bovina (Chen *et al.*, 2004).

#### **4.3. Aspectos legales sobre indicación obligatoria de país de origen o procedencia de la leche en la Unión Europea.**

El Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor, introduce un conjunto de disposiciones sobre la indicación del origen en el etiquetado de los alimentos. En particular, el artículo 26, apartados 5 y 6, del Reglamento IAC establece que la Comisión debe presentar una serie de informes al Parlamento Europeo y al Consejo sobre la posibilidad de ampliar el etiquetado obligatorio del origen a otros alimentos.

#### **4.3.1. Modelo de la Unión Europea en toma de decisión de implementación de obligatoriedad de etiquetado de origen.**

El etiquetado obligatorio o voluntario del origen se evaluó en nueve Estados miembros para la leche de consumo y los productos que la utilizan como ingredientes, como el queso, el yogur, etc., y en los principales países productores de carne de caballo, de conejo y de caza.

Actualmente, en la UE existen normas de etiquetado obligatorio del origen para varios productos, tales como la miel, las frutas y hortalizas, el pescado no transformado, la carne de vacuno, el aceite de oliva, el vino, los huevos, la carne de aves de corral importada y las bebidas espirituosas. Con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento IAC, la Comisión adoptó disposiciones de aplicación relativas al etiquetado obligatorio del origen de la carne fresca, refrigerada o congelada de porcino, ovino, caprino y aves de corral. Estas normas **exigen la indicación obligatoria del país en el que el animal ha sido criado durante una parte importante de su vida, junto con la indicación del país de sacrificio.** Desde el año 2015, los productos cárnicos y lácteos vendidos en el mercado de la UE ya están etiquetados de forma voluntaria, ya sea a través de un régimen de la UE o a través de organizaciones públicas o privadas.

#### **4.4. Objetivos del etiquetado de origen**

- la necesidad de informar al consumidor;
- la viabilidad de facilitar la indicación obligatoria del país de origen o del lugar de procedencia para los diferentes productos; y
- un análisis de los costes y beneficios de la aplicación de tales requisitos a los operadores del sector alimentario y las administraciones, así como de su incidencia en el mercado interior y en el comercio internacional.

\_ Además este sistema sirve como un control de la trazabilidad, lo cual va en directo beneficio de la seguridad alimentaria, ya que para esto se requiere el registro de información sobre el eslabón anterior y el eslabón posterior a lo largo de la cadena alimentaria.

#### **4.5. Percepción del consumidor frente al etiquetado de origen.**

En el año 2013 Eurobarómetro realizó una encuesta de percepción de los consumidores con respecto al etiquetado de origen. La mayoría de los ciudadanos de la UE consideran necesario indicar el origen de la leche, vendida como tal o como ingrediente de productos lácteos (84 %). El porcentaje es similar (88 %) en el caso de las carnes. No obstante, incluso en estos casos, las expectativas sobre la información concreta que los consumidores desearían recibir al amparo del concepto «origen» varían considerablemente. En el caso de la leche y los productos lácteos, los ciudadanos expresaron su preferencia por el país de ordeño o de transformación, en cambio en el caso de la carne el interés se dirigía al lugar de cría o de sacrificio del animal antes que al lugar de nacimiento (U E, 2013).

## Referencias bibliográficas

- Anguita, G.; Martin, R.; Garcia, T.; Morales, P., Haza, A.; Gonzalez, I.; Sanz, B. y Hernández, P. 1996. Immunostick ELISA for Detection of Cow's Milk in Ewe's Milk and Cheese Using a Monoclonal Antibody against Bovine  $\beta$ -Casein. *Journal Food Protection*. 59: 436-437.
- Badui, S. 2013. *Química de los Alimentos*. 5° ed. Pearson Educación. 744
- Barcenas, P.; Perez Elortondo, F. y Albisu, M. 2005. Sensory comparison of several cheese varieties manufactured from different milk sources. *Journal of Sensory Studies*. 20: 62–74.
- Brescia, M.; Caldarola, V.; Buccolieri, G.; Dell'Atti, A. y Sacco, A. 2003. Chemometric determination of the geographical origin of cow milk using ICP-OES data and isotopic ratios: A preliminary study. *Italian Journal of Food Science*. 15:329–336.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2017. Reglamento Sanitario de los Alimentos. *Diario oficial de la República de Chile*. Diciembre 2017. 117 p.
- Chen, R.; Chang, L.; Chung, Y.; Lee, M. y Ling, Y. 2004. Quantification of cow milk adulteration in goat milk using high-performance liquid chromatography with electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 18: 1167–1171.
- Codex Alimentarius (CODEX STAN 206-1999). Norma General del Codex para el uso de Términos Lecheros. 4 pp.
- Codex Alimentarius (CAC/RCP 57-2004). Leche y Productos Lácteos. 259 pp.
- Coulon, L.; Delacroix-Buchet, A.; Martin, B. y Pirisi, A. (2004). Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: A review. *Le Lait*. 84: 221-241.

Crittenden, R; Andrew, A.; LeFournourc, M.; Young, M.; Middleton, H. y Stockmanna, R. 2007. Determining the geographic origin of milk in Australasia using multi-element stable isotope ratio analysis. 17: 421-428.

Datta, N.; Elliott, A.J.; Perkins, M.L. y Deeth, H.C. 2002. Ultra high temperature (UHT) treatment of milk: Comparison of direct and indirect mode of heating. Australian Journal of Dairy Technology. 57 (3): 211 – 227.

Deeth, H. y Lewis, M. High Temperature Processing of Milk and Milk Products. 2017. 556 pp.

Delgado, T. Contenido en Furosin, Lactulosa y  $\beta$ -Lactoglobulina como indicadores de Calidad en Leches Líquida y en Polvo. Tesis Doc. Ciencias químicas. Universidad Complutense. España. 1993

DIRECTIVA 2001/110/CE. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 2001. 52 pp.

Ferreira, I. y Cacote, H. 2003. Detection and quantification of bovine, ovine and caprine milk percentages in protected denomination of origin cheeses by reversed-phase high-performance liquid chromatography of beta- lactoglobulins. Journal of Chromatography. (1015): 111–118.

Hurley, I.; Coleman, R.; Ireland, H. y Williams, J. 2004. Measurement of bovine IgG by indirect competitive ELISA as a means of detecting milk adulteration. Journal of Dairy Science. 87: 543–549.

Le, T.; Bhandari, B. y Deeth, H. 2011. Chemical and Physical Changes in Milk Protein Concentrate (MPC80) Powder during Storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59: 5465 – 5473.

Madrid, J. y Madrid, A. Conoce los nuevos alimentos, tú puedes. Arán Ediciones, S.L. 2006. 218 pp.

Del Campo, M. 2006. Identificación de Parámetros de Autenticidad en Leche y Productos Lácteos. Tesis Doc. en Ciencias en Procesos Biotecnológicos. Universidad de Guadalajara. México. 233 pp.

Marconi, E.; Messia, M.; Amine, A.; Moscone, D.; Vernazza, F., Stocchi, F. y Palleschi, G. 2004. Heat-treated milk differentiation by a sensitive lactulose assay (Italia) 84: 447 – 450.

Mayer, H.; Raba, B.; Meier, J. y Schmid, A. 2010. RP-HPLC analysis of furosine and acid-soluble  $\beta$ -lactoglobulin to assess the heat load of extended shelf life milk samples in Austria. Dairy Science & Technology. 90: 413-428.

Moatsou, G. y Anifantakis, E. 2003. Recent developments in antibody-based analytical methods for the differentiation of milk from different species. International Journal of Dairy Technology. 56: 133–138.

Tamanna, N. y Mahmood, N. 2015. Food Processing and Maillard Reaction Products: Effect on Human Health and Nutrition. International Journal of Food Science. 1-6.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2017. Disponible en: <  
<https://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/buystoreservesafefood/ucm210577.htm>>. Consultado en: Julio 2018.

Pellegrino, L.; De Noni, I. y Resmini, P. 1995. Coupling of Lactulose and Furosine Indices for Quality Evaluation of Sterilized Milk. International Dairy Journal. 5: 647-659.

Pereira, P. 2014. Milk nutritional composition and role in human health. Nutrition. 30: 616 – 627.

Potter, N. y Hotchkiss, J. 1991. Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia. 682 pp.

Reglamento (CEE) N° 2081/92. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 1992

Reid, L.; O'Donnell, C. y Downey G. 2006. Recent technological advances for the determination of food authenticity. *Trends in Food Science y Technology*. 17: 344-353.

Renou, J.; Bielicki, G.; Deponge, C.; Gachon, P.; Micol, D., y Ritz, P. 2004. Characterization of animal products according to geographic origin and feeding diet using nuclear magnetic resonance and isotope ratio mass spectrometry. Part II: Beef meat. *Food Chemistry*. 86: 251–256.

Renou, J.; Deponge, C.; Gachon, P.; Bonnefoy, J.; Coulon, J. y Garel, J. 2004. Characterization of animal products according to geographic origin and feeding diet using nuclear magnetic resonance and isotope ratio mass spectrometry: Cow milk. *Food Chemistry*. 85: 63–66.

Romero, R. y Mestres, J. 2004. *Productos lácteos: Tecnología*. Ediciones UPC. 228 pp.

Sakkas, L.; Moutafi, A.; Moschopoulou, E. y Moatsou, G. 2014. Assessment of heat treatment of various types of milk. *Food Chemistry*. 159: 293 – 301.

Schmidt, A.; Boitz, L. y Mayer, H. 2017. A new UHPLC method for the quantitation of furosine as heat load indicator in commercial liquid milk. *Journal of Food Composition and Analysis*. 56: 104-109

Scampicchio, M.; Mimmo, T.; Capici, C.; Huck, C.; Innocente, N.; Drusch, S. y Cesco, S. 2012. Identification of Milk Origin and Process-Induced Changes in Milk by Stable Isotope Ratio Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60: 11268- 11273.

Silva, E. y Verdalet, I. 2003. Revisión: Alimentos e Ingredientes Funcionales derivados de la leche. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 53: 4.

Unión Europea. Reglamento de Ejecución (UE) nº 931/2011 de la Comisión, de 19 de septiembre de 2011, relativo a los requisitos en materia de trazabilidad establecidos por el Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo para los alimentos de origen animal ( DO L 242 de 20.9.2011, p. 2).

Unión Europea. Reglamento (CE) nº 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal (DO L 139 de 30.4.2004, p. 55).

Unión Europea. Reglamento de Ejecución (UE) nº 2015/262 de la Comisión, de 17 de febrero de 2015, que establece normas con arreglo a las Directivas 90/427/CEE y 2009/156/CE del Consejo por lo que respecta a los métodos de identificación de los équidos (Reglamento del pasaporte equino) (DO L 59 de 3.3.2015, p. 1).