

EL QUESO Y SUS VARIEDADES

José Octavio Rodiles-López, Gabriela Monserrat Ochoa Manzo y Rafael Zamora Vega

Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: rafael.zamora@umich.mx

Resumen. Cuenta una leyenda árabe que un hombre atravesaba el desierto con su caravana y llevaba guardado un poco de leche de camella en un cuero que estaba hecho del estómago de un borrego, y que al terminar el viaje observó que la leche se había cuajado y había formado una masa sólida, mientras que la leche que llevaba en recipientes de barro se encontraba en su estado original; leyenda o no, es un hecho que los quesos datan de muchos siglos antes, y que ahora se sabe que en el estómago de los rumiantes existe una enzima llamada renina, comúnmente conocida como cuajo, que provoca la coagulación de la leche, producto conocido hoy en día como queso.

Palabras Clave: Caseínas, Coagulación y Nutrientes.

¿QUÉ ES EL QUESO?

La leche es el producto de la secreción de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, cuya composición varía dependiendo de la especie, conteniendo tanto macro como micronutrientes, y el queso se elabora de la leche. Las proteínas de la leche se dividen en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas del suero lácteo (20%); las caseínas son aquellas proteínas que precipitan a un pH de 4.6 a una temperatura de 20°C, mientras que las proteínas del suero son aquellas que quedan en solución a éste mismo pH y temperatura, siendo las caseínas las que producen el queso (Amuchástegui, 2015).

El queso es un alimento que resulta de la precipitación y/o coagulación de las caseínas de la leche. Este se ha elaborado desde tiempos prehistóricos a partir de la leche de distintas especies de hembras mamíferas, como camellas, alces, vacas, cabras, ovejas, etc. (Carranco *et al*, 2015). Los sumerios y egipcios se encuentran entre los primeros elaboradores de queso; los pastores de Israel en tiempos precristianos ya lo realizaban; y en la Grecia clásica y en Roma era considerado un alimento muy apreciado y cotidiano (Villegas & De la Huerta, 2015).

El proceso de coagulación para elaborar queso puede llevarse por dos métodos básicos: uso de la enzima renina o cuajo, y de hecho el nombre de *cuajo* significa hacer coagulación, cuyo nombre científico es quimosina, o bien, por acidificación de la leche vía punto isoeléctrico de las caseínas, pH de 4.6 (Badui, 2015).

Fisicoquímicamente, el queso es un gel o malla tridimensional de fosfocaseinatos y fosfocaseinatos de calcio, donde a través de la coagulación se forma un entramado que engloba agua, glóbulos de grasa, lactosa, y otras proteínas, además de minerales y vitaminas (Ramírez y Vélez, 2012).

PROCESO GENERAL DE ELABORACIÓN

Existen diferentes formas de elaborar queso, y de ahí la gran variabilidad de estos, pero en general presentan una

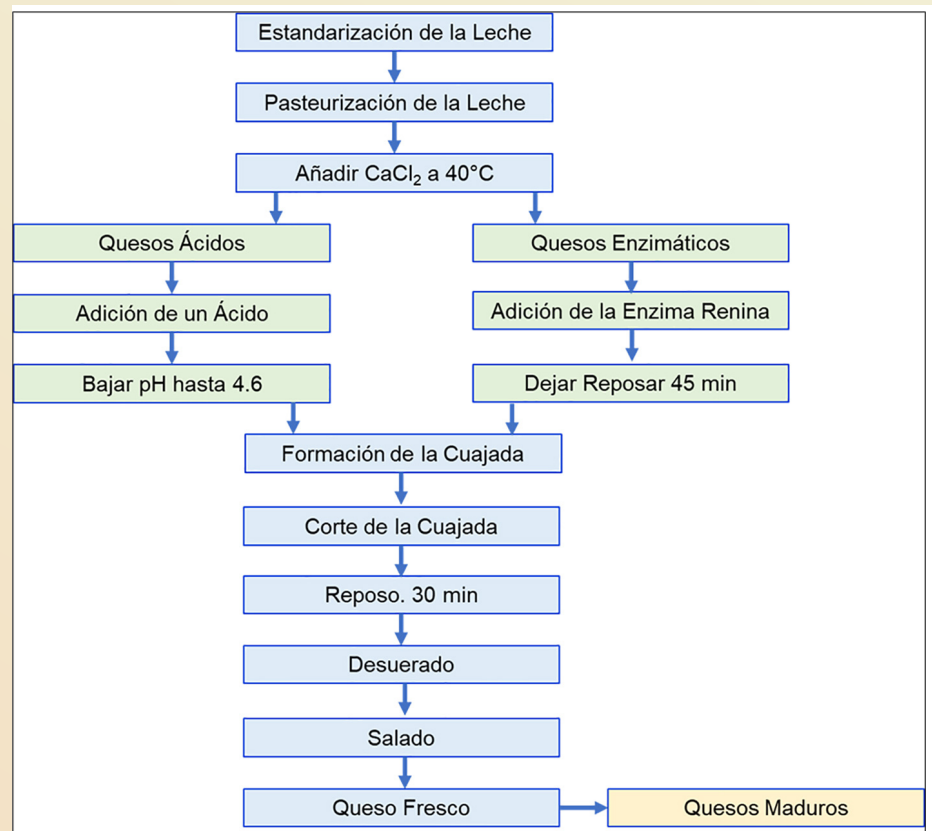


Figura1. Elaboración de un Queso Fresco.

serie de pasos comunes, Figura 1, (Murillo, 2023).

En la primera etapa de elaboración tenemos el ajuste en el contenido de nutrientes, estandarización, por ejemplo, se puede usar leche descremada. Por otro lado, normalmente la leche se pasteuriza, aunque hay quesos que se hacen con leche sin pasteurizar. La pasteurización puede ser a 63°C por 30 minutos o 72°C por 15 segundos; mantener estas temperaturas con sus correspondientes tiempos es básico en la elaboración del

queso, ya que temperaturas mayores en los tiempos establecidos pueden dañar a las caseínas y no se formará la cuajada. Se añade cloruro de calcio para favorecer la formación de la cuajada (Martínez *et al*, 2020).

Los quesos ácidos se hacen bajando el pH hasta el punto isoeléctrico de las caseínas, mientras que los quesos enzimáticos se hacen por la acción directa de la enzima renina sobre las caseínas, y en ambos se forma la cuajada, que es la

matriz del queso, que en esencia es un gel de caseínas. El coágulo se corta longitudinal y transversalmente con mallas metálicas especiales para desueroarlo y concentrar los sólidos. Los cubos formados son de tamaño variable, de acuerdo con el queso deseado; mientras más pequeños mayor será el desueroado, lo que es deseable en quesos que se desean tengan un bajo contenido de humedad. El coágulo formado atrapa agua y otros nutrientes de la leche, como carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales, y algunas otras proteínas. Se deja reposar por unos 30 min para que la cuajada se endurezca (Martinez, 2020).

Posteriormente, la cuajada se pasa por una tela para separar el queso de la fracción que no precipita, agua y proteínas del suero, y por último se procede a agregar sal para mejorar el sabor y que puede ser optativo, normalmente se añade sal en una concentración de 1.5%. Finalmente, el queso se coloca en moldes que se someten a presión para continuar con el desueroado, hasta llegar a la humedad deseada, y darle una forma (Martinez, 2020).

La masa de caseínas contenida en los moldes puede o no ser inoculada con ciertos microorganismos para un proceso posterior, llamado maduración, donde se colocan en cuartos especiales con control de humedad y temperatura, y que dependerá de cada tipo de queso; aquí se propician las condiciones ideales para que los microorganismos y sus enzimas lleven a cabo reacciones químicas, donde principalmente las proteínas se degradan en aminoácidos, y los lípidos en ácidos grasos de cadenas cortas, que en

conjunto son los responsables del aroma y sabor del producto final (Badui, 2015).

Cabe señalar que anteriormente los queseros tiraba el líquido remanente, suero, que causaba serios problemas de contaminación ambiental, o bien, hacían requesón, pero hoy en día el suero tiene aplicaciones en diferentes tipos de industrias, alimentaria, química, cosmética y biomédica; debido a su alto valor nutricional, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales, alta cantidad de lactosa, todas las vitaminas liposolubles y las del complejo B, además de fósforo, calcio, potasio y hierro. Las proteínas incluyen β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, seroalbúmina, globulinas, y lactoferrina (Williams & Dueñas, 2021).

TIPOS DE COAGULACIÓN

El queso es básicamente la precipitación de las caseínas de la leche, donde las proteínas se vuelven insolubles y se solidifican transformando la leche en una sustancia semisólida y gelatinosa. Los quesos ácidos se hacen usando un ácido para bajar pH, normalmente ácido láctico, o por microorganismos que generan ácido láctico por su metabolismo; y los enzimáticos que usan la enzima renina. En México, por ejemplo, un queso ácido es el Oaxaca, y uno enzimático el Panela (Báez-Ramírez *et al.*, 2016).

COAGULACIÓN ACIDA

Este método se basa en alcanzar el punto isoelectrico de las caseínas al agregar ácidos a la leche. La leche tiene un pH de 6.6, mientras que el punto isoelectrico de las caseínas es 4.6, y de las proteínas del suero de 5.5; cabe señalar

que el punto isoelectrico es el pH en el que las cargas de una proteína son neutras, y donde normalmente precipitan, aunque hay excepciones. El proceso consiste en bajar el pH de la leche hasta 4.6, para que el complejo formado por caseínas, calcio y fósforo se transformen en caseína ácida, sales cálcicas y fosfáticas, que son insolubles; por otro lado, las proteínas del suero no precipitan en su punto isoelectrico. La acidificación puede lograrse añadiendo ácidos directamente, por ejemplo, láctico, cítrico, acético, o vía un proceso fermentativo, donde se inoculan microorganismos que por su metabolismo generan ácidos que acidifican la leche (Báez-Ramírez *et al.*, 2016).

Cuando se hacen quesos ácidos usando microorganismos se pueden usar diferentes tipos de estos, pero entre los más comunes destacan *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Lactobacillus lactis* y *Lactobacillus bulgaricus*, que se añaden a una concentración del 1% y dejando que actúen de 30 a 40 minutos, tiempo en el cual transforman la lactosa en ácido láctico, lo que aumenta la acidez y reducen el pH. Estos microorganismos, además de bajar el pH, generan sabores y olores nuevos. Los microorganismos se agregan después de la pasteurización y esperando a que la leche tenga una temperatura de 37°C para su óptimo crecimiento, aunque puede variar dependiendo del queso, así mismo, la velocidad con que se llegue al pH de coagulación afectará la textura del queso (Mullen, 2018).

COAGULACIÓN ENZIMÁTICA

En este método se utiliza la enzima quimosina, también llamada cuajo o renina. Las caseínas se clasifican en 4 grupos: α -S₁, α -S₂, beta y kappa caseínas, llamadas en conjunto micelas de caseína, que también contienen calcio y fosfatos; Figura 2. En este caso, la enzima provoca la coagulación de la leche mediante un fenómeno que se efectúa en dos pasos: primero, un proceso enzimático, y segundo, un proceso de agregación. En la primera etapa, se produce la hidrólisis de la κ caseína, donde específicamente se rompe el enlace químico entre los aminoácidos 105, fenilalanina, y 106, metionina, que genera dos compuestos, la *paracaseína* y

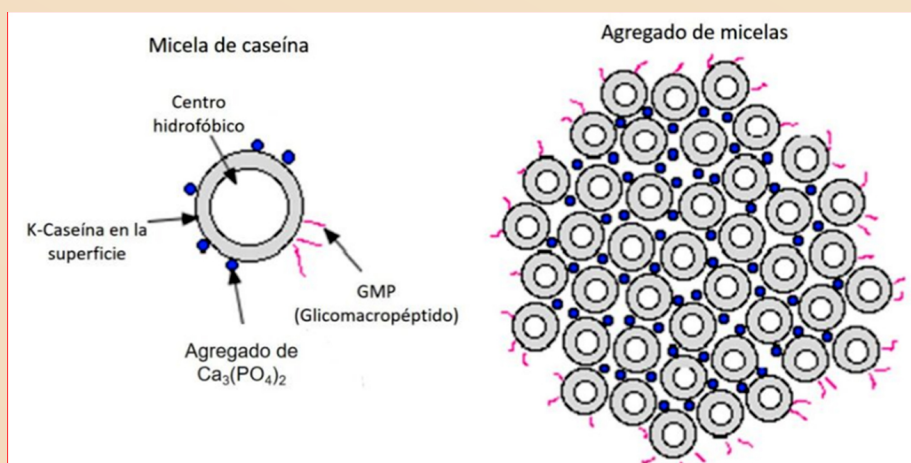


Figura 2. Micelas de Caseína



Figura 3. Variedades de Quesos

la elaboración de un queso, debido a que forman puentes salinos de calcio, y fosfatos hidrófobos con las caseínas, los cuales ayudan a formar la red o malla tridimensional que forma al cuajo (Villegas & De la Huerta, 2015).

Para determinar la calidad de los quesos se utiliza la proporción de grasa en la materia seca, ya que cuando esta es inferior al 20% sugiere que el producto se elaboró con leches parcialmente descremadas o adulteradas con agua. El sabor característico del queso se debe al sutil equilibrio de sus distintos constituyentes, que incluyen el ácido láctico, los ácidos grasos libres, los productos de degradación proteica, además de alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres. Los quesos por coagulación ácida tienen un ligero sabor ácido y los quesos por coagulación enzimática un sabor dulce, principalmente porque la lactosa no es convertida a ácido láctico (Meyer, 2014).

VARIEDADES DE QUESO

Se dice que en el mundo existen más de 1,000 variedades de quesos y que presentan diversos pasos en su elaboración. Las diferencias de composición y atributos sensoriales, tales como textura, aroma, sabor, varían de queso a queso y se deben a diferentes factores, tales como los tipos de leche utilizados, vaca, oveja, cabra, etc.; la calidad de la leche, pasteurizada o cruda; relación de la concentración de grasa-proteína; tipos de microorganismos y enzimas añadidos; velocidad e intensidad del desarrollo de la acidez y tipo de ácido;

el macro péptido, que ocasiona la desestabilización de las otras caseínas, alfas y beta; segundo, la formación del coágulo por la acción del calcio sobre las caseínas que origina la precipitación de todo el complejo (Meyer, 2014).

Convencionalmente se ha venido usando la renina proveniente del estómago de rumiantes, pero actualmente se están usando sustitutos más económicos, como hechas a partir de microorganismos (Pombal, 2015).

COMPOSICIÓN DEL QUESO

El valor nutritivo de los quesos varía dependiendo del tipo de queso, ya que existen diferentes procesos de fabricación y maduración, modificando así su valor nutritivo. Existen muchas maneras de clasificar a los quesos, siendo una de ellas, la de quesos frescos y madurados, siendo los primeros ordinariamente con mayor contenido de humedad.

De manera genérica, los quesos contienen 37.0% de agua, 3.5% de carbohidratos, 23.0% de proteínas, 33.0% de lípidos y 3.5% de minerales, y con un contenido energético de 403 kcal/100 g. Este presenta lípidos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, y colesterol (Púlido *et al*, 2018; Mullen, 2018). El queso es una excelente fuente de vitaminas y minerales; acorde a la NOM-051, sobre valores de la Ingesta

Diaria Recomendada, %IDR, y valores de la USDA, 2023, para queso fresco, tenemos que 100 g de queso aporta todas las vitaminas liposolubles e insolubles, a excepción de la vitamina C, principalmente, 39.4% de vitamina A; 27.0% de D; 5.3% de B1; 20.6% de B2; 9.0% de B5; 8.2% de B6; y 80.0% de B12. Por otro lado, a nivel de minerales, 62.9% de calcio; 5.1% de cobre; 58.0% de fósforo; 9.7% de magnesio; 6.5% de potasio; 47.1% de selenio; y 25.8% de zinc.

La cantidad de calcio y fósforo presentes en la leche son importantes en

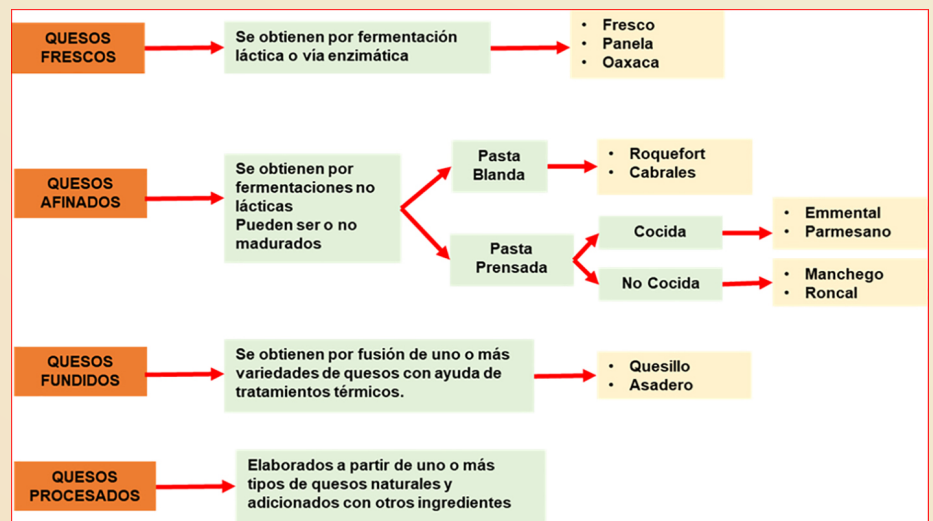


Figura 4. Diferentes tipos de quesos

	Humedad	Azúcares	Proteínas	Lípidos	Cenizas
Azul	42.5	2.3	21.4	28.7	5.1
Brie	48.3	0.5	20.8	27.7	2.7
Camembert	51.7	0.5	19.8	24.3	3.7
Cheddar	36.6	2.4	23.3	34.0	3.7
Cotija	38.0	4.0	20.0	30.0	8.0
Cottage	78.1	4.6	11.6	4.2	1.5
Crema	54.7	4.6	5.8	33.5	1.4
Edam	40.8	1.4	25.0	28.6	4.2
Feta	55.2	3.9	14.2	21.5	5.2
Gouda	41.5	2.2	24.9	27.4	4.0
Gruyere	33.2	0.4	29.8	32.3	4.3
Monterey	40.9	0.7	24.5	30.3	3.6
Oaxaca	44.5	7.1	21.4	25.0	2.0
Panela	49.6	7.1	19.9	21.4	2.0
Parmesano	22.9	12.4	29.6	28.0	7.1
Provolone	41.0	2.1	25.6	26.6	4.7
Ricotta	72.9	6.9	7.8	11.0	1.4
Roquefort	39.5	2.0	21.5	30.6	6.4
Seco	42.3	2.0	24.5	24.3	6.9
Suizo	37.6	1.4	27.0	31.0	3.0

Tabla1. Análisis Proximal Varios Quesos. (USDA, 2023)

tipo y concentración de la enzima coagulante; grado y forma de la deshidratación del coágulo, cuajada; cantidad y forma de la adición de sal; forma y tamaño de queso; condiciones de maduración, donde puede variar el tiempo, la temperatura, y la humedad; tratamientos superficiales del queso, como el encerado; y adición de enzimas o microorganismos para efectuar la maduración (Badui, 2015).

Entonces, existen diferentes formas de clasificar a los quesos. En la Figura 4 se presenta un tipo de clasificación, pero existen otros modelos, Murillo, 2023.

En la tabla 1 se presentan diferentes variedades de quesos y el análisis químico proximal de acuerdo con la USDA, 2023.

En base a dicha tabla se puede observar una gran variabilidad en la composición química de los quesos. En el caso de la leche de vaca se tienen un promedio de 87.4% de agua, 4.8% de carbohidratos, principalmente como lactosa, 3.7% de lípidos, 3.4% de proteínas, y 0.7% de minerales, pero esta composición puede variar por la raza o la época del año (Mullen, 2018). Así, los quesos se caracterizan principalmente por el aumento en el contenido de proteínas y lípidos.

A nivel del contenido de agua tenemos un promedio de 45.6%, y siendo

el de menor humedad el queso Parmesano, y con mayor, el Cottage. A nivel de proteínas tenemos una media de 20.9%, donde el queso crema con solo 5.8%, mientras que el Parmesano y Gruyere con cerca de 29.7%. En lípidos tenemos un promedio de 26.0%, siendo mínimo en el queso Cottage y máximo en el queso Cheddar. A nivel minerales, tenemos un promedio de 4.0%. Podemos comentar a nivel global, que la mayor variabilidad se da en el contenido de carbohidratos y minerales, y en menor cantidad en proteínas y lípidos.

Los quesos se pueden clasificar en función a su humedad, así tenemos quesos blandos o suaves, mayor a 55%; semiduros, entre 40 y 55%; y duros, menor a 40%. La vida de anaquel depende directamente del contenido de humedad, a mayor humedad, menor vida útil. Así mismo, también se clasifican en función al tipo de coagulación, ácida, enzimática, y ácido/térmica; y por el tiempo de maduración, frescos, semi madurados, y madurados (Ramírez & Vélez, 2012).

Los quesos frescos son los que se consumen inmediatamente al proceso de elaboración, mientras que los quesos madurados tienen diferentes procesos después de su elaboración, y normalmente son almacenados por diferentes tiempos; así tenemos, quesos tiernos, menos de 21 días; quesos

oreados, maduración de 21 a 90 días; quesos semicurados, maduración de 3 a 6 meses; y quesos curados, más de 6 meses. Los quesos madurados generan cualidades sensoriales muy diferentes y únicas, y propias de cada queso, que pueden incluir procesos fermentativos posteriores, usando diferentes microorganismos, y que involucran cambios en el perfil de lípidos y proteínas (Datsa, 2017).

Por ejemplo, el Cottage es un queso suave sin madurar y ácido; los quesos Crema, Brie y Ricotta son suaves con coagulación ácido/calor, y el Brie posee un ligero madurado de unos dos meses, tiempo similar al Camembert; el queso Panela es suave y coagulado por vía enzimática; los quesos Oaxaca, Edam y Gouda son semiduros y enzimáticos; y los Suizo, Cheddar y Parmesano son duros y enzimáticos (Ramírez & Vélez, 2012).

CONCLUSIONES

Podemos comentar finalmente que el queso es la coagulación de las proteínas tipo caseínas de la leche que forman un coágulo que engloba agua y otros nutrientes como carbohidratos, lípidos, otras proteínas, minerales y vitaminas, y que existen diferentes tipos, donde la gran variabilidad se da por los métodos de elaboración y la maduración de los mismo. Existen quesos que se elaboran usando ácidos para bajar el pH de la leche y precipitar las caseínas por su punto isoeléctrico, o bien, usando la enzima renina, donde se favorece la precipitación de las caseínas por una desestabilización química de las mismas. Los quesos frescos normalmente se consumen después de ser elaborados, mientras que los madurados siguen procesos únicos para cada variedad que implican el uso de microorganismos específicos, y son almacenados en cuartos especiales donde se controla la temperatura, humedad, y tiempo, donde se generan sabores y olores característicos de cada queso.

Referencias

- Amuchástegui A. 2015. Caracterización del perfil de carbohidratos y ácidos orgánicos en diferentes variedades de quesos. Universidad Nacional del Litoral.
- Badui S. 2015. La ciencia de los alimentos en la práctica. 2ª Edición. Editorial Pearson Educación. México.

- Báez-Ramírez E., Medina J., Escalona A., Rodríguez J., Olivares A. & Thomas L. 2016. Quesos artesanales venezolanos: evaluación de la calidad bacteriológica e identificación de bacterias ácido lácticas como componentes bacterianos de interés biotecnológico. *Revista Científica. FCV-LUZ.* 26(2): 65-70.
- Carranco L., Rodríguez J. & Satama A. 2015. Incidencia del contenido de grasa de la leche de vaca, dosis del probiótico (*Lactobacillus casei -01*) y temperatura de inoculación del cultivo en la elaboración de queso fresco. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador.
- Datsa C. 2017. Quesos madurados, composición química, clasificación, Características, formas de procesamiento y equipos y maquinarias. Tesis. Facultad de Agropecuaria y Nutrición. Escuela Profesional de Industria Alimentaria y Nutrición. Perú.
- Martínez., M. Remón., D. Ribot., A. Riverón., Y. Capdevila., J. Hernández., A. Peña G. & Martínez A. 2020. Evaluación de coagulante lácteo porcino en la elaboración de queso fresco artesanal. *Revista de Salud Animal.* 42(2).
- Meyer M. 2014. Elaboración de productos lácteos. Editorial Trillas. México.
- Mullen S. 2018. La ciencia del queso. *ChemMatters Magazine.* American Chemical Society's Education Division. Dic-Ene. 1-5
- Murillo E. 2023. Elaboración de un queso fortificado con harinas de berries con propiedades de alimento funcional. Tesis. Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- NOM-051.2010. la MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2020, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, entró en vigor el 01 de junio del 2021
- Pombal M. 2015. Evolución fisicoquímica y organoléptica del queso Afuega L'pitu durante su proceso de maduración. Tesis. Universidad de Oviedo. Master Universitario en Biotecnología Alimentaria. España.
- Púlido R., Pinzón D. & Tarazona D. 2018. Caracterización nutricional, microbiológica y sensorial de queso fresco. *Nutrición clínica y dieta hospitalaria.* 38(3):74-79
- Ramírez C. & Vélez J. 2012. Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos.* 6(2): 131-148.
- USDA. 2023. Data Base. United States Department of Agriculture. Food and Nutrition.
- Villegas A. & De la Huerta R. 2015. Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos mexicanos genuinos. *Estudios Sociales.* 23(45): 213-236.
- Williams M. & Dueñas A. 2021. Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales. *La Técnica: Revista de las Agrociencias.* 26: 39-50.