



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**QUESO PROCESADO TIPO AMERICANO: UNA REVISIÓN
GENERAL DE SU COMPOSICIÓN, PROCESO Y
PRODUCCIÓN NACIONAL**

**TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA

MIGUEL ANGEL GOMEZ GUZMAN



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: M. EN E. INÉS MIRANDA MARTÍNEZ
VOCAL: Q.A. ALEIDA MINA CETINA
SECRETARIO: M. EN C. VERÓNICA GARCÍA SATURNINO
1ER. SUPLENTE: I. EN A. JOSÉ LUIS GODÍNEZ RODRÍGUEZ
2° SUPLENTE: Q.A. ADRIANA VEGA PÉREZ

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: LABORATORIO 4-A, EDIFICIO A,
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA. FACULTAD DE
QUÍMICA.

ASESORA DEL TEMA:

M. EN C. VERÓNICA GARCÍA SATURNINO

SUSTENTANTE:

MIGUEL ANGEL GOMEZ GUZMAN

Contenido

Resumen	1
Objetivos	3
Justificación.....	4
Capítulo I: Historia.....	6
Capítulo II: Definición, clasificación y legislación.....	9
2.1. Panorama general de la industria quesera en México.....	9
2.2. Definición del queso tipo americano.....	12
2.3. Clasificación	13
2.4. Legislación.....	15
2.4.1. Normatividad en México	15
2.4.2. Normatividad en Estados Unidos.....	17
Capítulo III: Funcionalidad de Ingredientes y aditivos	21
3.1. Características del queso Cheddar	21
3.2. Estructura y función del queso como materia prima.....	23
3.3. Sales emulsificantes.....	27
3.3.1. Citratos	28
3.3.2. Fosfatos.....	28
3.3.3. Otras sales emulsificantes.....	29
3.3.4. Emulsificación.....	29
3.3.5. Amortiguación de pH	31
3.3.6. Cremado y sobrecremado	31
3.3.7. Actividad antimicrobiana, formación de cristales y propiedades sensoriales.....	32
3.4. Saborizantes.....	33
3.5. Colorantes	34
3.6. Otros ingredientes	35
Capítulo IV: Proceso	37
4.1. Materia prima y especificaciones.....	37
4.2. Manufactura de queso procesado.	38
4.2.1. Almacenamiento	40
4.2.2. Limpiado	40

4.2.3. Cortado y molienda.....	40
4.2.4. Preparación de la mezcla	42
4.2.5. Mezclado	43
4.2.6. Cocción.....	44
4.2.7. Filtrado.....	46
4.2.8. Formación de láminas y enfriamiento	46
4.2.9. Envasado.....	49
4.2.10. Almacenamiento	49
4.3. Manufactura de análogos de queso procesado.....	49
4.4. Cambios fisicoquímicos ocurridos durante la manufactura de queso procesado.	50
4.5. Control de calidad de producto terminado.....	51
4.5.1. Análisis Químico Proximal	51
4.5.2. Fisicoquímica y contaminantes.....	51
4.5.3. Microbiología	52
4.5.4. Sensorial.....	53
4.5.5. Diferencias sensoriales del queso tipo Americano y sus análogos....	55
Capítulo V: Análisis general del consumo	55
5.1. Costo, producción y consumo	55
5.2. Nutrición	60
5.3. Controversias.	66
Capítulo VI: Conclusiones	71
Referencias	73
Anexo	81
Anexo 1. Aditivos alimentarios permitidos y límite máximo.....	81
Anexo 2. Producción nacional de queso. Periodo 2009 -Agosto 2016	84
Anexo 3. Estudio: El laboratorio Profeco reporta: Quesos procesados Tipo americano o amarillo.....	86
Anexo 4. Cálculo de aporte nutrimental	87

Resumen

El queso es un alimento que ha formado parte de la dieta del ser humano desde hace milenios. En México fue el resultado del aporte cultural de los españoles después de la conquista y ha experimentado una evolución por un mestizaje alimentario, dando lugar a un gran número de variedades. La modernización de la industria quesera y el nuevo ritmo de vida dio lugar a la creación de nuevos productos cuyo almacenamiento y consumo es más práctico. Uno de los alimentos lácteos procesados más populares es el queso tipo americano o queso amarillo, asociado muy comúnmente al consumo de hamburguesas, sándwiches y otros alimentos considerados "comida rápida".

El incremento de enfermedades degenerativas como hipertensión y diabetes tipo 2, así como la obesidad, ha aumentado el interés de los consumidores por cuidar lo que comen. Los alimentos procesados son percibidos como comida "chatarra", de baja calidad, con grandes cantidades de grasa y sal y de bajo valor nutritivo.

El queso americano es muy distinto sensorialmente a quesos frescos comunes, por lo que surgen dudas en el consumidor sobre su verdadera composición. No existe una norma que defina y regule específicamente queso tipo americano, por lo que las distintas marcas presentan importantes variaciones sensoriales, nutrimentales, de composición y de precios. La falta de regulación ayuda al aumento de la producción y consumo de los quesos análogos o de imitación, de menor precio pero características diferentes al queso americano real. Esto puede llevar a los consumidores a preguntarse "¿Cómo es realmente un queso Americano?"

Con el objetivo de responder a esta pregunta, el presente trabajo monográfico presenta una investigación desde aspectos históricos, legales, químicos, industriales y nutricionales. Se examina el origen del queso, los quesos procesados y cómo surgió el queso americano. Se analiza en las normas mexicanas la definición de queso y queso procesado, y se compara con las regulaciones de Estados Unidos, para comprender la identidad del queso americano, así como también

conocer los ingredientes y aditivos que forman parte del producto, analizar la función química de cada uno y su influencia sobre las características sensoriales del producto final. Se analiza el proceso general de los quesos americanos, los puntos clave y su influencia en la calidad final. Se examina el aporte nutrimental del queso americano respecto a los principales nutrientes y se examina como estos influyen en la salud. También se presentan y analizan los principales datos de consumo, producción y costos en México del queso, y su posición en el mercado, con el fin de obtener un conocimiento integral del producto. Finalmente, examinas las principales controversias entorno al queso procesado.

Objetivos

- Establecer una definición de queso tipo americano, que abarque definiciones legales, origen histórico, expectativas del consumidor, y características sensoriales definitorias de los quesos procesados.
- Consultar y analizar la legislación y normatividad relacionada con el queso, quesos procesados y el queso americano, para diferenciarlo claramente del queso análogo en aspectos de composición, elaboración y nutrición.
- Establecer la importancia del queso americano en el mercado, y compararla con otros quesos de características y usos similares.
- Conocer el mercado general de quesos en México y el resto del mundo y definir la importancia del queso americano en el mercado, comparada con otros quesos de características y usos similares.
- Conocer, en forma general, las características de los quesos procesados, los ingredientes y aditivos utilizados y sus límites, su función en la formación de la estructura del producto terminado, el proceso de manufactura a nivel industrial, puntos claves del proceso y las características que se esperan en el producto final.

Justificación

En los últimos años ha habido un interés creciente en el origen y las propiedades nutrimentales de los quesos que consumimos, alimentos que el consumidor identifica como naturales y que tienen un valor agregado para él, ya que los considera sanos. De la misma manera, los productos procesados adquieren una mala reputación y se les asocia al aumento de enfermedades como hipertensión arterial, obesidad y diabetes.

El queso tipo americano o queso amarillo es un queso muy popular en la elaboración de hamburguesas y sándwiches. Es muy distinto a otros quesos como el Panela u el Oaxaca, y sus diferencias en ingredientes y procesos son evidentes de forma sensorial. A veces, el consumidor no percibe al queso americano como un queso real, sino como un “queso de plástico” o de calidad nutrimental pobre, sin embargo esto no evita su gran consumo.

En el mercado existen productos que buscan imitar las características sensoriales de los quesos americanos, sustituyendo ingredientes como la grasa de leche por aceites vegetales y el uso de diversos aditivos, con el fin de disminuir costos. Debido a que estos quesos análogos se presentan de forma similar a los quesos tipo americano, tienen un menor costo y existe un mayor número de marcas en el mercado, por lo que el consumidor puede confundirse y adquirir un producto con características sensoriales y nutrimentales diferentes a la del verdadero queso.

Actualmente no existe una Norma Oficial Mexicana que regule los quesos tipo americano y sus imitaciones. El definir las características de lo que puede ser llamado queso y lo que no, ayudaría al consumidor a tomar una mejor decisión a la hora de elegir un producto.

México es un país con una baja producción y exportación de quesos, pero con una gran demanda que nos obliga a importar. El queso tipo americano tiene interesantes ventajas de vida de anaquel, sensoriales y nutrimentales que lo vuelven una opción interesante para consumidores y empresas. Actualmente, el queso tipo americano ya tiene importancia económica en la industria láctea.

Conocer su posición respecto a otros quesos que se consumen en México sería útil para identificar probabilidades de expansión comercial.

Este trabajo también pretende aclarar algunos de los mitos sobre el origen del queso americano y su identidad como queso, por lo tanto, es necesario repasar los ingredientes, su función y el proceso, y saber cómo afectan en las características que observa el consumidor final.

Capítulo I: Historia

El queso es un nombre genérico para un grupo de productos derivados de la coagulación de las proteínas de la leche. Inicialmente, el objetivo inicial de la producción de quesos fue el de conservar los principales constituyentes de la leche. Posteriormente, el queso se ha vuelto un producto con un enorme número de variedades gastronómicas, además de ser de alto valor nutrimental (Fox & McSweeney, 2004).

El relato más conocido dice que el queso se produjo por primera vez en la región de los ríos Tigris y Éufrates, desde lo que es ahora el sur de Turquía hasta la costa del Mediterráneo, hace 8000 años. En esta región ocurrió la revolución agrícola, y los humanos comenzaron a reconocer el valor nutritivo de la leche. Las cabras y ovejas fueron los primeros animales en domesticarse (Fox & McSweeney, 2004). En el relato, una persona llevaba leche en un estómago de oveja en un clima caluroso. Al intentar beber, observó que la leche se había separado en un suave sólido blanco y un líquido amarillo. El sólido tenía un sabor blando pero agradable (Tunick, 2014).

Se cree que los Sumerios (ca. 5,000 a. C.) y Egipcios (ca. 1,000 a. C.) eran elaboradores de queso (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015). Los abundantes residuos de grasa láctea en las vasijas de cerámica encontradas al norte de Turquía (ca. 5,400 a. C.) proveen la evidencia más temprana de procesamiento de leche (Salque, y otros, 2013). El queso servía para preservar la leche y convertirla en un producto apto para intolerantes a la lactosa. Con el tiempo se encontraron formas para producir sabores más intensos, se observó que el sabor variaba con la especie y se descubrió el efecto conservador de la sal. Actualmente, se elaboran más de 2000 variedades de queso en el mundo; algunas de ellas de gran antigüedad, como el Gorgonzola, conocido desde el 879 d. C. (Tunick, 2014).

La historia del queso procesado puede rastrearse alrededor de 1890. Posiblemente surgió como una forma de aumentar la estabilidad y extender la vida de los quesos naturales, los cuales tienen una vida de anaquel limitada que depende del nivel de humedad, higiene en su manejo y condiciones de almacenamiento,

entre otros factores. En Alemania, se logró la importación de quesos suaves calentando el producto en latas metálicas. En Suiza comenzó a utilizarse citrato de sodio.

La producción industrial de queso procesado comenzó en Europa y EUA entre 1910 y 1920. En 1911, en Suiza, Walter Gerber y Fritz Strettle utilizaron queso Emmental junto con citrato de sodio para crear una masa homogénea que se considera como el primer verdadero queso procesado (Hickey, 2017). En EUA, en 1916 se publicó la primera patente de James L. Kraft, que involucraba el cortado y calentado de queso cheddar hasta 80 ° C con agitación constante, para luego envasarse en jarros o latas.

Alrededor de 1930, la aparición de sales emulsificantes como polifosfatos provocó que aumentara la producción de queso procesado. Diversas patentes y mejoras en el proceso se registraron con los años, respecto al uso de sales emulsificantes, procesamiento y métodos de empaque (Tamime, 2011). Hasta la década de los 40, donde se desarrollaron métodos para la manufactura de rebanadas de queso procesado, el único tipo de queso disponible para consumidores eran las barras de queso; en 2007, el 74% de queso procesado consumido se encontraba en rebanadas.

En la década de los 50s, se inventaron las rebanas empacadas individualmente. En 1944, una patente de Kraft describía la producción de rebanadas usando cilindros de enfriamiento, creando una delgada lámina de queso que se transportaba y se cortaba. Las rebanadas eran flexibles y tenían un acabado brillante liso (Estados Unidos Patente nº US 2361775 A, 1944). A principios de la década de 1970, se introdujeron al mercado estadounidense los quesos análogos, los cuales se popularizaron en México en la siguiente década (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015).

Estados Unidos comenzó a manufacturar y exportar queso cheddar de vuelta a Inglaterra en 1790. El término queso americano fue inicialmente acuñado por los ingleses como una forma de referirse al queso Cheddar de importación. En EUA se

conocía como queso amarillo o queso de tienda ("store cheese") por su disponibilidad. (Brown, 2004)

En México el queso es introducido por los españoles a partir de la Conquista en el siglo XVI. En el siglo XX, algunos derivados lácteos como los quesos frescos y añejados, la mantequilla y los dulces de leches ya eran productos generalizados. Los quesos sufrieron un mestizaje alimentario, incorporando elementos como el desmenuzamiento de la cuajada, el molido fino en metate, el moldeado en cestos de palma y la incorporación de chile. A finales de la década de los sesenta, la producción de queso recibió una fuerte modernización, incluyendo tecnologías como el uso de cadenas de frío para conservación y maduración, utilización de cultivos lácticos y diversos ingredientes, como el cloruro de calcio, colorante natural y cuajo líquido (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015).

Capítulo II: Definición, clasificación y legislación

2.1. Panorama general de la industria quesera en México.

El Boletín de Leche de octubre-diciembre de 2016 del SIAP, con información del Dairy World Markets and Trade / FAS / USDA, muestra los datos de producción, consumo, importación y exportación en el periodo 2010-2016, de los países más importantes del mercado. Los datos más importantes se resumen en la Figura 1. La producción anual promedio de queso de los países de mayor importancia fue de 17,969 mil toneladas. En el mismo periodo, los mayores productores fueron la Unión Europea con 9,342 y EUA con 5,055 mil toneladas. El aporte de México fue de alrededor del 1.5%, con un promedio de 273 mil toneladas de queso durante ese periodo.

El consumo de queso, con un total de 17,475 mil toneladas, siguió una tendencia similar, siendo la Unión Europea la mayor consumidora con 8,686 mil toneladas. El consumo de queso en México fue de 366 mil toneladas al año, en promedio. La importación de queso en el mundo fue de 1,123 mil toneladas anuales, con Rusia, con 251 mil toneladas, como el mayor importador. En México, anualmente se importaron 97 mil toneladas de queso. De los 1,573 mil toneladas exportadas, 284 mil toneladas correspondieron a Nueva Zelanda y solo 5 a México. De las 17,969 mil toneladas, México fue productor de tan solo 1.52% aproximadamente. Nuestro país consumió el 2.09% del total de queso consumido. Se importaron mundialmente 1,123 mil toneladas, de las cuales México importó 8.64%. De las exportaciones totales de 1,573 mil toneladas, nuestro país exportó tan solo 0.32%.

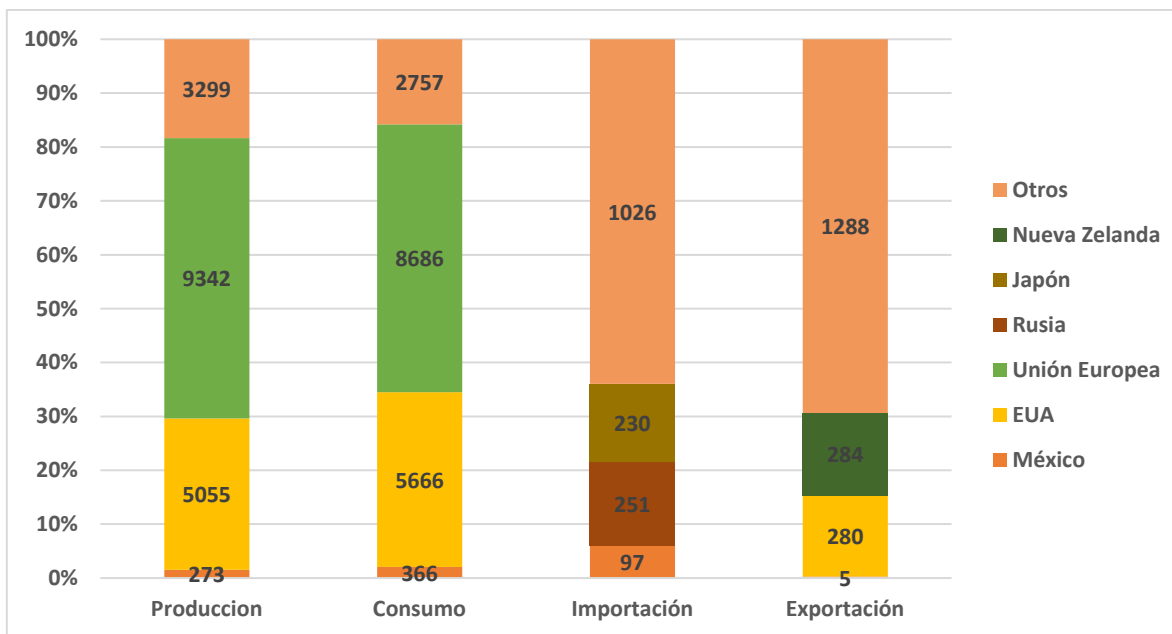


Figura 1. Producción, Consumo, Importación y Exportación de queso en países seleccionados, en MILES DE TONELADAS. Periodo 2010-2016. Adaptado de SIAP, con Información de Dairy World Markets and Trade / FAS / USDA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera , 2016).

En general, la producción en México es baja comparada con el consumo de quesos en el país, al igual que la exportación. La producción no ha aumentado al mismo ritmo que el consumo, lo que necesariamente aumenta la importación (Figura 2). La demanda de queso en el país representa una oportunidad de negocio importante.

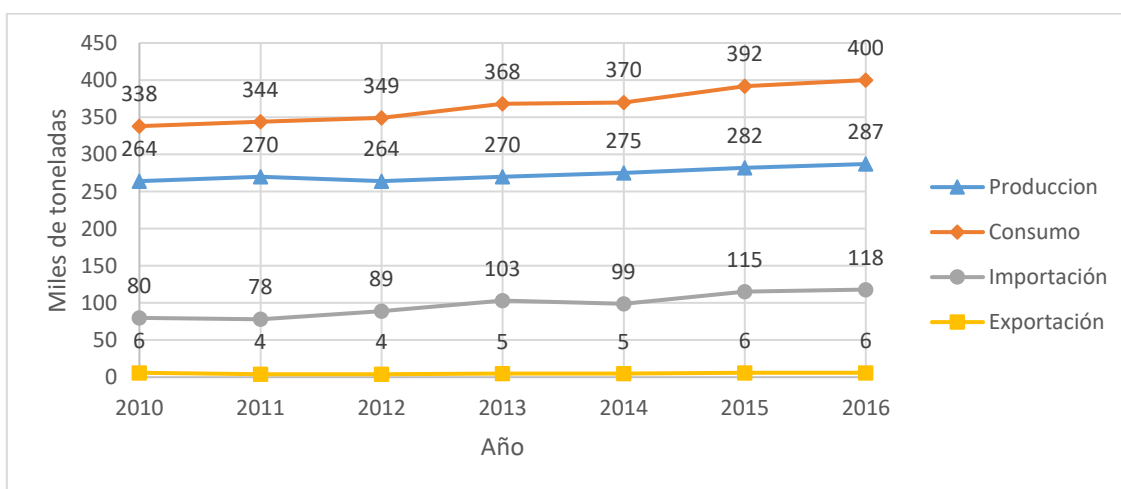


Figura 2. Comercio Nacional del queso en México. Periodo 2010-2016. Adaptado de (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera , 2016).

En promedio, desde 2010 hasta 2015, los países con mayor consumo per cápita de queso fueron Francia, con 26.4 Kg, seguidos por Islandia y Luxemburgo, con 25.3 y 24.8 Kg per cápita respectivamente. En México el consumo es bajo pero va en aumento, pasando de 2.8 Kg en 2010 a 3.8 Kg per cápita en 2015 (International Dairy Federation and Statistics Canada, 2016).

La agroindustria quesera en el país es una de las ramas de la industria láctea con el mayor número de empresas. En 2008, había aproximadamente 1,500, desde pequeñas y medianas empresas hasta grandes empresas nacionales y de capital transnacional. Las empresas más destacadas se encuentran al norte del país y en los estados de México, Jalisco, Guanajuato y Querétaro (Alonso Pesado, 2015). Algunas plantas de producción de queso tipo americano se encuentran en Coahuila, Nuevo León y Guanajuato.

De acuerdo a la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) del INEGI, la cantidad de producción del queso tipo americano o queso amarillo ha tenido un aumento constante los últimos años, pasando de 43,872 toneladas en 2009 a 48,201 toneladas en 2015, superando a otros quesos fundibles como el chihuahua o el oaxaca (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016). En promedio, el queso tipo americano o amarillo ha superado a quesos como el chihuahua, doble crema y el queso panela, como se muestra en la Figura 3 .

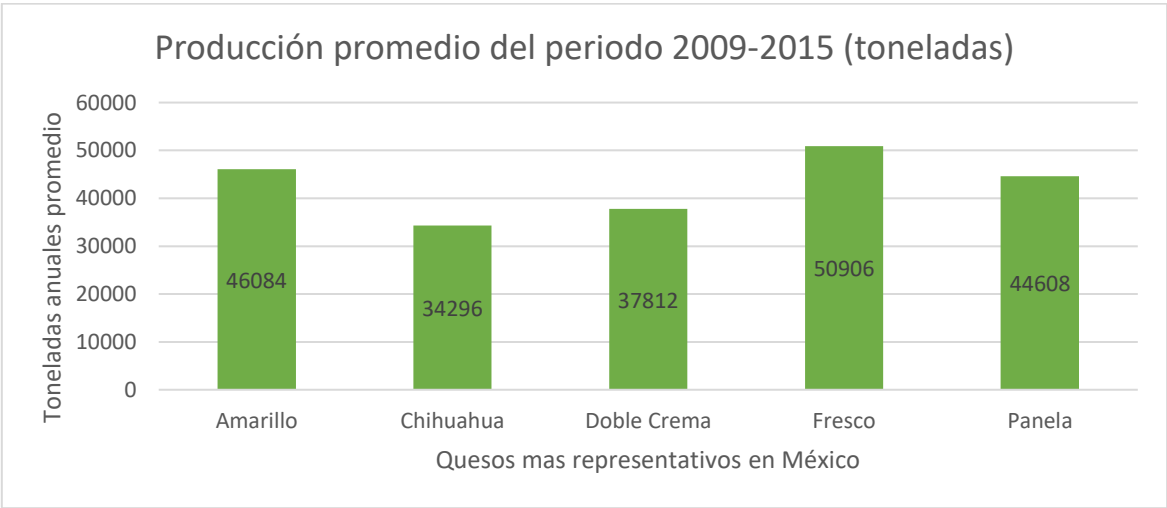


Figura 3. Cantidad de producción de los quesos más representativos en México. Periodo 2009-2015. Adaptado de (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera , 2016).

2.2. Definición del queso tipo americano

El queso tipo americano o queso amarillo es un queso procesado elaborado con una mezcla de variedades de quesos, con distintos grados de maduración, al que se le añaden otros ingredientes como componentes de la leche, sal común, sales emulsificantes (también conocidas como sales fundentes), conservadores y colorantes, que le confieren su color, textura, sabor y propiedades fundentes características (PROFECO, 2006). El principal queso utilizado para su elaboración es el Cheddar. No existe una norma mexicana específica que defina al queso tipo americano, los tipos de quesos permitidos ni su proporción. En Estados Unidos se define al queso procesado pasteurizado Americano como el queso procesado pasteurizado fabricado con Cheddar, cuajada fresca, Colby o queso granular. Al combinarse con otras variedades, puede designarse como "queso Americano". Los contenidos máximos y mínimos de humedad, contenidos de grasa, sales emulsificantes, conservadores, ingredientes adicionales, etc., están claramente definidos (ver sección 2.4.2).

En el mercado existen imitaciones que utilizan otros ingredientes como agua, almidón, grasas vegetales, caseinatos, etc., y que no se consideran quesos auténticos, debido a que presenta grasas diferentes a la butírica (grasa de la leche). La inclusión de otros ingredientes afecta sus propiedades sensoriales, funcionales y nutricionales (PROFECO, 2013).

A nivel de microestructura, el queso tipo americano, al igual que otros quesos procesados, consiste en una emulsión de gotas de grasa de tamaño variable (normalmente entre 0.3- 5 μm) en una fase acuosa en la cual las proteínas forman una red tipo polimérica. La red proteínica consiste principalmente de interacciones de caseína/ para-caseína y sus filamentos son más delgados en quesos procesados que en quesos naturales. Entre los procesados, los filamentos en los quesos tajables como el tipo Americano son más gruesos y numerosos que en quesos untables. El grosor de los filamentos y la elasticidad del queso aumenta conforme el pH se reduce de 6.1 a 5.4 y conforme aumenta el tiempo de cortado y calentamiento en el proceso (Tamime, 2011).

2.3. Clasificación

Los quesos procesados se clasifican, de acuerdo a su textura, en rebanables (o tajables) y untables. Debido a que los quesos análogos forman parte importante del mercado de queso tipo americano, es conveniente revisar los quesos de imitación. La Figura 4 muestra una clasificación de los quesos de acuerdo a su materia prima.

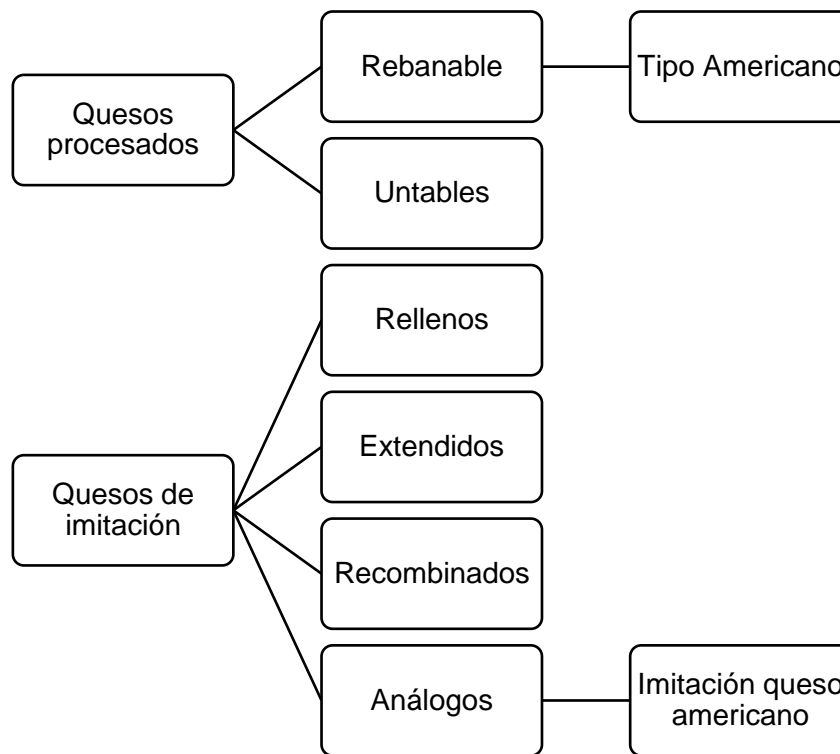


Figura 4. Clasificación de quesos procesados y de imitación. Adaptado de (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015)

En la Tabla 1 se indican las principales diferencias que presentan cada una de las imitaciones de queso comparados con un queso natural.

	Queso	Imitaciones de queso			
	Queso “natural”	Queso relleno	Queso extendido	Queso recombinedo	Queso análogo
Materia prima	Leche Fluida	Leche Fluida	Leche fluida y leche recombineda (mezcla de ingredientes lácteos).	Leche en polvo rehidratada y leche fluida	Polvos lácteos, almidones, grasa vegetal y láctea
Tipo de grasa	Láctea	Láctea y vegetal	Láctea y vegetal	Láctea y vegetal	Vegetal, puede incluir láctea
Tipo de proteína	Láctea	Láctea	Caseinatos, LEP, LDP, MPC*	Caseinatos, LEP, LDP, MPC*	Caseinatos MPC
Tecnología	Coagulación y trabajo de la cuajada	Sustitución de la grasa. Coagulación y trabajo de la cuajada	Rehidratación de polvos. Emulsión. Combinación de leches. Coagulación y trabajo de la cuajada.	Rehidratación de polvos. Emulsión. Coagulación y trabajo de la cuajada.	Formulación .Mezclado de ingredientes. Fundición.

Tabla 1. Comparación de características del queso y los quesos de imitación. * Abreviaturas: LEP: leche entera en polvo. LDP: Leche descremada en polvo. MPC: Concentrado de proteína láctea. Adaptado de (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015).

Los quesos de imitación son quesos que sustituyen y se parecen a otro queso, pero que son de calidad nutricional inferior (sin incluir una reducción calórica o de grasa).

Los quesos rellenos implican la sustitución de la grasa de leche por grasa vegetal, manteniendo constante la proporción grasa/proteína. Los quesos extendidos se obtienen mediante la coagulación de leche extendida, que resulta de la unión de leche recombinada (mezcla de leche descremada en polvo, grasa butírica anhidra y agua, para obtener un producto con materia seca similar a la leche entera) y leche fluida, a la cual se puede añadir grasa vegetal y otros ingredientes. Los quesos recombinados resultan del cuajado de una emulsión láctea, la cual puede combinarse con leche fluida, leche en polvo y grasa vegetal (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015).

Los quesos análogos derivan su tecnología de los quesos procesados. Sus principales ingredientes son materiales caseínicos (caseinatos o concentrado de proteínas lácteas), grasa (generalmente vegetal), agua, sales emulsificantes, agentes acidificantes, colorantes y saborizantes. A diferencia de los quesos procesados, los quesos análogos pueden no incluir quesos frescos ni madurados en su formulación o incluirlos en una cantidad pequeña (para proporcionar sabor). Los quesos análogos pueden imitar quesos frescos (por ejemplo, análogo de queso mozzarella), quesos madurados (análogo de queso manchego) y quesos procesados (análogos de queso tipo americano) (Villegas de Gante & de la Huerta Benítez, 2015). Por el tema tratado en este trabajo, nos referiremos principalmente a los análogos de queso tipo americano.

2.4. Legislación

2.4.1. Normatividad en México

La Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos, define a los quesos como "productos elaborados de la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior, por calentamiento,

drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado".

Los quesos frescos se definen como "productos que cumplen con la descripción de queso y se caracterizan por ser productos de alto contenido de humedad, sabor suave y no tener corteza, pudiendo o no adicionarle ingredientes opcionales y tener un periodo de vida de anaquel corto, requiriendo condiciones de refrigeración."

Los quesos madurados se definen como "alimentos que en lo general cumplen con la descripción de queso y se caracterizan por ser de pasta dura, semidura o blanda, con o sin corteza; sometidos a un proceso de maduración mediante la adición de microorganismos, bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad, para provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos característicos del producto de que se trate, lo que le permite prolongar su vida de anaquel, los cuales pueden o no requerir condiciones de refrigeración."

Los quesos procesados se definen como "aquellos que además de cumplir con la descripción general de queso se caracterizan por ser elaborados con mezclas de quesos, fusión y emulsión con sales fundentes, aditivos para alimentos permitidos e ingredientes opcionales, sometidos a proceso térmico de 70°C durante 30 segundos o someterse a cualquier otra combinación equivalente o mayor de tiempo y temperatura, lo que le permite prolongar su vida de anaquel" (NOM-243-SSA1-2010, 2010). La norma hace diferencia entre quesos fundidos y quesos fundidos para untar, aunque no especifica ningún parámetro que muestre la diferencia. La norma mexicana NMX-F-092-1970 clasifica a los quesos procesados en dos tipos y establece las diferencias fisicoquímicas, resumidas en la Tabla 2.

Especificaciones	Tipo I: Quesos procesados para rebanar o cortar		Tipo II: Quesos procesados para untar con o sin sabores	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
pH	5	6	5	6
Humedad %	-	45	-	65
Sólidos totales %	55	62	35	40
Grasa %	25	-	15	-
Proteínas %	10	-	10	-
Cenizas %	0.5	-	0.5	-

Tabla 2. Especificaciones fisicoquímicas para quesos procesados. NMX-F-092-1970.

2.4.2. Normatividad en Estados Unidos

Es importante revisar la legislación estadounidense ya que, a diferencia de las normas mexicanas, esta proporciona una definición legal para queso tipo americano. El Código de Regulaciones Federales (Code of Federal Regulations o CFR) de EUA define tres estándares de productos de queso procesado, según los ingredientes utilizados, contenido de grasa y humedad, ingredientes adicionales, etc. Todos los quesos procesados se definen como alimentos preparados mediante la trituration y mezcla, con ayuda de calor, de uno o más quesos de la misma o diferente variedad, con algunas excepciones como queso crema. Durante la preparación, los quesos procesados son calentados por no menos de 30 segundos a una temperatura no menor de 150 °F (65.6 °C). El término “producto de queso procesado pasteurizado” (Pasteurized process cheese product) se usa para definir productos que no cumplen los estándares de identidad. La Tabla 3 resume las principales características y diferencias de los quesos procesados según el CFR.

Tipo de Queso	Queso procesado pasteurizado	Alimento de queso procesado pasteurizado	Queso procesado pasteurizado para untar
Denominación en Inglés	Pasteurized process cheese	Pasteurized process cheese food	Pasteurized process cheese spread
Sección del CFR	<u>§ 133.169</u>	<u>§ 133.173</u>	<u>§ 133.179</u>
Ingredientes lácteos	No permitidos	Permitidos	Permitidos
Ingredientes no lácteos	No permitidos	No permitidos	Permitidos
Otros ingredientes	Permitidos	Permitidos	Permitidos
Humedad	Máx. 43%. Máx. 40% mezclas de Cheddar.	Máx. 44%	Mín. 44%, máx. 60%.
Contenido de grasa	Mín. 47%	Mín. 23%	Grasa de la leche mín. 20%.
Porcentaje de queso como ingrediente	Suficiente para cumplir contenido de grasa.	Mín. 51%	Mín. 51%
Porcentaje de queso en la mezcla como ingrediente.	Mezcla de dos quesos: Mín 25% c/u. Mezcla de tres: Mín. 15% c/u.	Mezcla de dos quesos: Mín. 25% c/u. Mezcla de tres: Mín. 15% c/u.	Mezcla de dos quesos: Mín. 25% c/u. Mezcla de tres: Mín. 15% c/u.
Emulsificantes	Mezcla de dos o más fosfatos, citratos y/o tartratos. Máx. 3% de peso total.	Mezcla de dos o más fosfatos, citratos y/o tartratos. Máx. 3% de peso total.	Mezcla de dos o más fosfatos, citratos y/o tartratos. Máx. 3% de peso total.
Nombre	“Queso _____ procesado pasteurizado”. Nombrando las variedades de quesos.	“Alimento de queso procesado pasteurizado”. Debe incluir cualquier declaración de saborizantes	“Queso procesado pasteurizado para untar”. Debe incluir cualquier declaración de saborizantes

Tabla 3. Características de los quesos procesados definidos por la CFR (Código de Regulaciones Federales, por sus siglas en inglés). Adaptado de (CFR, 2016)

Según el tipo de queso, se permiten o no ingrediente lácteos y no lácteos. La Tabla 4 muestra los ingredientes adicionales permitidos en quesos procesados de acuerdo al CFR.

Ingredientes lácteos	Otros ingredientes
Crema, leche, leche descremada, suero de mantequilla, suero de queso, Grasa de leche anhidra, crema deshidratada, albúmina de suero de queso y queso de leche desnatada para fabricación	<ul style="list-style-type: none"> - Agua - Sal - Mezcla de ácidos orgánicos, mientras el pH no baje de 5.3 - Colorante artificial no dañino. - Especies o saborizantes; excepto aquellos que simulan el sabor de quesos
Ingredientes no lácteos	En presentación de rebanadas se permite un inhibidor de moho:
Goma de algarroba, goma de karaya, goma de tragacanto, goma guar, gelatina, CMC, carragenina, goma de avena, alginato de sodio, PGA o goma de xantano. Peso total máx. 0.8% del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> mezcla de sorbatos o propionatos , máx. 0.3% - Lecitina , Máx. 0.03% - Quesos modificados enzimáticamente seguros y adecuados

Tabla 4 Ingredientes adicionales permitidos para los quesos procesados, de acuerdo al CFR. Adaptado de (CFR, 2016)

En el caso de queso procesado pasteurizado hecho con queso Cheddar, cuajada fresca, Colby o queso granular, o una mezcla de estos, puede designarse "Queso procesado pasteurizado Americano".

Cuando una mezcla de estas variedades es combinada con otras variedades de queso, la mezcla puede designarse como "Queso americano" (Tunick, 2014).

La Figura 5 muestra ejemplos de los quesos permitidos en la elaboración de Queso procesado pasteurizado americano de acuerdo a la legislación estadounidense.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 5. Quesos permitidos en la elaboración de queso Americano según el Código de Regulaciones Federales (Code of Federal Regulations, CFR). A) Queso Cheddar B) Cuajada fresca C) Queso Colby D) Queso granular) (PDPhotos, 2010) (Snarkattack, 2010) (Gabe, 2009) (Hundhammer, 2004)

Capítulo III: Funcionalidad de Ingredientes y aditivos

3.1. Características del queso Cheddar

El queso Cheddar es un queso originado en el pueblo de Cheddar en Somerset, Inglaterra, a finales del siglo XVI, aunque se cree que pudo crearse tres siglos antes (Tamang & Samuel, 2010). Es la variedad más popular en el mundo y la más estudiada, con más de 1,400 publicaciones científicas (Tunick, 2014). Se produce en gran escala en la mayoría de los países de habla inglesa, como EUA, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, Canadá e Irlanda (Principal Families of Cheese, 2017).

Por su proceso se clasifica como un queso madurado prensado (NOM-121-SSA1-1994, 1994). De acuerdo a la norma mexicana (NMX-F-093-1985, 1985), es un producto obtenido de la leche pasteurizada entera de vaca, sometida a los procesos de coagulación, cortado, desuerado, fermentado, salado, prensado y madurado, durante un mínimo de 40 días en condiciones de temperatura y humedad controladas, sin usar grasas o proteínas no lácteas. El color debe ser amarillo uniforme, con olor y sabor característico, de consistencia firme, dura, homogénea y cerrada. Puede contener aditivos como el cloruro de sodio, cultivos lácticos, cuajo, anatto, cloruro de calcio, ácido sórbico o sus sales de sodio o potasio y/o piramicina.

	Queso Cheddar	Queso tipo Americano
	Promedio	Promedio
Humedad (g/100g)	37	49.3
Grasa (g/100g)	33.31	23.1
Proteína (g/100g)	22.9	14.7
Carbohidratos (g/100g)	3.09	7.9
Grasa Saturada (g/100g)	18.9	14.1
Grasa trans (g/100 g)	0.917	-
Sodio (mg/100g)	653	1487.4

Tabla 5. Información Nutricional de queso cheddar y queso tipo americano. La información del Queso Cheddar corresponde a Datos del Departamento de agricultura de los Estados Unidos. (USDA, 17). La información del queso tipo Americano corresponde a un promedio de los quesos tipo americano disponibles en México (PROFECO, 2013). Existe gran variación en la composición de las distintas marcas, principalmente en grasa (Coeficiente de Variación de 25.3%), grasa saturada (C.V. 27.7%) y carbohidratos (C.V. 42.5%)

El queso Cheddar es un queso de coagulación con cuajo. La coagulación con cuajo se logra principalmente mediante la actividad enzimática, en valores de pH de 6.4 a 6.6 de la quimosina sobre las micelas de caseína, que se desestabilizan, aglomeran y forman un gel que atrapa al resto de los componentes de la leche. En lugar de cuajo, es posible acidificar el medio hasta valores cercanos al punto isoeléctrico de la caseína, pH 4.6, obteniéndose quesos que no maduran (Guinee, Pudja, & Farkye, 1993).

El proceso de elaboración del queso cheddar consiste en todos los pasos básicos de elaboración de queso: normalización de la leche, pasteurización, adición de cultivo iniciador para la producción de ácido láctico, adición de sales y aditivos como calcio, cuajado o coagulación de la leche, agitación y calentamiento para lograr sinéresis, desuerado, prensado, salado y maduración (Baró Rodríguez, Lara Villoslada, & Corral Román, 2010). Se usan los cultivos iniciadores *Lactococcus lactis subespecie cremoris* o *Lactococcus lactis subespecie lactis*. La cuajada es sometida a un proceso de cheddarización, que le confiere sus características sensoriales.

La cheddarización consiste en el apilamiento de bloques de cuajada, con vueltas o giros regulares. Este proceso permite la acidificación de la cuajada debido al cultivo iniciador, pasando de un pH de aprox. 6.1 a 5.4, solubilizando parte del calcio coloidal y eliminando más suero debido a la presión suave de los bloques. Durante el proceso, los gránulos de cuajada se funden y la textura cambia de fácilmente desmenuzable y suave a flexible y resistente. La textura fibrosa puede compararse con la de pechuga de pollo cocida. Cuando se alcanza el pH, los bloques de cuajada se muelen en pequeños trozos y se salan. Finalmente se moldea y se aplica presión. El queso Cheddar se deja madurar a 6-10°C por un periodo de entre 3 meses a 2 años, dependiendo del uso final (Principal Families of Cheese, 2017). La cheddarización aumenta la solubilización de fosfato de calcio micelar, que ayuda a la interacción entre submicelas y micelas de caseína, aumentando el contenido de calcio soluble de 5 a 40% (Guinee T. , 2016).

El queso es un ingrediente usado en muchos platillos debido a sus propiedades funcionales al aplicar calor, como fundición (reblandecimiento), fluidez, estiramiento, pardeamiento, etc. (Ramírez-Navas, 2016). El queso Cheddar tiene una baja capacidad de estiramiento y una alta fluidez, por lo que no suele usarse en pizzas, pero su alto nivel de proteólisis, falta de rigidez y excelente fluidez lo convierte en un queso ideal para su aplicación en salsas o gratinados. Dos cambios importantes ocurren en la estructura del queso al calentarlo por encima de 90°C: ocurre una contracción de la matriz de para-caseína, por un aumento de las interacciones hidrofóbicas debido al calor, que resulta en la expulsión de agua y también se observa la coalescencia de glóbulos de grasa, que resulta en la formación de una capa de grasa libre en la superficie de los quesos fundidos. Estos problemas pueden solucionarse mediante el procesamiento de queso con sales emulsificantes, que promueven la rehidratación de la para-caseína, emulsificación de la grasa y contribuyen a formar una estructura homogénea y lisa (Guinee T. , 2016).

3.2. Estructura y función del queso como materia prima

A diferencia de la creencia popular, los quesos procesados se crean utilizando quesos de buena calidad. El uso de quesos en mal estado podría proporcionar defectos sensoriales en el producto final que el proceso no podría eliminar (Tamime, 2011).

Las caseínas son proteínas únicas de la leche y proporcionan una gran cantidad de aminoácidos que son necesarios para el crecimiento. Se agregan en micelas que contienen calcio unido a fósforo. Las caseínas son una familia de fosfoproteínas ($\alpha S1$, $\alpha S2$, β , κ), donde κ -caseína es la más importante en la estabilización de la micela. La κ -caseína es vulnerable a las proteasas digestivas, como quimosina, lo que provoca que el macropéptido se pierda y se desestabilice la micela, llevando a la precipitación de las caseínas en una cuajada que atrapa grasa y es detenida en el estómago. La caseína es convertida por el cuajo en paracaseína (es decir "parecida a caseína", debido a que en su época de

descubrimiento (1980), no se podía diferenciar antes y después del cuajado), la cual es coagulada por Ca^{2+} (O'Mahony & Fox, 2013) . Ver Figura 6.

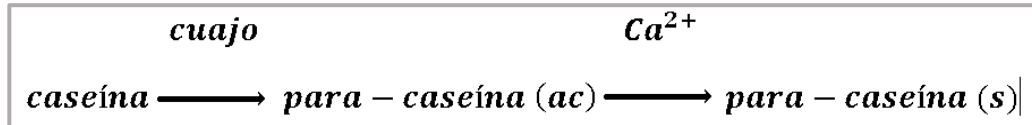


Figura 6. Conversión de la caseína en para-caseína (Wang, 2009).

El proceso de queso tipo americano involucra la conversión de las proteínas insolubles del queso en proteínas solubles que enlacen agua, emulsifiquen la grasa liberada durante el calentamiento y finalmente produzcan una estructura estable fisicoquímicamente. En queso elaborado con cuajo, las proteínas corresponden a para-caseinato de calcio y en queso elaborado con ácidos, corresponden a caseína.

En quesos elaborados con cuajo ocurre a) hidrólisis de k-caseína, desestabilizando la interacción caseína-micela b) liberación del macropéptido Met106-Val169, altamente hidrofílico c) agregación de las micelas desestabilizadas en una red (Neelima, , Rajput, & Mann, 2013).

En quesos elaborados con ácidos, se produce la gelación al acidificar la leche al pH isoelectrico de las caseínas (aprox. 5.0- 4.6) y se produce la estabilización de las micelas con ayuda de las caseínas y proteínas desnaturalizadas del suero. El gel resultante es sometido a una serie de operaciones para eliminar suero y aumentar el contenido de sólidos, entre ellas: cortado del gel, drenado, moldeado, prensado y salado. En el queso continúan ocurriendo interacciones, incluyendo formación de puentes de calcio (por ejemplo, entre residuos de glutamato y aspartato), interacciones lipofílicas y electrostáticas. Estas interacciones están reguladas por el pH, contenido de calcio y temperatura (Fox & Guinee, 2013).

En quesos elaborados con cuajo, la mayor parte de calcio y fosfato es insoluble y se encuentra en asociación con la caseína. El pH no baja mucho, por lo que el fosfato y calcio no se vuelven solubles y no se pierden al desuerar. En quesos elaborados con ácido, la proteína puede insolubilizarse debido a tratamientos a alta temperatura, resultando en la desnaturalización de proteínas del suero como β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina. A diferencia del queso elaborado con cuajo, el queso elaborado con ácido mantiene todas sus caseínas, pero tiene relativamente bajos niveles de calcio y fosfato debido a la solubilización del fosfato de calcio y su pérdida en el suero. Como resultado, el queso elaborado con ácido tiene un mayor potencial para enlazar agua, que el elaborado con cuajo al ajustar a pH 6.0.

Los quesos frescos y madurados varían en su composición (proporción de proteína y grasa, contenido de calcio), bioquímica (pH, descomposición de lípidos y proteínas), valor nutrimental, sabor y propiedades al cocinar. Es vital el control del contenido de agua, ya que un aumento significativo de la humedad puede llevar a un aumento de la actividad enzimática (Tamime, 2011).

Debido a la relación inversa entre el contenido de calcio y la hidratación de la caseína, el calcio tiene un impacto significativo en las propiedades del queso. La proporción entre sales emulsificantes y calcio del queso afecta la capacidad de hidratación de la caseína, su capacidad de emulsificación y propiedades. En general, una reducción de calcio resulta en quesos más suaves y fáciles de derretir. Reducir los niveles de calcio y fósforo en queso Cheddar impacta la funcionalidad del queso procesado, disminuyendo la firmeza del queso y aumentando la fluidez del queso derretido.

Los quesos Cheddar con alto pH (5.6) forman quesos procesados con muy baja capacidad para derretirse en comparación con los quesos Cheddar con pH normal (5.0 a 5.2) que proporcionaban valores de fundición aceptables. Es posible que la escasa capacidad para fundirse del queso con pH alto se asociara a altos niveles de calcio, un alto nivel de caseína enlazada a calcio soluble y a productos de la proteólisis (variando la proporción de péptidos hidrofóbicos e hidrofílicos y la proporción de péptidos a aminoácidos) (Guinee T. , 2016).

Durante la maduración de los quesos, la para-caseína se degrada en péptidos y aminoácidos libres por la acción de las peptidasas de la leche, cultivos lácticos, enzimas exógenas, etc. El nivel de caseína intacta, medida por el nivel de nitrógeno insoluble a pH 4.6 (punto isoeléctrico de la caseína) disminuye al aumentar la hidrólisis de la para-caseína, especialmente por la pérdida del péptido α 1-caseína, el cual es altamente hidrofóbico y confiere tendencias de agregación y autoasociación a la caseína intacta (Béal & Chammas, 2012). Al aumentar la proteólisis, se forman productos de degradación proteolítica más hidrofílicos que la caseína/para-caseína intacta, disminuye la cantidad de caseína/para-caseína intactas para la formación de la estructura y se altera el grado de emulsificación de los lípidos (Tamime, 2011).

En un estudio, al procesar queso Cheddar madurado durante 168 días, el reducir el contenido de 95g/100g de caseína intacta hasta 80g/100g, reduce significativamente la firmeza del queso procesado sin calentar y aumenta la fluidez del producto derretido (Brickley, Auty, Piraino, & McSweeney, 2007). En quesos elaborados con ácido, la maduración aumentó la capacidad para derretirse, pero produjo una textura granulosa. La maduración óptima se obtenía cuando la masa molecular de los péptidos se encontraba entre 10 y 25 kDa; cuando la masa era menor, el queso procesado obtenido era granuloso y tenía sabor amargo.

Quesos procesados elaborados con queso fresco (con niveles de caseína intacta de entre 85-95g /100g) producen un queso muy firme y fácil de cortar, pero que derrite pobremente. Para quesos untables se usan predominantemente quesos madurados (60-85 g/ 100 g caseína intacta). Los quesos cuya maduración ocurre en el interior, como cheddar, gouda y emmental producen quesos más firmes que los elaborados con quesos cuya maduración ocurre principalmente en la superficie, como Camembert y queso azul, debido a que el pH y proteólisis de estos últimos suele ser más elevado. (Tamime, 2011). La edad promedio de los quesos utilizados como materia prima es de tres meses (Tunick, 2014).

3.3. Sales emulsificantes

Durante el desarrollo de los quesos procesados a principios del siglo XX, se encontró que el citrato ayudaba a producir un queso con una vida de anaquel extendida, sin pérdida de humedad o desengrasado al calentar. Posteriormente, se estudiaron y aplicaron otras sustancias como fosfatos y otras sales. Las sales emulsificantes, también conocidas como sales fundentes, no son verdaderos emulsificantes, sino que ayudan a la dispersión de la caseína y permiten que estas formen las membranas alrededor de la grasa liberada en el procesamiento (Guinee T. , 2016).

En la manufactura de queso, no se utilizan emulsificantes verdaderos (surfactantes de bajo peso molecular) debido a que producen emulsiones débiles y se observa desengrasado. Es posible el uso de hidrolizados de caseína para la emulsificación de la grasa, pero no poseen la capacidad de enlazar calcio e hidratar proteínas como las sales emulsificantes, y pueden impartir un sabor amargo.

Las sales emulsificantes deben ayudar a producir un queso liso, cremoso, capaz de fluir y sin separación de la fase oleosa, sin proporcionar sabores desagradables y sin tendencia a cristalizar. Tienen la capacidad de secuestrar Ca^{2+} (ver Figura 7) y funcionan como amortiguadores de pH; las sales del ácido cítrico y fosfórico son las que se usan comercialmente (Guinee T. , 2016)

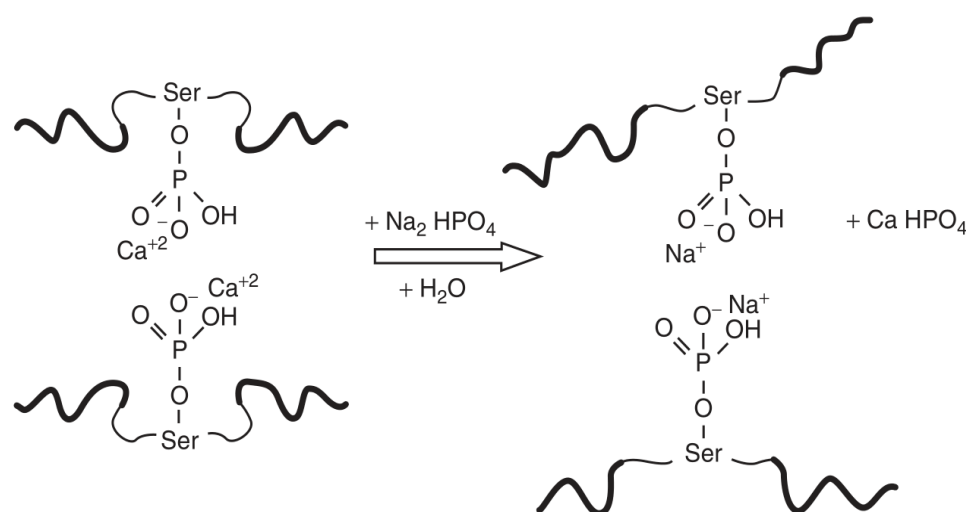


Figura 7. Modelo del efecto de la sal emulsificante en las proteínas del queso (Tamime, 2011).

Un queso fresco necesitara más sales emulsificantes que un queso madurado, debido a que se tiene una mayor concentración de caseínas intactas y de calcio insoluble. Al disminuir el contenido lipídico de un queso, aumenta la proporción de proteínas y se requiere una mayor concentración de sales emulsificantes. Una mayor concentración de sales emulsificantes aumenta la firmeza y reduce la capacidad de fundición (Chen & Liu, 2012).

3.3.1. Citratos

Los citratos son las sales del ácido cítrico. Producen disoluciones con pH entre 3.8 y 8.2 en 1g/100mL de disolución, dependiendo del grado de sustitución del ion hidrógeno. El citrato de monosodio ($\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_7$) y disodio ($\text{Na}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7$) producen una textura pobre y no evitan la separación de la grasa. En contraste, el citrato de trisodio dihidratado ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) es el único citrato que se usa comercialmente y que es capaz de lograr una calidad aceptable. Es uno de los emulsificantes más utilizados en quesos procesados, principalmente en quesos tajables como el queso tipo americano, pero no en untables (Jana, Padhiyar, & Chavan, 2017).. Los citratos de potasio o amonio imparten un sabor amargo al producto final (Caric & Kalab, 2004).

3.3.2. Fosfatos

Las sales emulsificantes basadas en fosfatos se dividen en monoméricas (ortofosfatos) y poliméricas (fosfatos condensados, llamados así por la forma en que se sintetizan). De las poliméricas, solo las formadoras de cadenas lineales se usan en queso procesado, y se dividen en polifosfatos de cadena corta (difosfatos y trifosfatos) y de cadena larga (sales de Graham). La fórmula genérica de los fosfatos es $\text{M}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$, donde M corresponde a un ion metálico o hidrógeno. Los ortofosfatos corresponden a $n=1$, los pirofosfatos a $n=2$ y los tripolifosfatos o trifosfatos a $n=3$. En general, conforme aumenta la cadena, disminuye la velocidad de solubilización (a pesar de que la solubilidad máxima de los fosfatos es alta). Todos los fosfatos se comportan como aniones altamente cargados. Los ortofosfatos (principalmente fosfato de monosodio (NaH_2PO_4) y trisodio (Na_3PO_4)) son excelentes amortiguadores de pH.

Los fosfatos condensados son usados principalmente debido a su excelente capacidad para enlazar cationes polivalentes y permitir la solubilización de proteínas. Los principales fosfatos de cadena corta usados en la industria son el pirofosfato de disodio ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$), pirofosfato de tetrasodio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) y tripolifosfato de sodio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$). Los fosfatos de cadena larga muestran un grado de polimerización de entre 4 a 25 fosfatos; entre ellos el más popular es la sal de Graham (mezcla de metafosfatos con un grado de condensación de entre 10 y 25, en la cual el hexametafosfato de sodio es la sal más conocida). Los polifosfatos producen quesos procesados más duros y con menor capacidad de fundición; mientras que sales con una menor capacidad de quelación de calcio, como ortofosfatos o citratos, producen quesos más suaves y fáciles de fundir (Jana, Padhiyar, & Chavan, 2017).

3.3.3. Otras sales emulsificantes

Existen otras sales emulsificantes que no se utilizan al mismo nivel que las sales de sodio de fosfatos y citratos. En la industria se usa con más frecuencia las sales de sodio que las sales de potasio, debido a que estas últimas pueden llegar a impartir un sabor amargo. El fosfato de aluminio y sodio ($\text{NaH}_{14}\text{Al}_3(\text{PO}_4)_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) es una sal utilizada principalmente en quesos análogos. Los tartratos han sido utilizados como sales emulsificantes, pero actualmente su uso es limitado a ciertos productos como el fondue de queso suizo, debido a que en el almacenamiento produce cristales, que provocan diversos defectos de textura (Tamime, 2011).

3.3.4. Emulsificación

Las sales emulsificantes influyen eventos críticos en la elaboración de queso procesado, como la quelación de calcio, ajuste de pH, dispersión de la caseína y emulsificación de grasa. La quelación del Ca^{2+} por parte de las sales emulsificantes se representa mediante el equilibrio químico mostrado en la Figura 8

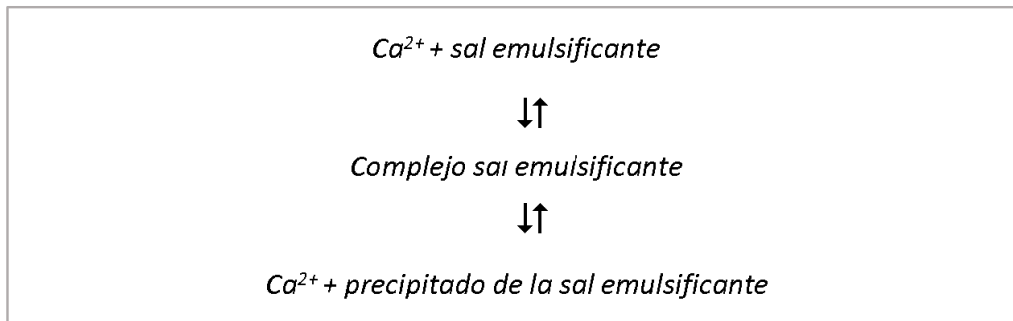


Figura 8. Equilibrio entre la formación de un complejo soluble y un precipitado de sal emulsificante. Adaptado de (Tamime, 2011).

La capacidad de la sal emulsificante depende de su valencia, especies iónicas formadas, pH, fuerza iónica, temperatura, etc. Las sales de cationes monovalentes son más capaces de dispersar caseínas que las de cationes multivalentes. La capacidad para enlazar calcio aumenta con la valencia del anión. La tendencia general para enlazar el calcio aumenta en el orden: ortofosfato < citrato < pirofosfato < hexametáfosfato (Aunque no se conoce con precisión el efecto de las mezclas de sales emulsificantes). En polifosfatos, al aumentar la cadena, aumenta la cantidad de calcio necesaria para la precipitación (Jana, Padhiyar, & Chavan, 2017).

En el queso sin procesar, la mayor parte del calcio se encuentra asociado a caseínas. Al añadir la sal emulsificante, ocurre primero la formación de un complejo con el calcio soluble y posteriormente con el asociado a caseínas. Las sales emulsificantes logran la conversión de las proteínas insolubles a solubles, cuando se añaden en niveles de 1.5-3g /100g (Guinee T. , 2016).

El citrato de trisodio dihidratado no es capaz de formar enlaces cruzados calcio-citrato con las caseínas y precipita, a diferencia del pirofosfato que puede formar complejos caseína-calcio-pirofosfato que ayudan al desarrollo de la red del queso procesado. Los ortofosfatos tienen una capacidad de dispersión pobre de la caseína comparada con fosfatos de cadenas largas. Alrededor del pH 6, los fosfatos pueden formar precipitados insolubles con el calcio (Tamime, 2011).

3.3.5. Amortiguación de pH

El pH del queso afecta la solubilidad y formación de redes de las proteínas y la capacidad de las sales de secuestrar el Ca^{2+} . El pH del queso procesado será influenciado por la capacidad amortiguadora de la sal emulsificante y la proporción usada. Por su carácter básico, al usar sales emulsificantes el pH del queso suele aumentar de 5.2 a 5.6-6.0. Los ortofosfatos y pirofosfatos poseen capacidad amortiguadora en rangos de pH de 2-3, 4.5-9.0 y 10-12. En polifosfatos de sodio, la capacidad amortiguadora disminuye con el largo de la cadena, y es prácticamente nula en fosfatos con una cadena de más de 10 monómeros, debido a la reducción del número de ácidos débiles por molécula.

Un aumento de pH en queso procesado aumenta la carga negativa de las caseínas en la red, aumentando la repulsión electrostática y la dispersión de las proteínas, lo cual produce una estructura más abierta con mejor capacidad para enlazar agua y capacidad emulsificante. El aumento de pH disminuye las interacciones hidrofóbicas entre caseínas individuales al aumentar la repulsión electrostática. El efecto del pH en el queso procesado es complejo y en algunos casos puede no seguir estas tendencias; por ejemplo, un estudio mostró que, al usar citrato de trisodio, aumentaba su dureza al aumentar el pH de 5.3 a 5.6, mientras que al usar fosfato de disodio, ocurría lo contrario (Lu, Shirashoji, & Lucey, 2008).

Quesos procesados con muy bajo pH tienen una fundición pobre y una textura boronosa o grumosa. De manera general, los quesos tajables tienen un pH entre 5.7 y 6.3, mientras que los untables entre 5.4 y 5.8 (Gordon, 1997).

3.3.6. Cremado y sobrecremado

El calentamiento y agitación durante el calentamiento ayudan a las sales emulsificantes a dispersar mejor las caseínas durante la manufactura. Al aumentar el tiempo de cocción, algunas sales emulsificantes provocan el aumento de viscosidad del queso fundido, fenómeno que se conoce como cremado (Shirashoji, Aoyagi, Jaeggi, & Lucey, 2016). Este efecto se ha observado incluso en quesos procesados libres de grasa. Si se agrega poca sal emulsificante, las proteínas no

se dispersan adecuadamente, los lípidos no se emulsifican y se observa poco cremado. Los citratos y ortofosfatos no parecen tener efecto en el cremado.

Un tiempo de cocinado muy prolongado y el uso de ciertas sales emulsificantes puede provocar una textura que oscila entre un queso con textura tipo pudin o un queso con una textura frágil, seca y desmoronadiza, propenso al desengrasado. Este defecto se conoce como sobrecremado y se relaciona con la agregación de las proteínas y un aumento del tamaño de los glóbulos de grasa (Guinee T. , 2016). El pirofosfato de tetrasodio es una sal usada por sus capacidades para amortiguar el pH, secuestrar el calcio y dispersar extensivamente las caseínas. A bajas concentraciones, promueve el cremado, pero en una concentración crítica se observa un aumento considerable del complejos calcio-pirofosfato y la inhibición de la gelación de caseínas, produciendo sobrecremado (Shirashoji, Aoyagi, Jaeggi, & Lucey, 2016). Debido a esto, el pirofosfato no se usa solo, sino en combinación con otros emulsificantes (Dimitreli, Thomareis, & Smith, 2005).

3.3.7. Actividad antimicrobiana, formación de cristales y propiedades sensoriales.

Además de su funcionalidad en el queso procesado, las sales emulsificantes pueden tener una actividad antimicrobiana. Se ha observado que los pirofosfatos y polifosfatos son capaces de inhibir muchas bacterias Gram-positivas. Los polifosfatos de cadena larga, a niveles menores a 1%, han logrado inhibir el crecimiento de *C. tyrobutyricum* en queso procesado, posiblemente por la capacidad para quelar iones metálicos de la pared del microorganismo.

Dependiendo de los niveles utilizados, las sales pueden impartir propiedades sensoriales al producto. Los fosfatos pueden impartir un sabor amargo y a jabón, mientras que los citratos pueden afectar negativamente el color del producto y las sales de potasio imparten un sabor amargo.

Un defecto que puede encontrarse en quesos procesados es la formación de cristales de sales emulsificantes. Estos pueden deberse a un alto pH, una disolución pobre de las sales (que funcionan como cristales de siembra), una temperatura muy

alta de procesado, grandes concentraciones de sales, baja temperatura de almacenamiento, etc. En quesos procesados con citratos, puede ocurrir un “marmolado” de cristales en la superficie que se han identificado como citrato de calcio tetrahidratado. En quesos con un gran contenido de calcio, puede producirse la formación de un gran número de complejos en la fase del suero. Los polifosfatos no suelen formar cristales. Si los cristales se encuentran principalmente en la superficie del producto, pueden ser indicadores de un empaque suelto, presencia de aire, condensación de agua, fluctuaciones en la temperatura, etc. (Tamime, 2011).

3.4. Saborizantes

El queso procesado no desarrolla sabores durante su almacenamiento debido a que el proceso térmico durante su manufactura elimina los microorganismos encargados de la maduración y la formación de compuestos relacionados con el sabor. El sabor de los quesos procesados depende de la maduración de los quesos usados como materia prima. La producción de quesos madurados implica tiempo y es costosa, además de contar con su propio mercado, por lo que se buscan alternativas que permitan incorporar atributos sensoriales deseables a los quesos procesados.

En la industria es común el uso de componentes de olor y sabor derivados de los quesos, debido a que proporcionan un sabor intenso, su aplicación es sencilla, tienen un bajo costo y larga vida de anaquel. Tradicionalmente, los agentes saborizantes de queso se producen mediante la mezcla de una selección de quesos, junto con agua caliente y otros ingredientes, elevando la temperatura y secando la mezcla por pulverización. El uso de una combinación de microorganismos (como *Brevibacterium linens* y *Debaryomyces hansenii*) y enzimas (como Flavorzyme 500 MG y Palatase 20000 L) proporciona un mayor número de compuestos volátiles relacionados con el sabor característico de los quesos madurados (Tao Zhang, Hui-Ping Liu, & Chun-Lin Cao, 2013) .

Las pastas de queso ("cheese slurries") o bases de queso son producidas mediante maduración acelerada (uso de enzimas proteolíticas y lipolíticas exógenas

y elevada temperatura de maduración, alrededor de 20°C), y proporcionan un sabor intenso al producto final. Microorganismos como *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus helveticus* se usan para eliminar el sabor amargo producto de la maduración acelerada (Kumar, Jha, & Singh, 2013).

3.5. Colorantes

El cheddar, gouda y edam son los quesos que proporcionan primordialmente el color amarillo natural del queso procesado. Los principales compuestos responsables de la coloración característica del queso americano son el β -caroteno (componente natural de quesos frescos y que puede añadirse como aditivo) y el annato (mezcla principalmente de bixina y norbixina).

Los carotenoides son sustancias liposolubles presentes en la leche, involucradas en las características nutricionales y sensoriales de productos lácteos. Uno de los más importantes es el B-caroteno, el cual permanece en el queso prácticamente en su totalidad, mientras que otros colorantes se pierden en el suero. La degradación de los carotenoides esta catalizada por oxígeno, luz ultravioleta, temperatura y minerales iónicos (Dufosse, Fernández López, Galaup, & Pérez Alvarez, 2015).

El annato es un colorante alimenticio que se extrae del árbol de achiote (*Bixa orellana*) y es el principal colorante utilizado en quesos tipo americano, para impartir un color de amarillo a naranja. Los principales pigmentos del annato son bixina y norbixina, carotenoides que normalmente se encuentran como isómeros cis. Cuando cambia la conformación de cis a trans, la bixina y norbixina proporciona un color rojo. Los componentes del annato pueden alterarse debido a factores como la oxidación, precipitación en condiciones ácidas, presencia de luz, y temperatura, lo cual provoca cambios que pueden llevar a la aparición de una coloración rosa. Este defecto puede presentarse en quesos debido a factores fisicoquímicos y microbiológicos. En quesos procesados, debido al proceso térmico, la aparición de una coloración rosa se asocia principalmente a la degradación de los colorantes (Daly, McSweeney, & Sheehan, 2012).

La tartrazina y sus lacas, utilizadas en la elaboración de derivados lácteos saborizados, no están permitidas en queso tipo americano. No suele encontrarse en quesos análogos, aunque no existe una norma que lo prohíba.

3.6. Otros ingredientes

Además de queso, sales emulsificantes, saborizantes y colorantes, se utilizan otros ingredientes en la elaboración de queso procesado, en distintas proporciones según las características que se buscan. Los ingredientes derivados de proteínas lácteas (como caseína de cuajo, caseína ácida, caseinato y proteínas de suero) son usados en distintos niveles dependiendo de la funcionalidad y la legislación. Se utilizan para reducir costos y mejorar consistencia. Dependiendo de la solubilidad, estructura y propiedades químicas, las proteínas pueden tener un efecto muy importante en las características de queso procesado y análogos (Guinee T. , 2016). La proteína preferida es la caseína de cuajo, obtenida mediante el cuajado de leche descremada (New Zealand Institute of Chemistry, 2008). Se comporta como caseína natural, confiriendo un alto grado de elasticidad y firmeza en el queso procesado, y una fundición moderada al calentar. La caseína ácida se usa en bajos niveles (1-3%) debido a que es poco soluble en pH bajo. Los caseinatos, principalmente de sodio, se usan principalmente en quesos untables, donde su alta capacidad para enlazar agua proporciona el efecto cremoso deseado. Las proteínas del suero se utilizan como relleno de bajo costo que proporciona un sabor ligeramente dulce y consistencia suave, por lo que se usa en untables y en dips (Guinee T. , 2016).

El queso base se elabora mediante ultrafiltración y diafiltración de leche descremada, inoculación del filtrado con cultivos lácticos, incubación a un pH entre 5.2 y 5.8, pasteurización y evaporación hasta 60% de sólidos. Es posible añadir cuajo al filtrado para formar una especie de cuajada, que es salada y presionada, para después guardarse como queso natural. La base de queso se utiliza como sustituto de queso en la manufactura de queso procesado, debido a que tiene un menor costo y una calidad más consistente (contenido de caseína intacta y cantidad de calcio enlazado). Entre más queso natural se sustituya por base de queso, se

obtienen quesos más firmes y resistentes a la fundición, debido al mayor grado de caseína intacta (Guinee T. , 2016).

En la Tabla 6 se muestran los ingredientes adicionales utilizados en la industria. Algunos, por norma, solo pueden utilizarse en quesos análogos.

Ingrediente	Función	Ejemplos
Grasa de Leche	Estandarización Contribuye al sabor y textura	Crema, grasa de leche anhidra, mantequilla
Proteínas de Leche	Estandarización Ayuda a la formación de estructura y cremado Textura y capacidad de fundición	Caseínas, caseinatos, suero de leche, concentrados de proteínas lácteas (ultrafiltración), leche descremada en polvo
Lactosa	Relleno de bajo costo	Suero de leche en polvo, leche descremada en polvo
Base de queso	Sustituto de queso fresco. Contribuye a la textura y capacidad de fundición.	Sólidos de queso preparados por evaporación y a los que se le agregan cultivos iniciadores y cuajo.
Estabilizadores / Espesantes	Ayudan a la formación de una estructura estable. Imparten textura	Hidrocoloides: Goma de algarroba, goma guar, goma xantana, CMC, carragenano
Agentes acidificantes	Ayudan a controlar el pH final del producto	Ácidos orgánicos: láctico, acético, cítrico, fosfórico
Conservadores	Evitan el desarrollo de moho y prolongan la vida de anaquel.	Nisina, sorbato de potasio, propionato de calcio o sodio
Solo quesos análogos		
Grasa vegetal	Proporciona capacidad fundente y textura	Aceite de soya nativo o parcialmente hidrogenado, aceite de maíz, aceite de palma.
Proteínas vegetales	Estandarización de proteína	Proteína de cacahuete o gluten de trigo
Almidones	Sustitución de caseína y reducción de costos	Almidones nativos y modificados de maíz, arroz y papa.

Tabla 6. Ingredientes adicionales utilizados en la elaboración de queso procesado y queso procesado análogo. Adaptado de (Fox & McSweeney, 2004).

Capítulo IV: Proceso

4.1. Materia prima y especificaciones

Los principales ingredientes y aditivos utilizados en la mayoría de las marcas de queso tipo americano son: queso madurado, grasa butírica, leche descremada en polvo, suero de queso en polvo, concentrado de proteína de leche, citrato de sodio, saborizante natural (sin especificar qué tipo), sal yodada, fosfato de sodio (1,000 mg/kg), ácido sórbico (3,000 mg/kg), extracto de annato (600 mg/kg) y, en menor medida, ácido cítrico, lecitina de soya (5,000 mg/kg), beta-apo-8'-carotenal (35 mg/kg), fosfato tricálcico (9,000 mg/kg), caseinatos, ácido fosfórico (9,000 mg/kg), sorbato de potasio (3,000 mg/kg), entre otros. Los ingredientes sin un límite máximo están regulados por Buenas prácticas de manufactura.

En quesos análogos tipo americano, los ingredientes encontrados en la mayoría de las marcas son sólidos de la leche, citrato de sodio, sal yodada, ácido cítrico, ácido sórbico(3000 mg/kg), fosfato de sodio (1000 mg/kg), grasa y/o aceites vegetales, almidón modificado (10000 mg/kg), saborizante artificial (sin especificar qué tipo), anaranjado alimentos 5 (600 mg/kg, como Beta caroteno sintético) y anaranjado alimentos 6 (35 mg/kg, como Beta-apo-8'-carotenal) y, en menor medida, proteína láctea, leche descremada en polvo, extracto de Annato (600 mg/kg), sorbato de potasio (3000 mg/kg), monoesterato de glicerol (2000 mg/kg), entre otros.

En el anexo A, se encuentra la lista completa de aditivos alimentarios permitidos para quesos procesados de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010.

Para la formulación de queso procesado, se utiliza tanto queso joven como queso madurado. El queso utilizado, que suele ser en su mayoría Cheddar, debe tener un sabor agradable y una textura y olor de acuerdo a la edad del queso, en un empaque que pueda ser removido de manera efectiva. Otros ingredientes lácteos, como la leche descremada en polvo o la mantequilla, deben ser evaluados

sensorialmente para detectar el desarrollo de sabores indeseados (rancidez, oxidado, sin frescura, quemado). La detección de sabores extraños permite detectar prácticas de manufactura y de almacenamiento inadecuadas y evita la contaminación de un lote. (Tamime, 2011).

Los fosfatos imparten un sabor a jabón al aumentar el pH por encima de 6.0, debido al medio alcalino. El uso de ácidos puede ayudar a conseguir un sabor más parecido al queso natural, pero pueden impartir un sabor a vinagre si se usa en exceso. El ácido láctico puede producir un sabor metálico si excede el 0.3%. Los ácidos sórbico y propiónico, utilizados como conservadores, pueden añadir un sabor ácido o producir características sensoriales de "ardor" (Kussy & Aylward, 2009).

4.2. Manufactura de queso procesado.

Para elaborar el producto, el queso experimenta una trituración y mezcla con los demás ingredientes, ayudados por calor en una tina de cocción. Se calienta a no menos de 150°F (65.6°C) por 30 segundos. Durante el enfriamiento, se forma la nueva matriz de caseínas y grasa emulsificada (Tunick, 2014). El proceso general para la elaboración de queso tipo americano se presenta en la Figura 9.

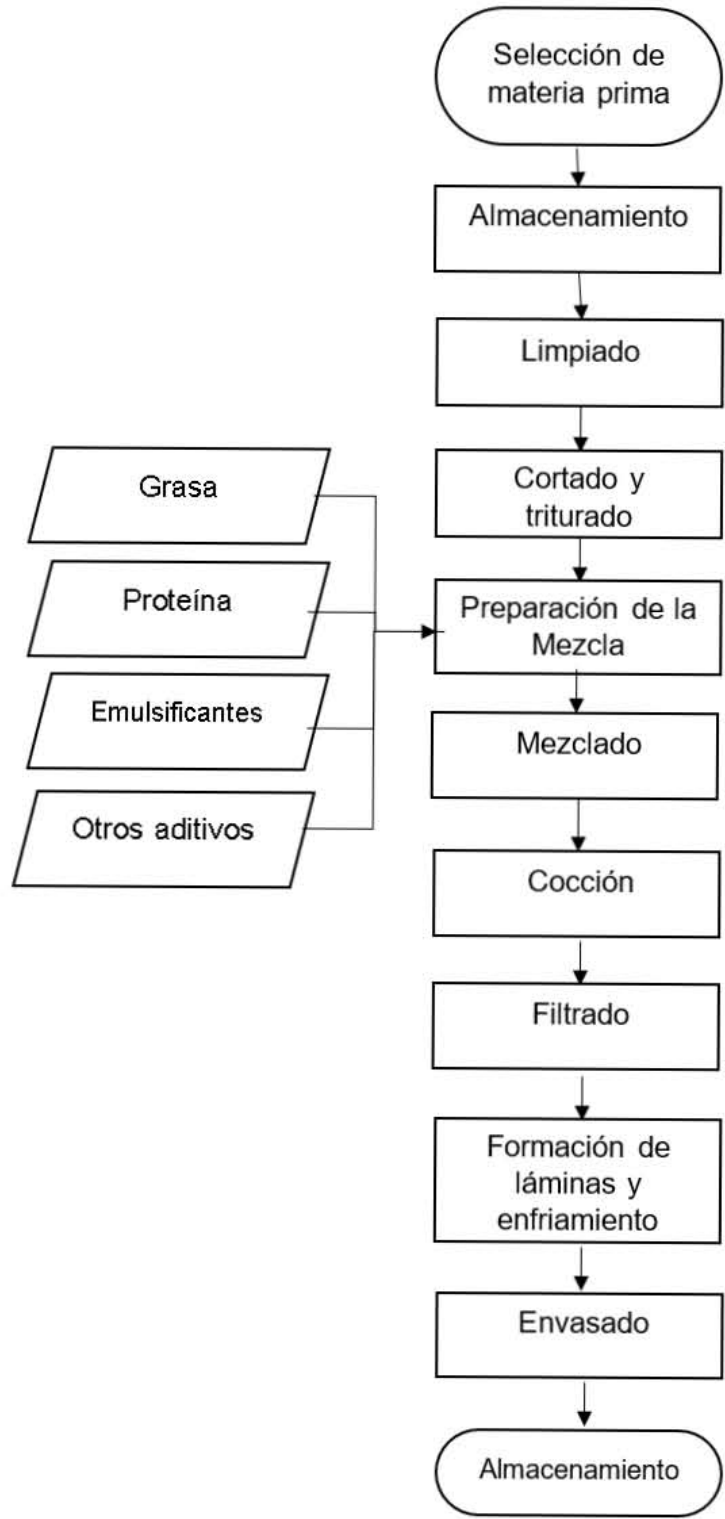


Figura 9. Diagrama general de producción de queso tipo americano. Adaptado de (Tamime, 2011)

La selección de la materia prima es el primer paso para la elaboración de quesos procesados. Se debe considerar la edad del queso, su pH, sabor, y contenido de caseína intactos, ya que impactan las propiedades funcionales del queso final. El cheddar suele ser el principal queso usado en la elaboración de quesos procesados y es el más importante en la elaboración del queso tipo americano (Hutkins, 2006).

4.2.1. Almacenamiento

Las materias primas se deben adquirir de proveedores certificados. Deben ser examinados con base en pruebas sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas. En los almacenes, debe controlarse la temperatura ($<7^{\circ}\text{C}$) y los niveles de humedad, debe instalarse protección anti-roedores y se debe etiquetar y administrar de manera correcta la materia prima, de tal forma que no se almacenen más de 3 meses (Tamime, 2011).

4.2.2. Limpiado

Se debe tener cuidado al retirar el material de empackado y el lavado de los instrumentos usados en la preparación de la materia prima (cuchillos, contenedores, etc.). Es esencial tener un control del contenido de grasa y humedad para poder cumplir con los estándares legales y lograr un producto con calidad consistente. El queso puede ser transportado por una banda durante toda la limpieza.

4.2.3. Cortado y molienda

Una reducción inicial del tamaño es necesaria para evitar la saturación de los molinos utilizados. El equipo que lleva a cabo el cortado inicial del queso se conoce como “Rompedor de cuajada” (curd breaker) o “Rompedor de queso”, que consiste en ejes giratorios con garras que rompen grandes porciones de queso y los deposita en una cinta transportadora que alimenta al molino. Ingredientes de tamaños similares, como la mantequilla, también sufren una primera reducción (Guinee T. , 2016). Es posible el uso de máquinas picadoras de carne, con la ventaja de poder cambiar las placas de extrusión para alterar la textura del producto final y la eficiencia de esterilización. En algunas líneas de producción, la rompedora y el molino se encuentran combinados, pero esto puede dificultar su limpieza.



A)



B)

Figura 10. A) Cortadora de queso (Cheese breaker). Línea de Producción de Queso procesado (KARL SCHNELL, 2013). B) Cinta transportadora depositando el queso en el molino. Línea de Producción de Queso procesado (KARL SCHNELL, 2013).

La molienda es un paso inmediato al cortado y es esencial para lograr una humedad y contenido graso homogéneo durante el mezclado. El tamaño de los agujeros de extrusión de los molinos se encuentra en un rango de entre 2 y 20 mm (Tamime, 2011). La pasta resultante pasa a la mezcladora en contenedores o mediante una cinta transportadora que alimenta una o más mezcladoras.



Figura 11. Queso molido siendo transportado a la mezcladora. Línea de Producción de Queso procesado (KARL SCHNELL, 2013).

4.2.4. Preparación de la mezcla

Para preparar la mezcla, es necesario conocer las características fisicoquímicas del queso para poder ajustar el contenido de humedad y de grasa necesario. Se ajusta primero el contenido de grasa en base seca y posteriormente la humedad, para la cual debe considerarse el condensado del sistema de inyección de vapor. A partir de estos datos, es posible calcular la cantidad de aditivos necesarios para la formulación. Los aditivos en polvo se pueden transferir de muchas maneras, pero los sistemas de vacío (espirales de acero inoxidable en tubos de plásticos con sistemas aeromecánicos) son los más usados. Se puede usar agua como medio de transporte, pero el volumen disponible estará limitado por

la formulación, y por tanto solo se usan para la disolución de emulsificantes. Es posible (pero poco habitual) añadir la mezcla de aditivos durante el cocinado.

4.2.5. Mezclado

Los mezcladores de doble cinta son óptimos para la mezcla del queso y los otros ingredientes. La capacidad para una rotación alternada previene que la materia prima se acumule en las esquinas. Los mezcladores en el mercado tienen una capacidad de entre 500 y 6,000 kg. La velocidad de mezclado varía con cada modelo utilizado; debe ser suficiente para permitir la formación de un gran número de pequeños glóbulos de grasa que aumenten las interacciones grasa-proteínas y proteína-agua, sin llegar a una velocidad de mezclado superior a la óptima que derive en un sobrecremado. Mediante un sistema de descarga, se transfiere la mezcla a bombas que llevan el producto a las tinas de cocción.



Figura 12. Mezclador de doble cinta. Línea de Producción de Queso procesado (KARL SCHNELL, 2013).

4.2.6. Cocción

El aumento de la temperatura y el tiempo de proceso durante la cocción aumentan la fuerza de la emulsión y la firmeza del producto, por lo que su control es fundamental en la calidad. De acuerdo a la FDA, la temperatura y tiempo mínimos de cocción para queso procesado son de 65.6°C por 30 segundos. En algunos casos, se somete el producto a condiciones de esterilización comercial, con el fin de eliminar principalmente esporas de clostridia (como *Clostridium botulinum*). Las variaciones de temperatura dependen del tipo de tina de cocción, formulación del producto y tipo de calentamiento (directo o indirecto). En la industria, el tipo de calentamiento más común es el directo, mediante inyección de vapor, debido a que es más eficiente. Es posible el uso de vacío para remover aire que se haya incorporado en el mezclado. Las tinas de cocción se dividen en dos tipos: continuas y por lote.



Figura 13. Tina de cocción por lote con inyección de vapor. Línea de Producción de Queso procesado (KARL SCHNELL, 2013)

Las tinas de cocción por lote siempre se calientan mediante inyección de vapor, con una temperatura entre 75 y 90°C (Guinee T. , 2016). Se dividen en dos categorías: de baja y de alta acción mecánica (low/high shear). La primera produce una emulsión con grandes glóbulos de grasa en una fase continua de proteínas hidratadas cuando la mezcla sigue caliente. Al enfriarse, el queso resultante tiene mejores propiedades de fundido, facilidad para separar las láminas y liberación de sabor que el producido con alta acción mecánica. Este efecto aumenta con el contenido de materia seca (Tamime, 2011).

Las tinas de cocción de alta acción mecánica tienen un sistema de cuchillas de alta velocidad de rotación que mezclan, e incluso pueden sustituir el cortado y la molienda. El equipo produce gotas extremadamente pequeñas, con una distribución homogénea que resulta en un queso con mucho brillo, por lo que son ideales para productos con alto contenido de humedad. Este tipo de equipo tiene una tendencia a incorporar aire en el producto, por lo que se suele usar vacío.

En las tinas de cocción continuas, el producto se alimenta a un volumen constante en un extremo de la tina mientras que sale pasteurizado o esterilizado en el otro extremo. El cocinado comienza con una inyección de vapor hasta alcanzar 80-90°C, con suficiente acción mecánica para tener un efecto similar a las tinas de cocción de alta acción en los glóbulos de grasa (Guinee T. , 2016). La mezcla pasa a la sección de mantenimiento (holding section), que consiste en una serie de tuberías de acero inoxidable de longitud específica. La longitud determinará el tiempo de mantenimiento. Para mantener un control de la temperatura confiable, se deben tener un termómetro a la entrada y uno a la salida de la tubería, y su diferencia no debe ser mayor a 1°C. El queso posteriormente pasa a un tanque de vacío (vacuum flash tank), el cual reduce de manera extremadamente eficiente la temperatura del producto (de 85-97°C a 74-75°C) (Guinee T. , 2016). Sin embargo, junto con el calentamiento por inyección de vapor, produce una estructura densa que impacta de manera negativa en la liberación del sabor y en las láminas de queso apiladas (al tener una estructura tan unida y lisa, se vuelve difícil separar las

rebanadas y se vuelve necesario el uso de un agente anti-adherente). Este sistema es más efectivo en láminas de queso con envoltura individual.

El queso esterilizado en una cocinadora continúa a 140°C y enfriado a 85-95°C suele presentar una reducción significativa en la viscosidad respecto a productos elaborados por lote. El cremado consiste en una agitación controlada del producto para aumentar la viscosidad. El aumento de la viscosidad ayuda al llenado de piezas individuales de queso. Cuando es necesario, se añade un paso adicional de cremado, que se lleva a cabo en un tanque de cremado que puede ser ajustado a un sistema continuo. Se usa una porción de queso esterilizado re-trabajado de una producción previa, el cual se trabaja en una cocinadora por lotes de alta acción mecánica. Esta porción se añade al tanque de cremado para que actúe como catalizador en el cremado del producto esterilizado que fluye desde la cocinadora y contribuya a aumentar la viscosidad del producto. Si el queso re-trabajado se esteriliza y se maneja con cuidado, no hay un riesgo significativo de contaminación (Tamime, 2011).

4.2.7. Filtrado

El filtrado del queso procesado fundido es un punto crítico de control. La mezcla, con una temperatura entre 75 y 90°C se bombea a través de un filtro de 200-800 µm, para remover grumos de queso, pequeños trozos de plástico que provengan de las envolturas del queso natural, cristales de calcio de queso sobre-madurado, etc. Comúnmente, los sistemas de filtrados se basan en bolsas de filtrado plásticas dentro de retenedores de mallas de acero inoxidable.

4.2.8. Formación de láminas y enfriamiento

En los inicios de la producción del queso en rebanadas, se producía un bloque de queso y se cortaba con cuchillas giratorias. Este procedimiento aumentaba los riesgos de contaminación, afectaba a la textura y apariencia del queso y no permitía un peso homogéneo entre cada lámina. En la actualidad, el queso tipo americano en rebanadas se produce de dos formas: rebanadas sobre rebanadas y rebanadas empacadas individualmente. Cada tipo presenta un tipo de cortado y enfriamiento distinto.

En la presentación de rebanada sobre rebanada, el queso fundido se bombea hacia tubos que esparcen el queso sobre rodillos que rotan y se enfrían. Se forma una lámina entre los rodillos, de un grosor específico. Una vez que la lámina de queso se ha enfriado (por debajo de los 15°C, aproximadamente), se cortan y se forman bandas, las cuales se apilan y se cortan nuevamente para formar las pilas de queso (típicamente, de 10 unidades). Se puede usar lecitina como agente antiadherente (Glass & Doyle, 2005).

En la presentación de rebanadas individuales, el queso fundido se vierte en una banda formada por plástico transparente, regularmente polipropileno o poliéster. La banda de plástico se pone en contacto con una superficie o agua fría, para posteriormente cortar y apilar las rebanadas de aproximadamente 8.5x8.5 cm. Esta presentación es la más usada, debido a que el plástico da soporte a la rebanada y se puede variar más las formulaciones (a diferencia de la presentación de rebanada sobre rebanada, donde se necesita un alto contenido de queso y una textura tal que la rebanada conserve su forma) (Tamime, 2011).

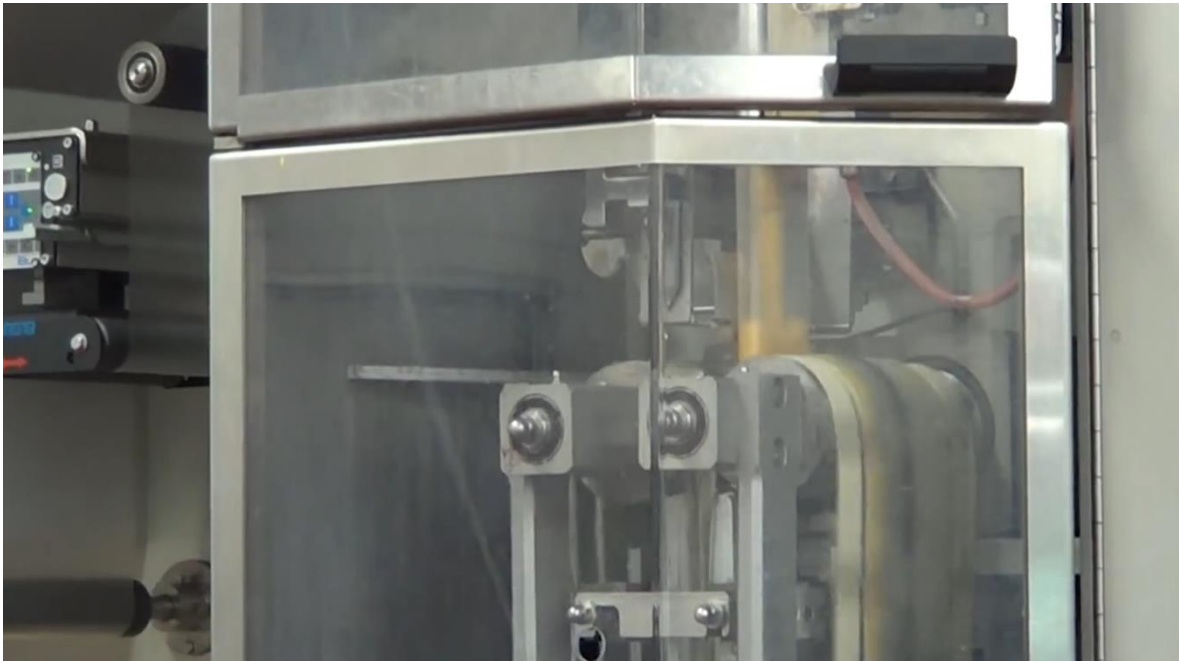


Figura 14. Vertido de queso procesado para la formación de láminas. Máquina de envoltura de rebanadas de queso procesado. (Bosch Packaging Technology, 2016).



A)



B)

Figura 15. A) Enfriamiento con agua de las láminas. Máquina de envoltura de rebanadas de queso procesado. (Bosch Packaging Technology, 2016). B) Láminas de queso cortadas y apiladas, listas para el empaque secundario. Máquina de envoltura de rebanadas de queso procesado. (Bosch Packaging Technology, 2016).

4.2.9. Envasado

El tipo de empaque necesario dependerá de la presentación de queso tipo americano. En la presentación de rebanada sobre rebanada no se necesita un empaque primario; las rebanadas simplemente se colocan en una charola de plástico. En la presentación de rebanadas individuales, además del plástico de polipropileno, las rebanadas son guardadas en un envase secundario, que suele consistir en una película de plástico transparente. La NOM-243-SSA1-2010 establece que la etiqueta debe incluir la fecha de caducidad y el lote, la leyenda “manténgase en refrigeración” o equivalente y el contenido de grasa butírica

4.2.10. Almacenamiento

El equipo de llenado del queso procesado no suele permitir condiciones asépticas, por lo que, incluso si se encuentra esterilizado, la refrigeración es la principal barrera para evitar la descomposición. Se debe respetar la cadena de frío hasta la venta del producto, a temperaturas no superiores a 7°C (NOM-243-SSA1-2010, 2010).

4.3. Manufactura de análogos de queso procesado.

Los quesos análogos requieren pasos similares a la producción de queso tipo americano. Dependiendo del contenido de queso natural, pasos como el cortado y molido pueden ser omitidos. Típicamente involucra los siguientes pasos:

- Mezcla de agua con ingredientes secos (caseína y derivados, sales emulsificantes, colorantes, etc.).
- Adición de aceite (aceite de soya, palma, colza y sus derivados hidrogenados).
- Cocción a 85 °C por aproximadamente 5 a 8 minutos con agitación constante hasta formar una masa homogénea fundida.
- Adición de agentes saborizantes (como queso modificado con enzimas) y ácidos (por ejemplo, ácido cítrico), seguido de agitación.
- Empacado en caliente y enfriado.

4.4. Cambios fisicoquímicos ocurridos durante la manufactura de queso procesado.

La formación de la emulsión y propiedades funcionales del producto depende de la temperatura y tiempo de cocción, la velocidad de mezclado y de enfriamiento, ya que estos factores afectan el tamaño y la distribución de las partículas de grasa. Los cambios en la estructura del queso comienzan con el calentamiento de la mezcla. Al calentarse, el queso se separa en una fase grasa y otra de suero. Las sales emulsificantes, con su capacidad para capturar calcio, provocan la dispersión de la caseína. La caseína ayuda a la emulsificación de la grasa y el suero, permitiendo una mezcla uniforme. Durante el calentamiento y mantenimiento (al menos hasta 15 min a 95°C) ocurre la hidratación de las caseínas y la dispersión de la grasa y su emulsificación. Si se sostiene por mucho tiempo alta temperatura (más de 30 min a 95°C), ocurre el sobre-cremado: disminuye la cantidad de agua ligada y el grado de emulsificación de la grasa, produciendo glóbulos de grasa más grandes (Guinee T. , 2016). Los cambios se resumen en la Figura 16.

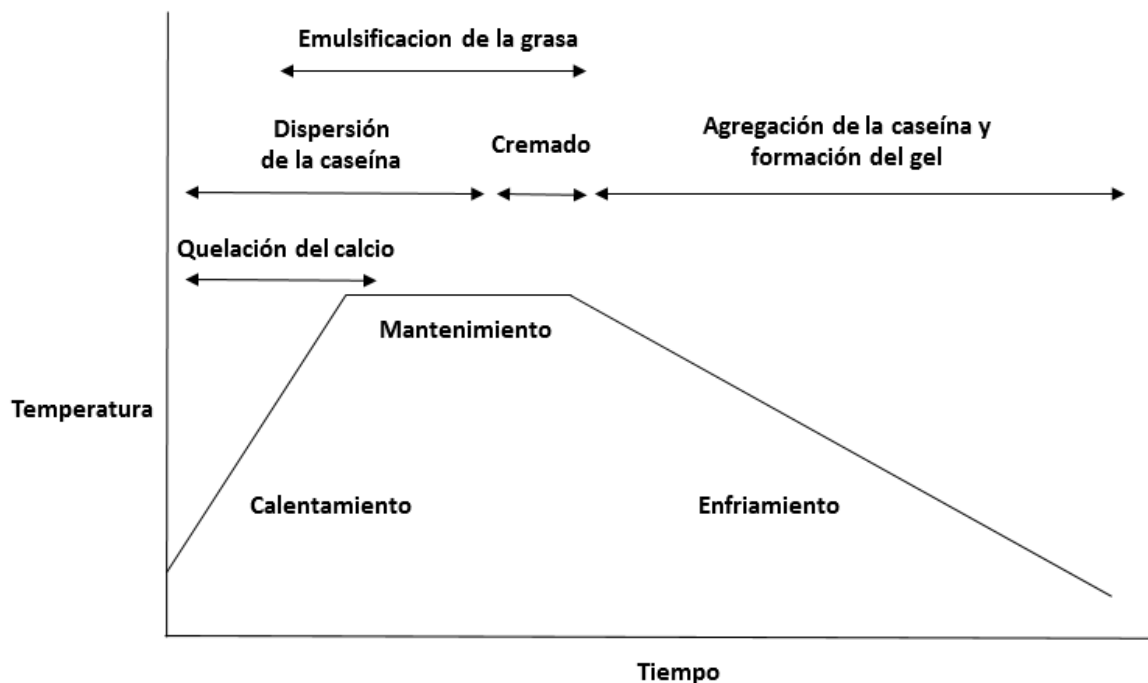


Figura 16. Cambios físicos que pueden ocurrir durante la manufactura de queso procesado Adaptado de (Tamime, 2011).

4.5. Control de calidad de producto terminado

Para garantizar la calidad del queso procesado, es necesario realizar análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del producto final.

4.5.1. Análisis Químico Proximal

Los principales parámetros fisicoquímicos son el contenido de humedad, proteína y grasa (NMX-F-713-COFOCALEC, 2005). La determinación de proteína, por el método de Kjeldahl, está basada en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición con H_2SO_4 para obtener nitrógeno amoniacal que se titula con una solución valorada de ácido (NMX-F-098-1976, 1976). La determinación de grasa se fundamenta en la digestión parcial de los componentes del queso en ácido sulfúrico, para después medir la grasa con un Butirómetro de Gerber para quesos (NMX-F-100-1984, 1984). Se determina la humedad mediante la evaporación durante tratamiento térmico en estufa (NOM-116-SSA1-1994, 1994).

4.5.2. Fisicoquímica y contaminantes

La Tabla 7 presenta varios límites fisicoquímicos y de contaminantes importantes. La prueba de fosfatasa residual se utiliza para garantizar la correcta pasteurización del producto. La muestra se incuba con fenilfosfato. Si la fosfatasa está presente, se hidroliza el fenilfosfato y se forma fenol, que se hace reaccionar con B.Q.C. y se determina colorimétricamente. El arsénico, plomo, mercurio y estaño son metales contaminantes. Se determinan mediante el método de absorción atómica.

Límites máximos fisicoquímicos y contaminantes	
Parámetro	Límite máximo
Fosfatasa residual (UF/g)	12
Arsénico (mg/kg)	0.2
Plomo (mg/kg)	0.5
Mercurio (mg/kg)	0.05
Estaño (mg/kg)	250

Tabla 7. Límites máximos fisicoquímicos y de contaminantes. (NOM-243-SSA1-2010, 2010).

4.5.3. Microbiología

De acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010, los quesos procesados, como el tipo americano, presentan los siguientes límites máximos de contenido microbiano:

Microorganismo	Límite máximo
<i>Staphylococcus aureus</i>	≤100 UFC/g o mL
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente en 25g o mL
<i>Escherichia coli</i>	≤10 NMP/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente en 25g o mL
Enterotoxina estafilococcica	Negativa
Toxina botulínica**	Negativa
Mohos y levaduras	100 UFC/g o mL

Tabla 8. Límites máximos de contenido microbiano para quesos procesados. ** Se determinará únicamente en situaciones de emergencia sanitaria, cuando la SSA de acuerdo a los resultados microbiológicos detecte su presencia, y ordenará la realización de un plan de trabajo por parte del fabricante o importador para controlar la presencia. (NOM-243-SSA1-2010, 2010).

La calidad microbiológica de los quesos procesados está influenciada por la carga microbiológica de los quesos naturales, la calidad e higiene de los aditivos utilizados y a factores extrínsecos del proceso de manufactura. En general, los quesos procesados tienen una baja susceptibilidad a la descomposición microbiana. Las bacterias del género *Clostridium* (bacilos anaerobios Gram positivos que esporulan y son móviles) son los microorganismos que más se asocian a la descomposición del queso procesado.

Las sales que se añaden al queso tienen una función protectora ante la contaminación biológica, ya que reducen la actividad acuosa del producto. Sales como los sorbatos y propionatos ayudan a prevenir el desarrollo de moho. Los ortofosfatos y polifosfatos son secuestrantes de metales como el hierro, magnesio y calcio y ayudan a detener el crecimiento, sobre todo de bacterias como *Clostridium botulinum*. En general, debido a la actividad acuosa, solo levaduras y mohos son responsables de la descomposición del queso procesado.

Un queso con menor contenido de grasa que uno normal pero con la misma humedad, pH y contenido de sal será menos propenso a contaminación microbiológica. La grasa puede ofrecer un efecto protector a las bacterias y evitar que entren en contacto con ácidos grasos, aldehídos o peróxidos con propiedades antimicrobianas (Tamime, 2011).

Durante el proceso de cocción, la mayoría de las formas vegetativas de microorganismos son inactivadas, a excepción de las endosporas, que solo son debilitadas. La contaminación más común en queso procesado es causada por bacterias Gram-positivas, formadoras de bacterias del género *Bacillus* y *Clostridium*. Actualmente, hay una tendencia al uso de compuestos naturales en lugar de aditivos que requieren de aprobación sanitaria. Un grupo de agentes antimicrobianos que se encuentran en la naturaleza y sin toxicidad son los ácidos grasos y sus correspondientes ésteres. Gracias a que se encuentran en la naturaleza, estos se consideran seguros y permitidos para muchos mercados como los Estados Unidos y la Unión Europea. Los monoacilglicéridos han mostrado cierta actividad contra microorganismos Gram-positivos y Gram-negativos, formadores de esporas, levaduras y hongos filamentosos. Concentraciones de alrededor de 0.15% de monoacilglicéridos han mostrado prevenir el desarrollo de *Bacillus sp.* y, en menor medida, de *Clostridium sp.*. El contenido lipídico también afecta el crecimiento de estos microorganismos, retrasando el crecimiento de *Bacillus sp.* en quesos con 30 a 50% de grasa, pero sin un efecto significativo en *Clostridium sp.* (Hauerlandová, y otros, 2014).

4.5.4. Sensorial

La evaluación sensorial es vital para asegurar la consistencia entre lotes. Debido a que cada marca tiene una formulación distinta, no se puede establecer un estándar único para todos los quesos procesados. En general, el queso procesado pasteurizado debe tener un sabor agradable, pudiendo tener un ligero sabor cocido, ácido, o propio de las sales emulsificantes. El olor debe ser el del queso natural utilizado. La textura debe ser firme, lisa, sin partículas en la superficie, quebradizo, libre de orificios, fácilmente rebanable sin que se pegue al cuchillo y, si se encuentra

en forma de rebanadas, debes separarse fácilmente. El color debe ser uniforme. La envoltura debe estar adherida al queso y envolverlo totalmente, completamente sellado y sin rupturas (USDA Inspection and Grading Service¹, 2017).

Al fundir el producto, se debe observar la textura y color de la superficie. La presencia de burbujas puede indicar la presencia de agua en la emulsión que no se encuentra ligada fuertemente. Si presenta pardeamiento, es posible que el producto tenga un exceso de lactosa. (Kussy & Aylward, 2009)

La textura es una de las características más importantes al momento de decidir una compra por parte del consumidor. A pesar de ser una propiedad sensorial, es común utilizar técnicas instrumentales para evaluar la textura debido a que son más baratas, fáciles de controlar y analizar. Un ejemplo es el análisis de perfil de textura (Texture Profile Analysis, TPA), que permite el análisis de variables como firmeza, cohesión, elasticidad, etc. (Silva, y otros, 2012).

Para definir un vocabulario para la evaluación sensorial, es necesario conocer el propósito. Para determinar la calidad de una materia prima bien definida, es posible crear una lista extensa que refleje cada uno de los atributos. Cuando se requiere aprobar un producto como aceptable o no aceptable es preferible crear una lista corta y práctica para discriminar. La Tabla 9 muestra un vocabulario propuesto para la evaluación de queso procesado.

Sabor	Sabor residual	Sensación en la boca
Intensidad general	Intensidad general	Granulosidad
Cremosidad	Persistencia	Pegajosidad
Salinidad		Fundición en la boca
Acidez		Grasosa
Mantequilla		Recubrimiento en la boca
Amargura		

Tabla 9. Vocabulario sensorial para el análisis de queso procesado. Adaptado de (Tamime, 2011)

En cada evaluación, los jueces evalúan y proponen nuevos descriptores que, si son significativos, pueden aprobarse. La formulación del queso procesado puede

cambiar, por lo que es necesario revisar de manera constante las características sensoriales que se consideran estándar (Tamime, 2011).

4.5.5. Diferencias sensoriales del queso tipo Americano y sus análogos

El queso tipo Americano y sus análogos tienen diferencias composicionales, nutricionales y sensoriales. La Figura 17 muestra tres rebanadas de distintas marcas. La rebanada A corresponde a un queso tipo Americano, mientras que las rebanadas B y C corresponden a dos marcas de análogos. Una clara diferencia es la intensidad del color. Mientras que en el queso tipo americano el color es tenue, el análogo posee un intenso color amarillo. La textura en los quesos tipo Americano suele ser más suave que en análogos, los cuales se fracturan al deformarse.

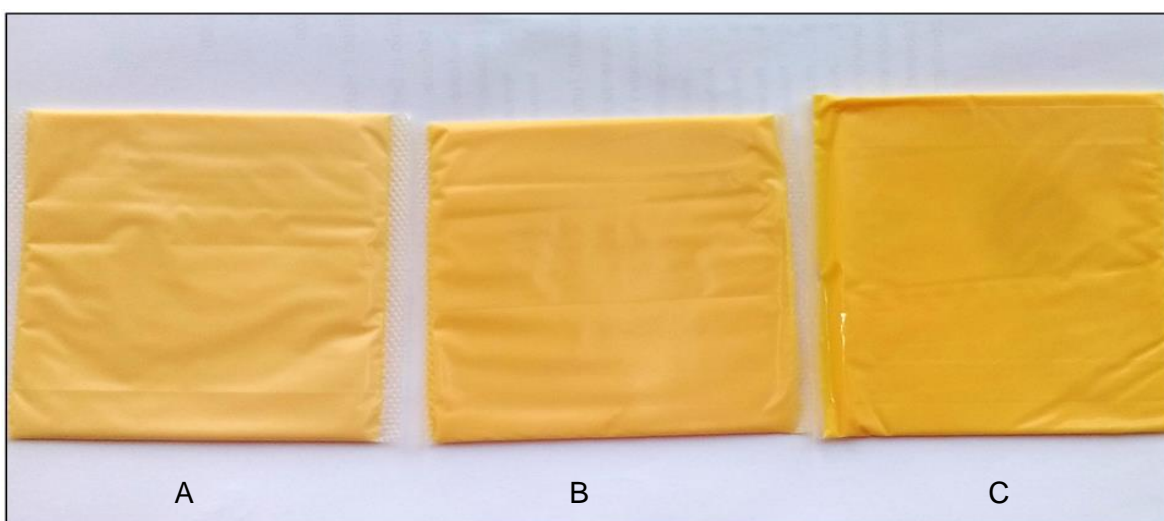
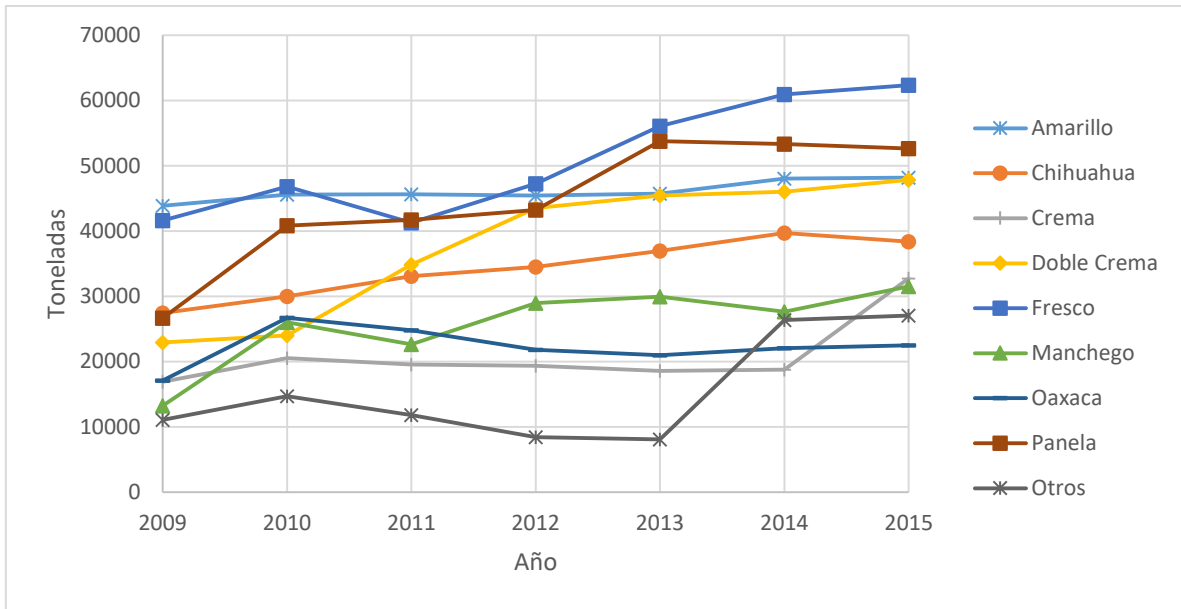


Figura 17. A) Rebanada de queso tipo Americano B) y C) Quesos análogos tipo Americano.

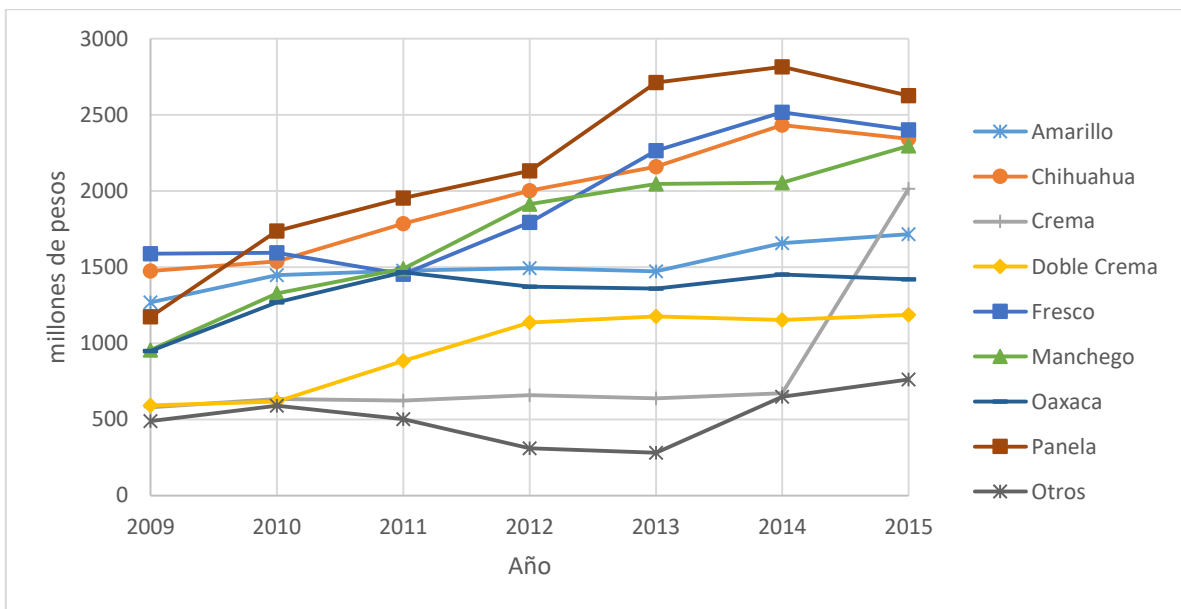
Capítulo V: Análisis general del consumo

5.1. Costo, producción y consumo

El Boletín trimestral de leche y el brochure Panorama de la Lechería en México publicados por el SIAP, basados en datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) del INEGI, muestra las estadísticas históricas sobre la producción de leche de bovino y su transformación a nivel nacional, incluyendo productos como el queso. La Figura 18 muestra el crecimiento de la cantidad y el valor de producción de los quesos del país.



A)



B)

Figura 18. A) Producción nacional de queso en toneladas. Periodo: 2009-2015. Adaptado de (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016), con datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), INEGI. B) Valor de producción nacional de queso en millones de pesos. Periodo: 2009-2015. Adaptado de (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016), con datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), INEGI.

La cantidad de producción del queso amarillo ha tenido un aumento constante en los últimos años, de 43,872 toneladas en 2009 a 48,201 toneladas en 2015, superando a quesos como doble crema, Chihuahua, crema, Manchego, Oaxaca y otros, siendo superado solo por el queso panela y el queso fresco.

El valor de producción es definido por el INEGI como “el valor de los bienes que transformó, procesó o benefició la unidad económica durante el periodo de referencia. Constituye el valor de los productos elaborados, ya sea con fines de lucro o no y, el valor de la producción de activos fijos para uso propio”. A partir del 2011, el valor de producción nacional del queso amarillo ha sido superior al del queso doble crema, crema, Oaxaca, y otros quesos, pero inferior al queso panela, fresco, Chihuahua y Manchego. Los valores mostrados en la Figura 19 se obtuvieron al dividir el valor de la producción entre la cantidad de producción, para obtener el valor en pesos por kilogramo. En general, el queso amarillo presento del 2009 al 2015 un menor valor de producción que la mayoría de los quesos (32.6 pesos por kilogramo en promedio), y solo fue superada por el queso doble crema (25.5 pesos por kilogramo) y en los últimos años por otros tipos de quesos menos comunes (la encuesta no es específica).

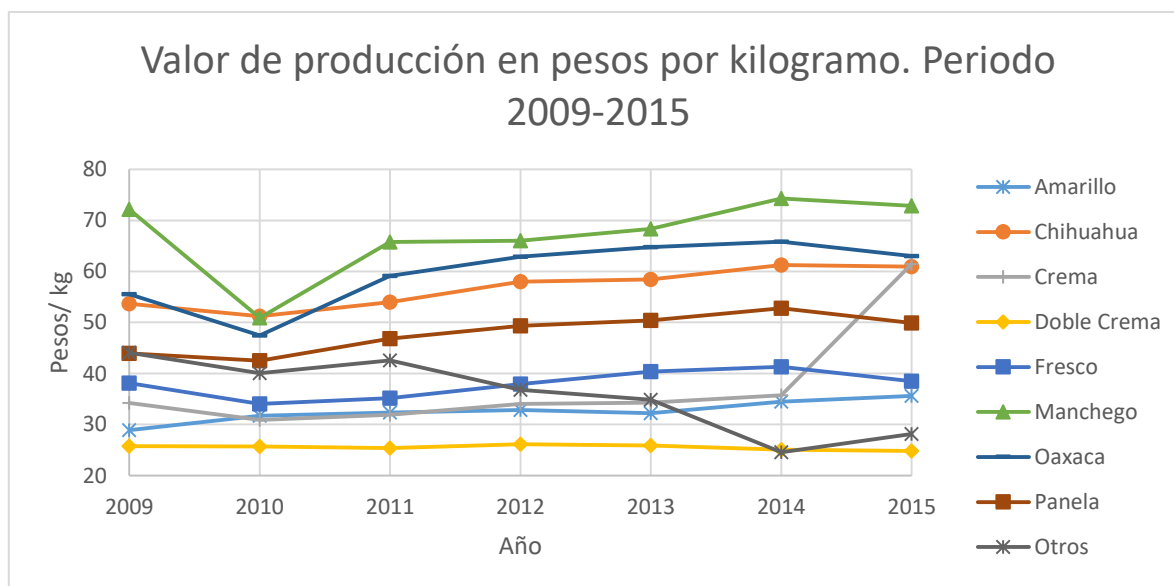


Figura 19. Valor de producción nacional de queso en pesos por kilogramo. Periodo: 2009-2015. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016). Con datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), INEGI.

Durante el periodo de enero a agosto del 2016, la cantidad de queso amarillo producido correspondió al 13.02%, siendo superado por el queso fresco, panela y doble crema (Figura 20). El valor de producción nacional del queso amarillo, correspondió al 10.25% del total del valor de producción nacional de quesos. En la EMIM no se especifica ni diferencia la producción de queso tipo americano y queso análogo tipo americano, solo indica queso amarillo.

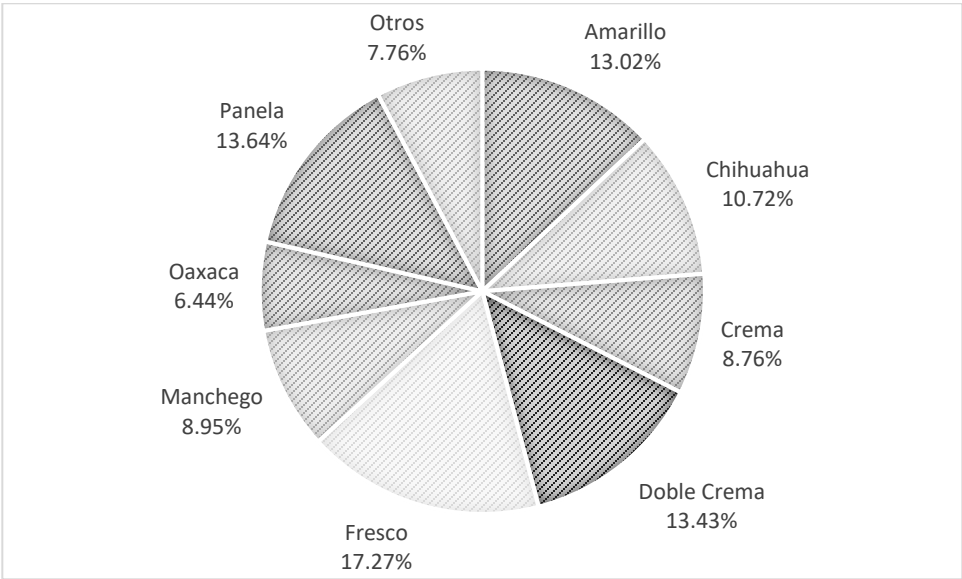


Figura 20. Cantidad de producción nacional de quesos. Periodo Enero-Agosto 2016. Adaptado de (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016). Con datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), INEGI.

En la Figura 21 se muestra los precios promedio por kilogramo de distintos quesos que se venden en la Ciudad de México y el área metropolitana, abarcando un periodo de 4 meses (septiembre a diciembre del 2016). Al comparar el precio con otros quesos fundibles como queso Asadero (\$122.4/ kg), Chihuahua (\$117.70/ kg), Gouda (\$144.70/ kg) o Oaxaca (\$113.60/ kg), notamos que el precio del queso amarillo se encuentra en medio del rango (\$119.90/ kg). Sin embargo, presenta la mayor desviación estándar entre todos los quesos, ya que existe una diferencia importante de precio en las distintas marcas (6 marcas en total, en 14

presentaciones), con precios desde 96.80 hasta 161.63 pesos por kilogramo. Es decir, existen marcas de queso tipo americano que son incluso más baratas que quesos como doble crema o Panela, pero también marcas que resultan mucho más caras que el resto de quesos. En un estudio realizado por Profeco en 2013, el valor promedio de 10 marcas de queso tipo americano fue de 113 pesos por kilogramo (PROFECO, 2013). Para conseguir promedios más representativos, deberían estudiarse un mayor número de marcas y presentaciones, así como incluir solo los precios de los quesos tipo Americano y compararlos con aquellos denominados análogos de queso Americano.

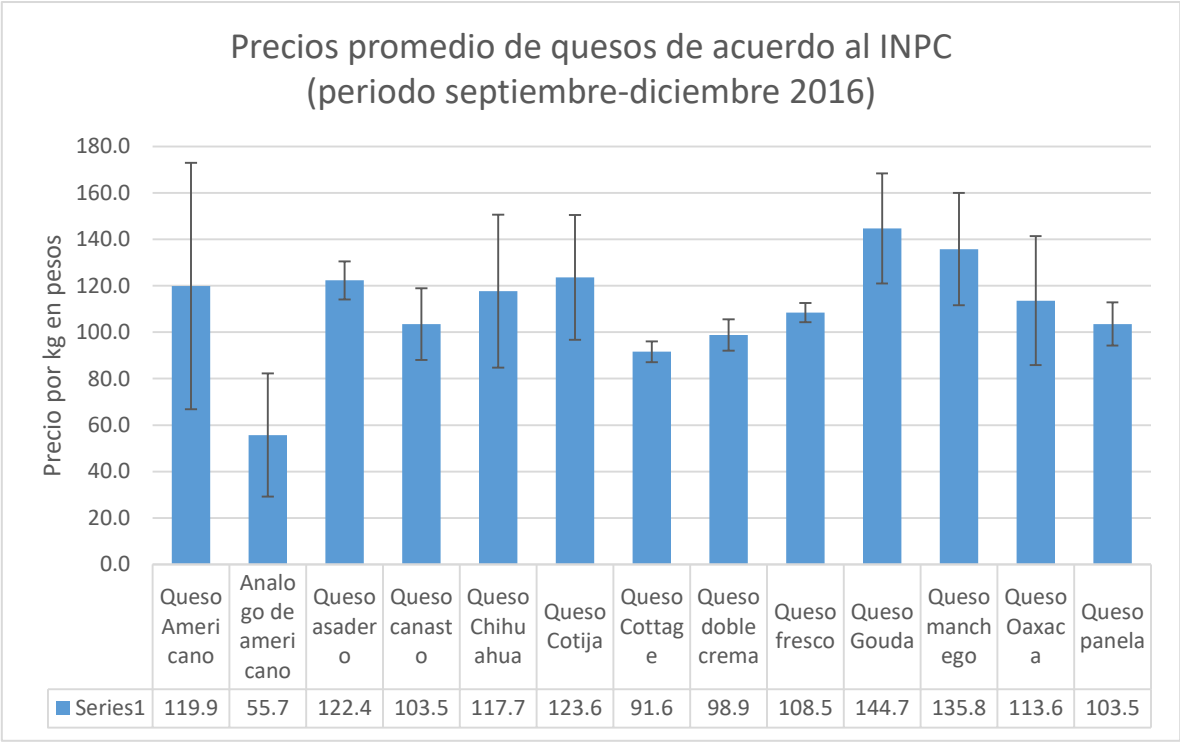


Figura 21. Precios de quesos vendidos en el área metropolitana de la ciudad de México en el periodo septiembre-diciembre 2016, de acuerdo al Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). Adaptado de (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017).

El precio del queso análogo tipo Americano fue el más bajo de todos, con 55.7 pesos por kilogramo (promedio de 3 marcas, en 6 presentaciones). En el estudio de Profeco, el precio promedio es de 63 pesos por kilogramo, tomando en cuenta 22 marcas. Debido al costo significativamente menor, el queso análogo es una alternativa muy popular al queso tipo Americano.

En general, los quesos fundibles son más caros que quesos frescos como panela, cottage o doble crema. Debe considerarse la función, ya que los quesos fundibles requieren tener un mayor contenido de grasa butírica para conseguir sus características, mientras que otros quesos contienen menor contenido de grasa, mayor humedad y por lo tanto un costo menor.

5.2. Nutrición

Existe una relación estrecha entre los alimentos que consumimos y nuestra salud. El cuerpo humano necesita de aprox. 100 nutrimentos, entre aminoácidos, azúcares, ácidos grasos, vitaminas y minerales. Debido a que ningún alimento aporta todos los nutrimentos, se recomienda una dieta variada, completa, suficiente, equilibrada e inocua. (Badui Dergal, 2012). La Tabla 10 muestra la recomendación de ingestión diaria de macronutrientes para la población mexicana

Nutriente	Ingesta Nutrimental recomendada	Ingesta diaria para una dieta de 2000 calorías
Grasas totales	25-35%*	56 g - 78 g
Grasas saturadas	< 7%*	16 g
Grasas mono saturadas	Hasta 20%*	44 g
Grasas poliinsaturadas	Hasta 10%*	22 g
Grasas trans	< 1%*	2 g
Hidratos de carbono	50-60%*	250 g – 300 g
Fibra	20-30 g	20-30 g
Proteínas	15%*	75g
Colesterol	Menos de 200mg/día	Menos de 200mg/día
Sodio	Menos de 2000mg/día	Menos de 2000mg/día

*Tabla 10. Composición de la Ingesta Nutrimental Recomendada. Adaptado de (NOM-037-SSA2-2012, 2012) y (OMS, 2015). *Porcentaje respecto al total de calorías ingeridas diariamente. El requerimiento energético varía según el género, edad y actividad física.*

A diferencia de la creencia popular, el queso procesado es un alimento altamente nutritivo, con un contenido considerable de proteínas, vitaminas y

minerales. La Tabla 11 muestra la composición promedio de las marcas de quesos analizados por PROFECO. Una rebanada promedio de queso tipo americano pesa 17.5 gramos. Se considera un alimento de origen animal con alto contenido de grasa. De acuerdo a la guía publicada por la Secretaria de Salud, una ración corresponde a 2 rebanadas (IMSS, 2010).

	Queso tipo Americano			Imitación queso tipo americano		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Humedad (g/100g)	49.3	45	59	53.2	47	66
Grasa (g/100g)	23.1	13	29	21.6	8	28
Proteína (g/100g)	14.7	12	19	3.8	0.6	9
Carbohidratos (g/100g)	7.9	5	17	18.2	11	31
Grasa Saturada (g/100g)	14.1	8.4	18.2	9.2	3.5	14.7
Grasa trans (g/100 g)	-	-	-	7.3	1.2	10
Sodio (mg/100g)	1487.4	944	2202	1105.7	723.0	1477

Tabla 11 Composición promedio de los quesos tipo americano e imitaciones de queso americano disponibles en el mercado (PROFECO, 2013). - : No aplica. Nota: Información sobre las marcas analizadas por Profeco y otros datos relacionados con en el estudio se encuentran en el Anexo 4.

El principal componente proteínico es la caseína, la cual contiene todos los aminoácidos esenciales. Debido al proceso, gran parte de la proteína se encuentra hidrolizada y es más fácilmente digerible (Tunick, 2014). Una rebanada de queso tipo americano aporta 3.4% de la IDR de proteína, mientras que las imitaciones aportan solo 0.9%.

La grasa láctea tiene un importante papel nutricional y sensorial en la leche y sus derivados, como el queso. La grasa butírica posee en su composición lípidos simples (triglicéridos, diglicéridos, ésteres de colesterol, etc.), complejos

(fosfolípidos), colesterol, antioxidantes (principalmente tocoferoles), etc.; además de ser el vehículo de vitaminas liposolubles (A, D, E, y K) y carotenoides. Está compuesta aproximadamente por un 60-70% de ácidos grasos saturados, 20-25% ácidos grasos monoinsaturados (20-22% ácido oleico y 1-4% ácidos grasos trans) y 3-5% ácidos poliinsaturados (Calvo, y otros, 2014).

La grasa forma parte fundamental de la estructura y textura de los quesos, y funciona como transporte para muchos de los componentes volátiles responsables del sabor (Tunick, 2014). En promedio, el queso tipo americano presenta 23.1 gramos de grasa por 100 gramos de queso. Existe una gran variación en el contenido de grasa entre las distintas marcas de queso americano (desde 13% hasta 29%). Una rebanada de queso americano aporta 5.1% de la grasa recomendada al día. Es común la sustitución de la grasa natural por grasas vegetales o el uso de otros componentes (agua, proteínas, almidones y gomas), como reemplazos debido a que la grasa butírica tiene un mercado por sí misma en forma de mantequilla y por lo tanto un alto costo. La imitación de queso americano aporta un 4.8% de la grasa recomendada por rebanada.

En función de su estructura química, las grasas se dividen en monoinsaturadas, poliinsaturadas y saturadas. Los alimentos de origen animal, como las carnes y los lácteos, y sus derivados, como el queso, casi siempre contienen más grasas saturadas que los de origen vegetal, por lo que se suelen encontrar sólidas a temperatura ambiente (Ballesteros V., Valenzuela C., Artalejo O., & Robles S., 2017). Las grasas saturadas elevan el nivel de colesterol LDL (colesterol “malo”) y su acumulación en las arterias. Un colesterol LDL alto aumenta el riesgo de padecer cardiopatía y ataques cerebrales. Se recomienda que menos del 10% de las calorías diarias totales provengan de este tipo de grasas saturadas (Secretaría de Salud, 2016). El queso tipo americano tiene un 14.1% de grasa saturada, que corresponde a 40.3% de la grasa total. Una rebanada de queso tipo americano aporta 15.4% de la ingesta diaria recomendada de grasas saturada, mientras que una rebanada de imitación aporta 10.1%

La hidrogenación de aceites permite obtener productos de mayor estabilidad, menor enranciamiento oxidativo y una textura similar a las grasas animales. La hidrogenación, bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, permite modificar la estructura de los dobles enlaces de cis a trans y modifica las características del aceite. La OMS recomienda eliminar o reducir a menos del 1% del total de calorías el consumo de grasas trans, debido al riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. En México, la primera causa de muerte son las enfermedades cardiovasculares, desarrolladas principalmente por la arterosclerosis (caracterizada por el depósito de lípidos y proliferación de tejido fibroso en las arterias). Es la complicación más frecuente que se asocia a la diabetes, hipertensión arterial e hipercolesterolemia (NOM-037-SSA2-2012, 2012). La leche contiene de manera natural ácidos grasos trans como el ácido vaccénico (18:1,11t) y el ácido linoleico conjugado (18:2,9c 11t), y como consecuencia, los quesos procesados contendrán siempre este tipo de compuestos en cierto porcentaje. Las imitaciones de queso americano usan aceites hidrogenados, debido a que el cambio de la configuración cis a trans provee características organolépticas favorables en textura y sabor. El estudio realizado por PROFECO no indicó el contenido de grasas trans en queso tipo americano, pero considerando su contenido en la grasa butírica, el queso tipo americano tendría entre 0.2 y 0.9% de grasas trans por cada 100g gramos de queso; cada rebanada aportaría entre 2 y 8.1% de las grasas trans recomendadas diariamente. Para el caso de las imitaciones una rebanada aporta hasta 63.9%, por lo que es importante moderar su consumo.

Para reducir la tensión arterial y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares y cardiopatía coronaria, la OMS recomienda reducir el consumo de sodio a menos de 2 g por día (equivalente a 5 gramos de sal) en los adultos (OMS, 2015). El queso tipo americano aporta 13% de la IDR de sodio, mientras que la imitación aporta 9.7%, por rebanada. El desarrollo de quesos bajos en sodio con un bajo contenido de grasa es un reto tecnológico. Al reducir la grasa se sustituye con agua, lo cual aumenta la necesidad de incrementar el contenido de sal para mantener la relación sal/humedad y que el producto siga siendo seguro. Las sales de sodio juegan un papel importante, no solo al impartir

sabor, sino en la textura y propiedades fundentes. Las sales que no contienen sodio generalmente imparten un sabor metálico. Debido a que por cuestiones legales la humedad solo puede llegar a cierto límite (máximo 45%), y que por cuestiones de salud, se requiere reducir el nivel de grasa y sodio, la solución ideal sería el aumento de la proteína, lo cual incrementaría de forma importante los costos. Por lo tanto, el potencial para desarrollar quesos procesados bajos en sodio es limitado (International Dairy Foods Association, 2016).

No se dispone del contenido de colesterol aproximado para los quesos tipo americano en el mercado mexicano. El colesterol se encuentra presente en una concentración de 260-270 mg por cada 100 g de grasa butírica (Calvo, y otros, 2014). Considerando que la grasa butírica es la única fuente de colesterol en el queso, es posible obtener un aproximado del aporte en la dieta. Una rebanada de queso tipo americano aportaría 10.9 mg de colesterol, un 5.5% de lo que se recomienda diariamente. En las imitaciones, la mayoría de la grasa butírica es sustituida por grasas vegetales que, por su origen, no contienen colesterol.

Durante la elaboración del queso, la mayor parte de la lactosa se pierde en el suero. Esto, sumado a su metabolización durante la maduración por bacterias ácido lácticas hace que algunos quesos puedan ser consumidos por intolerantes a la lactosa (Tunick, 2014). La lactosa suele utilizarse como ingrediente de relleno de bajo costo, y se encuentra en altas concentraciones en ingredientes como la leche descremada en polvo y el concentrado de proteína de suero, por lo que puede variar entre marcas (Tamime, 2011).

El contenido graso del queso hace que las principales vitaminas que se encuentran sean liposolubles. La Tabla 12 muestra las principales vitaminas y el aporte que tendría una rebanada de queso tipo americano. La vitamina C, que es hidrosoluble, prácticamente no existe en queso. Las vitaminas de mayor importancia es la vitamina A, que promueve una visión y piel sanas, y riboflavina, que está involucrada en el metabolismo de grasas, carbohidratos y proteínas (Tunick, 2014).

Vitaminas*	IDS (µg/día)	Vitamina (µg/100 g queso)	Porcentaje del IDR o IDS
A	568	254	7.80%
D	5.6	0.6	1.90%
E	11000	270	0.40%
K	78	3.4	0.80%
Tia	800	30	0.70%
Ribo	840	350	7.30%
Piri	930	70	1.3
Coba	2.1	0.7	5.80%
Nia	11000	70	0.10%
Fol	380	8	0.40%

*Tabla 12. Ingesta Diaria Sugerida, contenido de cada vitamina en 100g de queso tipo americano y porcentaje de la IDS correspondiente de 1 REBANADA de 17.5 g. Adaptado de (Tunick, 2014) y (NOM-051-SCFI/SSA1-2010, 2010). *Vitaminas A, D, E, K, Tiamina (vitamina B1), Riboflavina (B2), Piridoxina (B6), Cobalamina (B12), Niacina y Folacina (ácido fólico).Nota: Los valores corresponden a quesos tipo americano procesados de venta en EE.UU. Puede variar respecto a los comercializados en México.*

La Tabla 13 muestra los principales minerales que se encuentran en el queso tipo americano y al aporte por rebanada. El contenido de calcio del queso tipo Americano es de aproximadamente 1,045 mg por cada 100 g. Este valor es superior al de quesos como el Panela (638 mg/ 100 g), fresco (690 mg/ 100 g), Chihuahua (651 mg/ 100 g), Cheddar (710 mg/ 100 g) y Colby (685 mg/ 100g) (PROFECO, 2007) (United States Department of Agriculture, 2016). El queso americano es una fuente importante de calcio, que está involucrado en la coagulación de la sangre, en la transmisión nerviosa y contracción muscular. Otro mineral en una proporción importante, el fósforo, junto con el calcio, es esencial para la formación normal de los huesos y para evitar el trastorno conocido como raquitismo (reblandecimiento y debilitamiento de los huesos) (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU., 2014).

Mineral	Calcio	Hierro	Magnesio	Fósforo	Zinc
IDS (mg/día)	900	17	248	664	10
Vitamina (mg/100 g queso)	1045	0.630	26	641	2.5
Porcentaje del IDR o IDS	20.3%	0.65%	1.8%	16.9%	4.4%

Tabla 13. Ingesta Diaria Sugerida, contenido de cada mineral en 100g de queso tipo americano y porcentaje de la IDS correspondiente de 1 REBANADA de 17.5 g. Adaptado de (Tunick, 2014) y (NOM-051-SCFI/SSA1-2010, 2010). Nota: Los valores corresponden a quesos tipo americano procesados de venta en EE.UU. Puede variar respecto a los comercializados en México.

5.3. Controversias.

En un estudio realizado en octubre del 2015 por el Centro de Opinión Pública de la UVM a 475 internautas, se encontró que el 77% afirma que los alimentos procesados son dañinos para la salud, mientras que el 61% consideró que los alimentos procesados no pueden formar parte de una dieta saludable. Sin embargo, el 86% estuvo de acuerdo en que "hay muchos mitos en torno a los alimentos procesados" y el 57% afirmó que "no es fácil encontrar información confiable en torno a los alimentos procesados" (Centro de Opinión Pública UVM, 2015). En otra encuesta realizada por la UVM, el 85% estuvo de acuerdo en que "los alimentos procesados hacen más fácil la vida". Un 63% de los encuestados considero que la característica más importante de los lácteos es que "son fuente de calcio para el sano desarrollo de los huesos".

En 2015 se levantó una controversia en Tabasco, donde un consumidor denunciaba un "queso amarillo de plástico" que "al someterlo al fuego directo no se derrite sino que se quema, como si se tratara de plástico" (Quintanilla, 2015). En 2014, en Estados Unidos ocurrió una controversia similar, con videos circulando en las redes de gente aplicando fuego directo a rebanadas de queso y sorprendiéndose de que no se derritiera (Mikkelsen, 2015).

No es extraño encontrar artículos en línea que no aprecien al queso tipo americano. "American Cheese" es una etiqueta que ha sido mal comprendida por los consumidores, y los productores de queso hecho en Estados Unidos no quieren relacionarse con un queso considerado "inferior" y "falso" (Wolf, 2016). En la literatura se refleja esta actitud, cuando se considera al queso tipo americano como "basura producida en masa" y "no verdadero queso" (Kerridge, 2015), o que "sabe a plástico" (Phillips, 2014).

Todas estas afirmaciones e ideas se deben a una confusión de lo que es el queso tipo americano y sus propiedades.

En México no existe una definición de queso tipo americano, pero si existe en Estados Unidos de acuerdo al Código de regulaciones federales, como se indica en la sección 2.4 de este trabajo. El queso tipo americano es un queso procesado, elaborado por lo general con Cheddar o Colby y que puede utilizar distintos ingredientes y aditivos en límites definidos. Mientras que existen quesos realizados en América, como queso Colby, Monterey Jack o Red Hawk, el queso tipo americano es reconocido como "queso americano" según el CFR cuando cumple las características necesarias. En Estados Unidos, la mayor innovación en el campo de los quesos en los últimos 100 años es la industrialización, hasta el punto en el que el "Queso americano" se ha vuelto sinónimo cultural y legal con el queso procesado tipo americano (Paxson, 2010) . Según estimaciones de la USDA, un tercio del queso vendido en EUA es procesado, por lo que no se puede menospreciar la importancia de este queso en el mercado (Original American Cheeses, 2017). Como se indica en la sección 3.1 de este trabajo, el queso usado como materia prima debe ser de buena calidad, ya que los defectos sensoriales que puedan existir terminaran en el producto final.

En la sección 133.169, título 21 del CFR, se especifica que el queso debe mezclarse hasta crear una masa plástica homogénea. Cuando se habla de "plástico" en este contexto, se refiere a la textura del queso, fácilmente moldeable. El sabor del queso procesado puede llegar a ser considerado "simple" y "sin matices". Los atributos sensoriales de los quesos usados como materia prima son

los que van a estar presentes en el queso procesado, debido a que el queso procesado no desarrolla sabores durante su almacenamiento. Dependiendo de la rigidez de la estructura y el proceso de elaboración, es posible que el queso procesado obtenido no tenga la misma intensidad de sabor que el queso utilizado. En casos donde el queso no parece tener sabor, es posible que se usaran quesos con poca maduración y que no se usaran agentes saborizantes de queso. El queso tipo americano no tiene la complejidad de sabores y textura de quesos como el Roquefort o el queso de cabrales. Sin embargo, esto no lo vuelve un mal producto, ya que tiene un uso específico, suele usarse como complemento a otros alimentos, usado principalmente por la textura. Debido a que el sabor no es muy intenso, resaltan los sabores de otros ingredientes, por ejemplo, la carne en una hamburguesa. El queso procesado se utiliza en dips, rellenos, sándwiches, pastas, etc. (Kraft (R) Process Cheese, 2017).

Los quesos madurados y procesados se derriten bien, pero el queso procesado se derrite rápidamente y puede quemarse. El queso debe ser calentado a bajas temperaturas por un periodo de tiempo largo, de preferencia entre dos capas de otro alimento. Al calentar el queso lentamente ocurre un cambio físico, la grasa cristalizada que se encontraba en la estructura se vuelve fluida y da al queso sus propiedades características. Altas temperaturas pueden causar que el queso se vuelva gomoso o elástico (Amidor, 2014). Al exponer el queso a una llama directa ocurre un cambio químico, los compuestos orgánicos comenzarán a descomponerse y los productos de la reacción crearan el color negro que se observa al quemar el queso.

Una de las razones más comunes para rechazar el queso tipo americano, es confundirlo con las imitaciones o análogos. En un queso americano, se usan quesos madurados, sales fundentes, sal común, aditivos y leche (o sus componentes). Sin embargo, en los quesos análogos se utiliza almidón, agua, grasas vegetales, sales fundentes y otros aditivos. Debido a que contienen grasas diferentes a la butírica, no se pueden considerar como quesos reales. Muchos quesos análogos se identifican con etiquetas como: Imitación a queso fundido tipo americano, estilo

queso tipo amarillo, rebanadas individuales sabor a queso americano, producto alimenticio imitación queso americano o etiquetas similares. Es recomendable que los consumidores consulten las listas de ingredientes para poder conocer con seguridad que tipo de alimentos están consumiendo. Las empresas deben etiquetar sus productos de manera clara, de tal forma que el consumidor pueda identificar las imitaciones. En el estudio realizado por Profeco, 12 de las 39 eran verdaderos quesos de acuerdo a la norma (NMX-F-713-COFOCALEC, 2005), mientras que el resto se consideran imitaciones por presentar grasas diferentes a la butírica. De las 27 marcas de imitaciones, 3 se denominaban erróneamente queso, ya que contenían grasa vegetal, lo cual engaña al consumidor. Las imitaciones contienen almidón, que se usa para sustituir la caseína. Debido a que no existe una Norma Oficial Mexicana, ocurre un gran desorden y confusión respecto al queso tipo americano y a sus imitaciones (PROFECO, 2013).

En cuanto al aspecto nutritivo, una rebanada de queso americano promedio tiene un 49.3% de humedad, 23.1% de grasa y 14.7% de proteína. Una imitación de queso tipo americano tiene una humedad del 53.2%, un contenido de grasa de 21.6% y un contenido de proteína de 3.8%. La diferencia entre el contenido de proteína del queso tipo americano y las imitaciones es muy notable. Como se estableció en la sección 5.2 de este trabajo, el queso americano aportaría entre 2 y 8.1% de las grasas trans recomendadas diariamente, mientras que las imitaciones pueden aportar hasta 63.9%. El queso tipo americano aporta 13% de la ingesta diaria recomendada de sodio por rebanada, mientras que las imitaciones aportan una cantidad ligeramente menor (9.7%). El queso solo debe contener el aporte de colesterol de la grasa butírica, que resulta en 5.5% del colesterol recomendado por rebanada. Los quesos no son una buena fuente de fibra, y el contenido de grasa y sodio deben ser tomados en cuenta. El queso tipo americano no es un producto que se consuma solo ni en grandes cantidades, por lo que puede formar parte de una dieta suficiente y equilibrada, con ejercicio físico regular.

La gran cantidad de dudas por parte de los consumidores, las marcadas diferencias nutrimentales entre diferentes marcas y presentaciones y la enorme importancia de los quesos análogos, muestran la necesidad de regular el mercado de los quesos tipo Americano y sus imitaciones. Si la demanda de este producto sigue en aumento, podría ser conveniente la elaboración de una Norma Oficial Mexicana, que establezcan contenidos mínimos de queso, ingredientes lácteos, sales emulsificantes y aditivos, además de características nutrimentales y sensoriales esperadas en el producto final, a fin de lograr productos con calidad más consistente, mejorar la imagen pública del queso tipo americano y que las expectativas del consumidor sean satisfechas.

Capítulo VI: Conclusiones

- No existe una definición en las normas mexicanas sobre queso tipo americano, pero podemos proponer una definición con base en su origen: es un queso procesado elaborado con una mezcla de variedades de quesos, principalmente queso Cheddar con distintos grados de maduración, al que se le añaden otros ingredientes como componentes de la leche, sal común, sales emulsificantes, conservadores y colorantes, que le confieren un color amarillo, brillante y uniforme; textura lisa, tajable, sin partículas en la superficie y libre de orificios; sabor propio del queso usado; con capacidad fundente durante la cocción sin separación de fases.
- El queso tipo americano es un producto que debe considerarse como un queso real, ya que utiliza queso y sus ingredientes derivados y cumple los parámetros definidos por la norma. El queso tipo americano contiene grasa butírica (grasa de leche) pero no grasa vegetal.
- Existe una diferencia importante entre las distintas marcas de queso tipo americano, tanto de precio como nutrimentalmente. Debido a esto, es importante que el consumidor lea las etiquetas.
- El proceso de la manufactura de los quesos procesados consiste en pocos pasos pero con factores importantes, como tamaño de molido, temperatura y tiempo de cocción, velocidad de agitación, etc., de los que depende enormemente la calidad del producto. Las sales emulsificantes son los aditivos más importantes para este tipo de producto, y su variación puede afectar la textura final.
- El queso americano consumido como parte de una dieta equilibrada y con un estilo de vida saludable es nutritivo, ya que aporta proteínas de alto valor nutricional. Es una fuente de grasa saturada y sodio, con hasta 15.4% y 13% respectivamente de la ingesta nutrimental recomendada por rebanada. Contiene principalmente vitaminas liposolubles, de las que

destacan la vitamina A y Riboflavina. Es una fuente importante de minerales esenciales como calcio y fosforo.

- Debido a que la presentación es muy similar, el consumidor puede confundir el queso tipo americano y sus análogos con facilidad. En el mercado existen productos que se denominan queso, pero contienen grasa vegetal y corresponden en realidad a análogos. Este tipo de quesos contienen un mayor contenido de grasas trans que los quesos tipo Americano. Por su parte, los quesos tipo Americano contiene un mayor contenido de grasas saturadas y de sodio, por lo que debe moderarse su consumo.
- La industria de los quesos es un mercado con posibilidad de expansión. El queso tipo americano y otros quesos procesados deben ser estudiados para estimar sus ventajas en la industria. Su vida de anaquel extendida, fácil distribución y consumo lo vuelven ideal para que México comience a satisfacer su propia demanda y analizar las posibilidades de exportación.

Referencias

- Alonso Pesado, F. A. (Junio-Julio de 2015). Descripción de la Agroindustria Quesera en México. *Entorno Ganadero*(72), 56-64. Obtenido de <http://bmeditores.mx/wp-content/uploads/2015/06/ganadero-72.pdf>
- Amidor, T. (2014). Milk and Dairy Products. En S. Edelstein (Ed.), *Food Science: An Ecological Approach* (pág. 224). Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.
- Badui Dergal, S. (2012). *La ciencia de los Alimentos en la Práctica*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Ballesteros V., M., Valenzuela C., L., Artalejo O., E., & Robles S., A. (2017). Ácidos grasos trans: un análisis del efecto de su consumo en la salud humana, regulación del contenido en alimentos y alternativas para disminuirlos. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 54-64.
- Baró Rodríguez, L., Lara Villoslada, F., & Corral Román, E. (2010). Leche y derivados lácteos. En Á. Gil Hernández, *Tratado de Nutrición Tomo II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Medica Panamericana.
- Béal, C., & Chammas, G. (2012). Production of Laban. En Y. Hui, & E. Özgül Evranuz (Edits.), *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology* (Second edition ed., pág. 189). Boca Ratón, Florida: CRC Press.
- Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. (22 de Agosto de 2016). *Explicación de las grasas en la alimentación*. Obtenido de MedlinePlus Información de salud para usted: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000104.htm>
- Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. (30 de Agosto de 2014). *Raquitismo*. Obtenido de MedlinePlus Información de salud para usted: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000344.htm>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. (24 de Abril de 2016). *Información sobre las grasas saturadas*. Obtenido de MedlinePlus Información de salud para usted: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000838.htm>
- Bosch Packaging Technology. (28 de Enero de 2016). *Bosch KF - Processed Cheese Slices Wrapping Machine*. Obtenido de <https://youtu.be/zR807mvlfGY>
- Brickley, C., Auty, M., Piraino, P., & McSweeney, P. (2007). The effect of natural Cheddar cheese ripening on the functional and textural properties of the processed cheese manufactured therefrom. *Journal of Food Science*(72), C483-C490.
- Brown, R. C. (2004). *The Complete Book of Cheese*. New York: Gramercy Publishing Company. Obtenido de <http://www.freeinfosociety.com/media/pdf/4778.pdf>
- Calvo, M. V., Castro Gómez, M. P., García Serrano, A., Rodríguez Alcalá, L. M., Juárez iglesias, M., & Fontecha Alonso, J. (2014). Grasa láctea: una fuente natural de compuestos bioactivos. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 21(3), 57-63.

- Caric, M., & Kalab, M. (2004). Processed Cheese Products. En P. Fox, & P. Fox (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Volume 2 Major Cheese Groups* (pág. 482).
- Centro de Opinión Pública UVM. (06 de Noviembre de 2015). *Industria de los alimentos ¿Plagada de mitos?* Obtenido de Centro de Opinión Pública UVM: <http://opinionpublicauvm.mx/projects/industria-de-los-alimentos-%C2%BFplagada-de-mitos>
- CFR. (5 de Diciembre de 2016). *CFR - Code of Federal Regulations Title 21*. Obtenido de U.S. Food & Drug Administration: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfCFR/CFRSearch.cfm?CFRPart=133>
- Chen, L., & Liu, h. (September de 2012). Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella. *American Dairy Science Association*, 95(9), 4823-4830.
- Daly, D., McSweeney, P., & Sheehan, J. (2012). Pink discolouration defect in commercial cheese:. *Dairy Science & Technology*, 439-453.
- Dimitreli, G., Thomareis, A., & Smith, P. (2005). Effect of Emulsifying Salts on Casein Peptization and Apparent Viscosity of Processed Cheese. *International Journal of Food Engineering*, 1(4). Obtenido de <http://www.bepress.com/ijfe/vol1/iss4/art2>
- Dufosse, L., Fernández López, J., Galaup, P., & Pérez Alvarez, J. (2015). Color Measurements of Muscle-Based and Dairy Foods . En L. M. Nollet, & F. Toldrá (Edits.), *Handbook of Food Analysis* (Third Edition ed., Vol. Volume I). CRC Press.
- FAO/OMS. (2011). Leche y Productos Lácteos. En C. ALIMENTARIUS, *Leche y Productos Lácteos* (Segunda ed., pág. 3). Roma: Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica.
- Fox, P. F., & McSweeney, P. L. (2004). Cheese: An Overview. En P. F. Fox, P. L. McSweeney, T. M. Cogan, & T. P. Guinee, *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Third edition ed., Vol. Volume 1 General Aspects, pág. 1). London: Elsevier Academic Press.
- Fox, P., & Guinee, T. (2013). Cheese Science and Technology. En Y. Park, & G. Haenlein (Edits.), *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*. Iowa: John Wiley & Sons Ltd.
- Gabe. (16 de Febrero de 2009). Tillamook Cheese Factory - Colby Jack. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/therogue/3290085030/>
- Glass, K., & Doyle, M. (Mayo de 2005). Safety of Processed Cheese. *Food Research Institute*, 2. Obtenido de https://fri.wisc.edu/files/Briefs_File/ProcCheese_May2005_v2.pdf

- Gordon, J. (1997). Dairy Products. En M. Ranken, R. Kill, & C. Baker (Edits.), *Food Industries Manual* (24th edition ed., págs. 75-139). London: Blackie Academic & Professional.
- Guinee, T. (2016). Protein in Cheese and Cheese Products: Structure-Function Relationships. En P. L. McSweeney, & J. A. O'Mahony (Edits.), *Advanced Dairy Chemistry* (Fourth Edition ed., Vol. 1B: Proteins: Applied Aspects, págs. 370-399). New York: Springer.
- Guinee, T., Pudja, P., & Farkye, N. (1993). Fresh Acid-Curd Cheese Varieties. En P. Fox, *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (pág. 363). London: Chapman & Hall.
- Hauerlandová, I., Lorencová, E., Buňka, F., Navrátil, J., Janečková, K., & Buňková, L. (16 de Julio de 2014). The influence of fat and monoacylglycerols on growth of spore-forming. *International Journal of Food Microbiology*, 182-183, 37-43.
- Hickey, M. (2017). Regulatory Measures for Microbial Toxins. En A. Tamime (Ed.), *Microbial Toxins in Dairy Products* (pág. 291). New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
- Hundhammer, D. (2004). Parmigiano reggiano cheese. Obtenido de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parmigiano_reggiano_piece.jpg
- Hutkins, R. W. (2006). *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. Iowa: Blackwell Publishing.
- IMSS. (2010). *Guía de Alimentos para la Población Mexicana*. Pressprinting S.A. de C.V. Obtenido de Guía de Alimentos para la Población Mexicana: www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guia-alimentos.pdf
- INEGI. (15 de Diciembre de 2016). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de Glosario (Encuesta Industrial Mensual): http://www.inegi.org.mx/lib/glosario/paginas/contenido.aspx?id_nivel=01030000000000&id_termino=301&id_capitulo=12&g=een&c=10594&s=est&e=
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (11 de Noviembre de 2016). *Índices de Precios*. Obtenido de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/inp/preciospromedio/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (01 de Febrero de 2017). *Índices de Precios Consulta en línea*. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/sistemas/preciospromedio_inpc/
- International Dairy Federation and Statistics Canada. (10 de 11 de 2016). *Global cheese consumption (Kg per capita)*. Obtenido de Canadian Dairy Information Centre: http://www.dairyinfo.gc.ca/index_e.php?s1=dff-fcil&s2=cons&s3=consglo&s4=tc-ft
- International Dairy Foods Association. (17 de Octubre de 2016). *Voluntary Sodium Reduction Goals: Target Mean and Recommended Maximum Concentrations for*

Sodium in Commercially Processed, Packaged and Prepared Foods. Obtenido de International Dairy Foods Association: <http://www.idfa.org/docs/default-source/d-news/re-docket-no-fda-2014-d-0055-voluntary-sodium-reduction-goals.pdf>

Jana, A., Padhiyar, D., & Chavan, R. (2017). Role of Emulsifying Salts in Cheese Products. En M. Meghwal, M. Goyal, & R. Chavan (Edits.), *Dairy Engineering Advanced Technologies and Their Applications* (págs. 53-78). New Jersey: Apple Academic Press.

KARL SCHNELL. (09 de Agosto de 2013). *KS Processed Cheese SC1080 01 10*. Obtenido de <https://youtu.be/BHWLyGTCc2E>

Kerridge, R. (2015). *Cold Blood: Adventures with Reptiles and Amphibians*. Vintage.

Kraft (R) Process Cheese. (01 de Febrero de 2017). Obtenido de Kraft Food Ingredients: https://www.kraftfoodingredients.com/KFI/Kraft_sup_%c2%ae__sup__Process_Cheese/p/_13.aspx?

Kraft, N. (31 de Octubre de 1944). *Estados Unidos Patente nº US 2361775 A*. Obtenido de <https://www.google.ch/patents/US2361775>

Kumar, S., Jha, Y., & Singh, P. (2013). Influence of Adjuncts as Debittering Aids on the Sensory and Biochemical Properties of Enzyme Modified Cheese-Base. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 347.

Kussy, D., & Aylward, E. (2009). *Pasteurized Process Cheese* (Second edition ed.). (S. Clark, M. Costello, M. Drake, & F. Bodyfelt, Edits.) New York: Springer Science Business Media, LLC.

Lu, Y., Shirashoji, N., & Lucey, J. (2008). Effects of pH on the textural properties and meltability of pasteurized process cheese made with different types of emulsifying salts. *Journal of Food Science*(73), 363-369.

Mikkelson, D. (30 de Mayo de 2015). *Kraft Cheese Won't Melt?* Obtenido de Snopes: <http://www.snopes.com/food/ingredient/kraftmelt.asp>

Neelima, S., Rajput, Y., & Mann, B. (2013). Chemical and functional properties of glycomacropeptide (GMP) and its role in the detection of cheese whey adulteration in milk: a review. *Dairy Science & Technology*, 93(1), 21-43. Obtenido de <http://doi.org/10.1007/s13594-012-0095-0>

New Zealand Institute of Chemistry. (2008). *III-Dairy-E-Casein-1*. Obtenido de CASEIN PRODUCTS: <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3E.pdf>

NMX-F-093-1985. (1985). *ALIMENTOS. LÁCTEOS. QUESO TIPO CHEDDAR. FOODS LACTEOUS. CHEDDAR TYPE CHESSE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de Alimentos Lácteos. Queso Tipo Cheddar. Normas mexicanas: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-093-1985.PDF>

- NMX-F-098-1976. (1976). *DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS EN QUESOS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.* Obtenido de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-098-1976.PDF>
- NMX-F-100-1984. (1984). *DETERMINACIÓN DE GRASA BUTÍRICA EN QUESOS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.* Obtenido de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-100-1984.PDF>
- NMX-F-713-COFOCALEC. (2005). *SISTEMAS PRODUCTO LECHE - ALIMENTOS - LÁCTEOS - QUESO Y QUESO DE SUERO - DENOMINACIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.* Obtenido de <http://www.canilec.org.mx/Circulares2011/NMX-F-713-COFOCALEC-2005%20Queso%20y%20Queso%20de%20Suero.pdf>
- NOM-037-SSA2-2012. (13 de Julio de 2012). *NORMA Oficial Mexicana NOM-037-SSA2-2012, Para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias.* México. Obtenido de dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5259329&fecha=13/07/2012
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010. (05 de Abril de 2010). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-SCFI/SSA1-2010 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria.* Obtenido de www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010
- NOM-116-SSA1-1994. (1994). *DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN ALIMENTOS POR TRATAMIENTO TÉRMICO. MÉTODO POR ARENA O GASA.* Obtenido de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/116ssa14.html>
- NOM-121-SSA1-1994. (1994). *QUESOS: FRESCOS, MADURADOS Y PROCESADOS. ESPECIFICACIONES SANITARIAS.* Obtenido de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/121ssa14.html>
- NOM-121-SSA1-1994. (1994). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-121-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. QUESOS: FRESCOS, MADURADOS Y PROCESADOS. ESPECIFICACIONES SANITARIAS.* Obtenido de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/121ssa14.html>
- NOM-243-SSA1-2010. (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.* Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010
- O'Mahony, J., & Fox, P. (2013). Milk Proteins: Introduction and Historical Aspects. En P. L. McSweeney , & P. F. Fox (Edits.), *Advance Dairy Chemistry Volume 1A Proteins: Basic Aspects* (4th Edition ed., págs. 43-46). New York : Springer.
- OMS. (31 de Julio de 2015). *Reducir la ingesta de sodio para reducir la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares en adultos.* Obtenido de Biblioteca

- electrónica de documentación científica sobre medidas nutricionales (eLENA): http://www.who.int/elena/titles/sodium_cvd_adults/es/
- Original American Cheeses*. (2017). Obtenido de The wisconsin cheeseman: <http://www.wisconsincheeseman.com/blog/cheese-nation/original-american-cheeses/>
- Paxson, H. (2010). Cheese Cultures Transforming American Tastes and Traditions. *Gastronomica: The journal of food and culture*, 10(4), 35-47.
- PDPHOTOS. (16 de Diciembre de 2010). Keens cheddar cheese. Obtenido de <https://pixabay.com/en/keens-cheddar-cheese-cheddar-3514/>
- Phillips, F. (2014). *Coaching Dad*. BookBaby.
- Principal Families of Cheese. (2017). En P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan, & P. L. McSweeney, *Fundamentals of Cheese Science* (pág. 37). New York: Springer.
- PROFECO. (Noviembre de 2006). Quesos tipo americano. *Revista del consumidor*, 28-35. Obtenido de https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_06/quesos_nov06.pdf
- PROFECO. (2007). Queso panela (y sus imitaciones). *Revista del consumidor*, Marzo, 46-49. Obtenido de https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_07/quesos_mzo07.pdf
- PROFECO. (Julio de 2013). Quesos procesados Tipo americano o amarillo. *Revista del consumidor*, 32-41. Obtenido de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100439/RC437_Estudio_Calida_d_de_Quesos.pdf
- Quintanilla, C. (18 de Enero de 2015). *Investigarán 'queso amarillo plastificado' que se vende en Tabasco*. Recuperado el 29 de Marzo de 2017, de Informador.mx: <http://www.informador.com.mx/mexico/2015/571247/6/investigaran-queso-amarillo-plastificado-que-se-vende-en-tabasco.htm>
- Ramírez-Navas, J. S. (2016). Propiedades funcionales de los quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*(64), 40.
- Salque, M., Bogucki, P. I., Pyzel, J., Sobkowiak-Tabaka, I., Grygiel, R., Szmyt, M., & Evershed, R. P. (24 de Enero de 2013). Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe. *NATURE*, 493, 522.
- Secretaría de Salud. (02 de Febrero de 2016). *Manual de Etiquetado Frontal Nutricional*. Obtenido de Nuevo Etiquetado Frontal Nutricional: http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/55012/ManualEtiquetado_VF.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (Septiembre de 2016). *Boletín de Leche octubre-diciembre de 2016*. Obtenido de Servicio de Información

- Shirashoji, N., Aoyagi, H., Jaeggi, J., & Lucey, J. (Septiembre de 2016). Effect of tetrasodium pyrophosphate concentration and cooking time on the physicochemical properties of process cheese. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 6983-6994.
- Silva, R., Minim, V., Vidigal, M., Silva, A., Simiqueli, A., & Minim, L. (17 de Julio de 2012). Sensory and Instrumental Consistency of Processed Cheeses. *Journal of Food Research*, 1(3), 204-2013. Obtenido de <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jfr/article/view/18962>
- Snarkattack. (11 de Enero de 2010). Cheese curds. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/mspixieears/4271539372/>
- Tamang, J. P., & Samuel, D. (2010). Dietary Cultures and Antiquity of Fermented Foods and Beverages. En J. P. Tamang, & K. Kailasapathy (Edits.), *Fermented Foods and Beverages of the World* (pág. 18). Boca Ratón: CRC Press.
- Tamime, A. Y. (2011). Processed Cheese and Analogues: An Overview. En A. Y. Tamime, *Processed Cheese and Analogues*. Blackwell Publishing Ltd.
- Tao Zhang, Hui-Ping Liu, & Chun-Lin Cao. (2013). Comparison of the Flavor of Different Cheese Flavouring Agents Produced by Using Surface Ripening Bacterium and/or Enzymes. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 1380-1389.
- Tunick, M. (2014). *The Science of Cheese*. New York, USA: Oxford University Press.
- United States Department of Agriculture. (Mayo de 2016). *Basic Report: 01009, Cheese, cheddar*. Obtenido de National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 : <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list?qlookup=01009>
- USDA. (23 de 03 de 17). *01009, Cheese, cheddar*. Obtenido de United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference Release 28: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/9?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=01009&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>
- USDA Inspection and Grading Service1. (31 de Enero de 2017). § 58.736. Obtenido de Code of Federal Regulations: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-1999-title7-vol3/xml/CFR-1999-title7-vol3-sec58-736.xml>
- Villegas de Gante, A., & de la Huerta Benítez, R. (Enero-junio de 2015). Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos mexicanos genuinos. *Estudios Sociales*, XXIII(45), 213-236.

Wang, N. S. (2009). *EXPERIMENT NO. 1 CHEESE PRODUCTION FROM MILK*.
Obtenido de Biochemical Engineering Laboratory - University of Maryland:
<https://terpconnect.umd.edu/~nsw/ench485/lab1.htm>

Wolf, B. (03 de Agosto de 2016). *Say Cheese*. Obtenido de QSR:
<https://www.qsrmagazine.com/menu-innovations/say-cheese>

Anexo

Anexo 1. Aditivos alimentarios permitidos y límite máximo

La norma NOM-243-SSA1-2010 permite los siguientes límites máximos de aditivos alimentarios para quesos procesados:

ADITIVO ALIMENTARIO	LÍMITE MÁXIMO (mg/kg)
Reguladores de la acidez	
Ácido acético glacial	BPF
Ácido cítrico	BPF
Ácido fosfórico	9,000 (total de compuestos de fósforo añadidos, calculados como fósforo)
Ácido láctico	BPF
Carbonato hidrogenado de sodio	BPF
Conservadores	
Ácido propiónico	BPF
Ácido sórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio	3,000 (sólo o mezclado, expresado como ácido sórbico)
Nisina	12.5
Piramicina o natamicina	40 (Sólo para el tratamiento de la superficie)
Propionato de calcio, potasio y/o sodio	BPF (sólo para el tratamiento de la superficie)
Estabilizantes y espesantes	
Ácido algínico	BPF
Agar	BPF
Alginato de amonio	8,000 *
Alginato de calcio, potasio y/o sodio	BPF
Alginato de propilenglicol	8,000 *
Almidón acetilado	BPF
Almidón oxidado	10,000 *
Almidones modificados	10,000*
Carbonato de calcio	BPF
Carboximetilcelulosa	BPF
Carboximetilcelulosa de sodio	BPF

Carragenina y sus sales de potasio, sodio y amonio	8,000 *
Dextrinas	20,000
Fosfato de dialmidón, dialmidón acetilado, hidroxipropil dialmidón, monoalmidón y/o fosfatado de dialmidón	BPF
Goma arábica o acacia, de algarrobo, guar, karaya, tara y/o Xantana	BPF
Hidroxipropil almidón	BPF
Pectinas	BPF
Sal emulsificante	
Citrato de calcio	BPF
Citrato tripotásico	BPF
Fosfato de aluminio y sodio	1,000
Fosfato dihidrogenado de calcio	9,000
Fosfato dihidrogenado de potasio	9,000
Fosfato dihidrogenado de sodio	9,000
Fosfato hidrogenado de calcio	9,000 (total de fosfatos, calculados como fósforo)
Fosfato hidrogenado de Sodio (Ortofosfato monosódico)	9000 (solo o mezclado, calculado como pentóxido de fósforo)
Fosfato hidrogenado dipotásico	5,000 (solo o mezclado, expresado como sustancia anhidra)
Fosfato hidrogenado disódico	30,000 (solo o mezclado, expresado como pentóxido de fósforo)
Fosfato tricálcico	9,000 (solo o mezclado, calculado como pentóxido de fósforo)
Fosfato trisódico	9,000 (solo o mezclado, calculado como pentóxido de fósforo)
Pirofosfato dicálcico	9,000
Pirofosfato tetrapotásico	9,000
Pirofosfato tetrasódico	9,000
Polifosfato de calcio	9,000
Polifosfato de potasio	9,000
Polifosfato de sodio	9,000
Trifosfato pentapotásico	9,000
Trifosfato pentasódico	9,000

Colorante	
Beta caroteno sintético Anaranjado alimentos 5. No. C.I. 40800	600
Beta-apo-8'-carotenal Anaranjado alimentos 6. No. C.I. 40820	35
Caramelo Clase I	BPF
Clorofilas Verde natural 3 No. C.I. 75810	BPF
Curcumina Cúrcuma (Raíz de Curcuma longa L.) No. C.I. 75300	100
Dióxido de titanio Pigmento blanco 6. No C.I. 77891	BPF
Extracto de annato. Anaranjado natural 4. No. C.I. 75120	600 (calculado como bixina)
Riboflavina	BPF
Reforzador de textura	
Cloruro de calcio	BPF
Potenciador de sabor	
Glutamato monosódico	BPF
Emulsificante verdadero	
Lecitina	5,000 *
Mono y diglicéridos	2,000

*Tabla 14 Aditivos alimentarios permitidos para quesos procesados. Adaptado de: (NOM-243-SSA1-2010, 2010) (NOM-121-SSA1-1994, 1994). (FAO/OMS, 2011) (Fox & McSweeney, 2004) *Solo o mezclado con otros aditivos que tengan la misma función y que se listen en ese apartado. BPF: Buenas prácticas de manufactura*

Anexo 2. Producción nacional de queso. Periodo 2009 -Agosto 2016

Toneladas										
	Amari- llo	Chihua- hua	Crema	Doble Crema	Fresco	Man- chego	Oaxaca	Panela	Otros	Total
2009	43872	27449	16907	22950	41625	13232	17087	26688	11066	220876
2010	45598	29996	20543	24015	46820	26045	26706	40851	14719	275293
2011	45656	33070	19581	34853	41292	22641	24788	41740	11790	275411
2012	45460	34510	19339	43553	47250	28992	21796	43234	8417	292551
2013	45750	36939	18586	45420	56095	29940	20961	53799	8065	315555
2014	48049	39712	18778	46056	60913	27627	22061	53315	26359	342870
2015	48201	38394	32761	47837	62345	31504	22513	52632	27084	363271
2016*	31993	26355	21533	32996	42446	21990	15822	33530	19075	245740
Enero	3883	3465	2850	3730	5010	2773	1866	4099	2216	29892
Febrero	3636	3442	2381	3913	5191	2621	1899	3868	2157	29108
Marzo	4280	3380	2624	4114	5225	2937	1969	4336	2294	31159
Abril	4188	3849	2628	4226	5338	2393	1896	4170	2410	31098
Mayo	3952	3254	2757	4291	5405	2872	1926	4163	2508	31128
Junio	4114	2652	2775	4165	5250	2523	2126	4297	2410	30312
Julio	4016	3386	2724	4169	5348	2646	1887	4355	2445	30976
Agosto	3924	2927	2794	4388	5679	3225	2253	4242	2635	32067

*Tabla 15 Producción nacional de queso en toneladas. Periodo: 2009-2015 y Enero-Agosto 2016. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera , 2016). Con datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), INEGI. *Solo toma en cuenta el periodo de enero a agosto del 2016.*

Millones de pesos										
	Amari- llo	Chihua- hua	Crema	Doble Crema	Fresco	Man- chego	Oaxaca	Panela	Otros	Total
2009	1268	1474	579	591	1588	955	949	1173	488	9064
2010	1447	1537	634	617	1593	1326	1268	1737	589	10749
2011	1476	1784	624	885	1453	1489	1466	1954	502	11632
2012	1492	2002	658	1137	1793	1914	1371	2132	310	12809
2013	1473	2160	638	1176	2264	2047	1358	2711	281	14107
2014	1658	2432	671	1153	2516	2054	1452	2814	648	15398
2015	1715	2341	2013	1187	2401	2296	1418	2626	763	16760
2016*	1162	1601	1326	816	1641	1593	994	1661	544	11340
Enero	137	208	174	93	185	203	120	202	63	1384
Febrero	127	214	140	96	193	189	118	190	60	1327
Marzo	159	210	167	101	205	215	123	213	67	1461
Abril	152	231	168	105	211	176	119	208	70	1440
Mayo	145	197	168	106	210	208	134	207	68	1442
Junio	159	158	167	103	204	183	131	213	70	1390
Julio	143	204	165	103	210	192	115	218	71	1420
Agosto	141	179	178	108	224	228	135	210	75	1477

Tabla 16 Valor de producción nacional de queso en millones de pesos. Periodo: 2009-2015 y Enero-Agosto 2016. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera , 2016). Modificado con datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), INEGI.

**Solo toma en cuenta el periodo de enero a agosto del 2016.*

Anexo 3. Estudio: El laboratorio Profeco reporta: Quesos procesados Tipo americano o amarillo.

El estudio de Profeco se realizó del 26 de febrero al 15 de mayo del 2013. Se analizaron 39 marcas y se realizaron 4,293 pruebas. Se usaron las normas NOM-002-SCFI-2011 (Productos Preenvasados. Contenido neto), NOM-243-SSA1-2010 (Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos) y NOM-051-SCFI/ SSA1-2010 (Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados). Se reportó la humedad, grasa y tipo de grasa (butírica o vegetal), grasa saturada, grasas trans (solo en imitaciones de queso tipo americano), contenido de sodio, proteína, carbohidratos y presencia de almidón.

Las marcas que cumplieron con los requisitos para considerarse queso tipo americano y que se usaron para el cálculo de la información nutrimental promedio de la sección 5.2. Nutrición fueron: Great Value, Singles Kraft, Caperucita, LALA, Singles Kraft ("extra grueso"), Esmeralda, Noche Buena, Chalet, FUD y Aguascalientes (en total de 10 marcas)

Las marcas que se clasificaron como análogos de queso tipo americano y que se usaron para el cálculo de la información nutrimental promedio de la sección 5.2. Nutrición fueron: Chipilo, Chalet, Nutri Leche, BURR, La Villita, Franja, Blue House, Rico lac, Frankly, El Rancherito, Mily, Nestlé, La Campesina Suiza, SORIANA, Aurrera, El Ciervo, Establo San Miguel, L'Castell, Biolac, Premier plus, Gallo Dorado y Ke Precio (en total de 22 marcas)

No se usaron para el cálculo de la información nutrimental otras marcas que se denominaban como queso tipo americano pero contenían grasa vegetal (PARMA Sabori, CAMELIA, L de M Sandwich FOOD SERVICE, Paulet) ni quesos reducidos en grasa (LALA, Singles Kraft) o su imitación (Svelty Nestlé)

Anexo 4. Calculo de aporte nutrimental

Aporte de una rebanada de 17.5 gramos.

$$\left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}}\right) \left(\frac{x \text{ gramos nutriente}}{100\text{g}}\right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{y \text{ g nutriente}}\right)$$

- Queso tipo Americano

Grasa total

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}}\right) \left(\frac{23.1 \text{ gramos nutriente}}{100\text{g}}\right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{78 \text{ g nutriente}}\right) = 5.1\%$$

Proteína

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}}\right) \left(\frac{14.7 \text{ gramos nutriente}}{100\text{g}}\right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{75 \text{ g nutriente}}\right) = 3.43\%$$

Carbohidratos

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}}\right) \left(\frac{7.9 \text{ gramos nutriente}}{100\text{g}}\right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{300 \text{ g nutriente}}\right) = 0.5\%$$

Grasa saturada

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}}\right) \left(\frac{14.1 \text{ gramos nutriente}}{100\text{g}}\right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{16 \text{ g nutriente}}\right) = 15.4\%$$

Grasas trans

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}}\right) \left(\frac{0 \text{ gramos nutriente}}{100\text{g}}\right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{2 \text{ g nutriente}}\right) = 0\%$$

Sodio

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}}\right) \left(\frac{1487.4 \text{ gramos nutriente}}{100\text{g}}\right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{2000 \text{ g nutriente}}\right) = 13\%$$

- Queso análogo

Grasa total

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}} \right) \left(\frac{21.6 \text{ gramos nutriente}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{78 \text{ g nutriente}} \right) = 4.8\%$$

Proteína

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}} \right) \left(\frac{3.8 \text{ gramos nutriente}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{75 \text{ g nutriente}} \right) = 8.9\%$$

Carbohidratos

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}} \right) \left(\frac{18.2 \text{ gramos nutriente}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{300 \text{ g nutriente}} \right) = 1.1\%$$

Grasa saturada

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}} \right) \left(\frac{9.2 \text{ gramos nutriente}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{16 \text{ g nutriente}} \right) = 10.1\%$$

Grasas trans

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}} \right) \left(\frac{7.3 \text{ gramos nutriente}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{2 \text{ g nutriente}} \right) = 63.9\%$$

Sodio

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{17.5 \text{ g}}{1 \text{ rebanada}} \right) \left(\frac{1105.7 \text{ gramos nutriente}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{2000 \text{ g nutriente}} \right) = 9.7\%$$

- Grasa trans en una rebanada de queso americano

Grasa trans en 100g de butírica: 4g

Grasa en 100g de queso tipo americano: 23.1 g

$$\left(\frac{4 \text{ gramos trans}}{100 \text{ g grasa butirica}} \right) \left(\frac{23.1 \text{ gramos grasa butirica}}{100 \text{ gramos queso americano}} \right) = \frac{0.924 \text{ g trans}}{100 \text{ g queso americano}}$$

$$1 \text{ rebanada} \left(\frac{4 \text{ gramos trans}}{100 \text{ g grasa butirica}} \right) \left(\frac{23.1 \text{ gramos}}{100 \text{ gramos queso americano}} \right) \left(\frac{17.5 \text{ g de queso real}}{1 \text{ rebanada}} \right) \\ = 0.1617 \text{ g grasas trans}$$

$$0.1617 \text{ g grasas trans} \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{2 \text{ g grasas trans}} \right) = 8.1\%$$

- Aporte aproximado de colesterol en queso tipo americano

270mg colesterol por 100 gramos de grasa butírica

$$17.5 \text{ g queso americano} \left(\frac{270 \text{ mg colesterol}}{100 \text{ g butirica}} \right) \left(\frac{23.1 \text{ g butirica}}{100 \text{ g de queso americano}} \right) \\ = 10.9 \text{ mg colesterol}$$

$$10.9 \text{ mg colesterol} \left(\frac{100\% \text{ IDR}}{200 \text{ mg colesterol}} \right) = 5.5\%$$