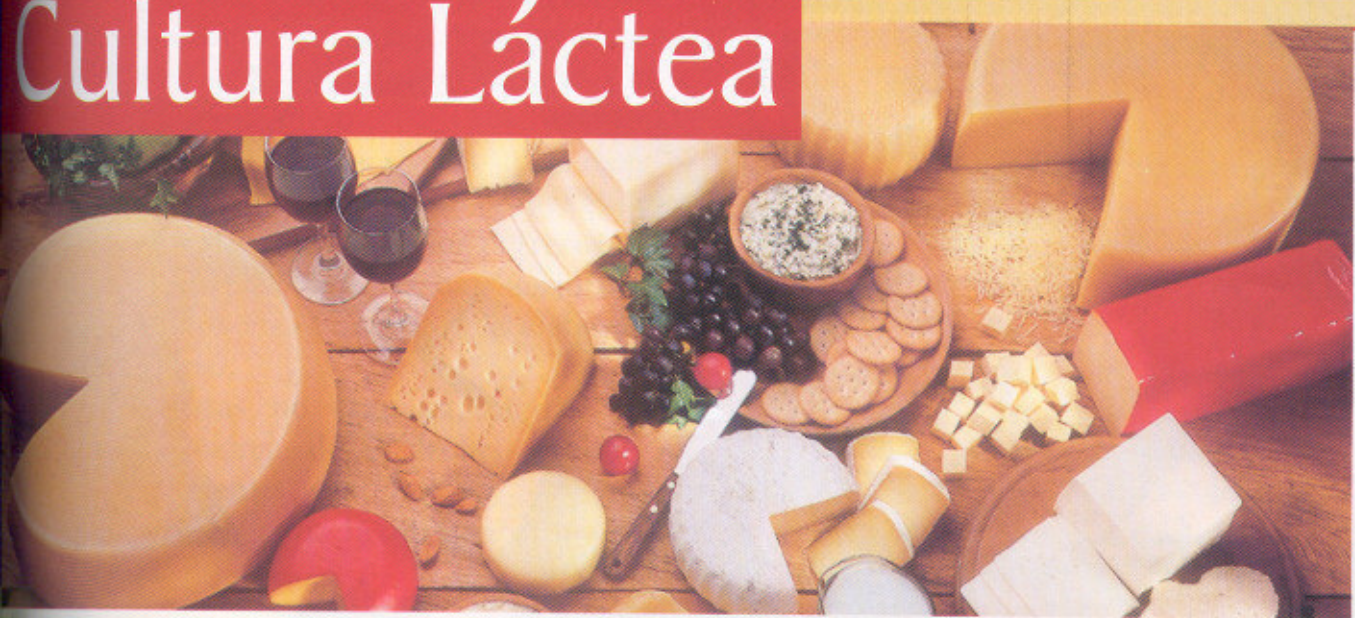


La industria
del queso en
COLOMBIA

Cultura Láctea



Q.F. JAIME ARANGO A.

RESUMEN

Después de la leche fluida, higienizada, es el queso el producto más importante de la industria láctea, en cuanto al consumo y a la producción mundial.

No hay lugar en donde se produzca leche, que no tenga una variedad interesante de quesos. Es así como en Francia hay más de 350 clases de quesos y con ellos compiten: Holanda, Suiza, Alemania, España, etc.

En este trabajo presentaremos los autóctonos colombianos, entre los cuales tenemos solamente uno: el queso Paipa o paipano, que es considerado entre la variedad de quesos maduros. Los demás son quesos frescos y de ellos tenemos los ácidos de pasta hilada y los campesinos.

SUMMARY

After fluid, hygienic milk, cheese is the most important product in the milk industry in terms of consume and worldwide production.

There's no place where milk is produced that does not have an interesting variety of cheeses. So to say, in France there are more than 350 classes of cheeses and Holland, Switzerland, Germany, Spain and other countries compete with them.

In this work we're presenting autoctonous colombian cheeses, among which the Paipa cheese or paipano is the only one considered a matured cheese. The rest are fresh cheeses and among them are the ranch-type (campesino) and acid string cheeses.



HISTORIA

Nadie puede precisar cuándo fue que el hombre inició la elaboración del queso. Algunos estiman que poco después de la domesticación de la vaca, las ovejas y las cabras, alrededor del año 3500 antes de Cristo.

La tecnología de la elaboración del queso ha ido a la par con las civilizaciones, en algunas de las cuales se encuentran leyendas en donde se hace alusión a la fabricación del queso mismo.

En la mitología griega se encuentran indicios de su fabricación en las narraciones escritas en torno al mítico pastor Aristeo, hijo de la Ninfa Cirene y del dios Apolo, a quien el Centauro Cirón le reveló los secretos de la fabricación del queso.

Desde el momento en que el hombre empezó a domesticar los animales, mejoró su nivel de vida, sacó leche de las ovejas y cabras y un día, puede que por casualidad, la leche sobrante dejada al aire libre se cuajó, debido a los gérmenes, que para esa época eran desconocidos.

Al producirse el desuero y al evacuarlo, se obtuvo el queso.

Las cabras y las ovejas formaban el rebaño de Ulises, como lo expresa Homero; pastaban en los potreros y con ellos, los pastores, pasaban sus jornadas, ocupados en el ordeño y la elaboración del queso.

Las vacas no eran explotadas en la producción de la leche, ya que su rendimiento era bajo y solamente alcanzaba para la alimentación de la cría.

El ganado bovino era aprovechado para el trabajo en el campo, para el transporte, como proveedores de carne y cueros para la industria y el vestido.

La migración de la población pastoril, contribuyó a la expansión del queso, a todas las partes del mundo.

Las tribus nómadas utilizaban zurrones, hechos con las pieles de los animales y para transportar los sobrantes de la leche, los cuales se fermentaban por la acción de las bacterias, provocando su coagulación. Estas cuajadas ácidas permanecían compactadas durante algún tiempo para luego romperse por el movimiento de los animales durante sus desplazamientos, ocasionando la liberación del suero y el endurecimiento de la cuajada.

"Esta xilografía de la "Cónica Suiza", del historiador Johannes Stumpf, data del año 1548 y documenta cómo se elaboraba el queso en el siglo XVI".



(Fotografía tomada de Revista de Geografía Universal. El queso en la Historia. 1980. Pág. 10).

El suero era separado de la masa y se consumía como bebida refrescante para el hombre y como alimento para los animales, mientras que la cuajada, preservada por la coagulación ácida y la adición de sal, era consumida como queso en la alimentación del pueblo.

Las condiciones de vida de estos pueblos obligaban a los ganados a cambiar de lugar, con la correspondiente variación de alimentos, climas, costumbres y como resultado de ello, los cambios en la composición de la leche, en especial en el contenido de grasa, con lo cual se obtienen variaciones en las características organolépticas de los quesos: consistencia, aroma y gusto.

Del largo camino en la historia del queso y en la industria de la quesería, en el correr de los siglos, considerando la denominada antigüedad, pasando por la edad media y hasta nuestros días, habría muchas cosas interesantes que contar, pero nos ceñiremos a algunos episodios de importancia.

En la edad media, en los Alpes, se ejercían actividades queseras por parte de algunas congregaciones religiosas, quienes tenían en la leche, el vino y los quesos una gran fuente de ingresos.

Al transferir los religiosos las queseras a los llanos, con pastos cultivados y con riegos, se incrementó la producción de la leche y con ella hubo un gran desarrollo de su consumo y de la producción de quesos.

En el siglo XIII, la industria quesera adquirió gran importancia en Italia, Inglaterra y Francia, en donde el queso más famoso era el Brie.

Entre los quesos italianos se destacaban: el Gorgonzola, el

"Esta xilografía de la "Cónica Suiza", del historiador Johannes Stumpf, data del año 1548 y documenta cómo se elaboraba el queso en el siglo XVI"



Parmesano y el Marzolino, éste era fabricado con una mezcla de leche de cabra y de vaca.

En Suiza se fabricaba y se comercializaba el Gruyere.

En Inglaterra se inicia la producción del queso Cheddar, que se fabricaba con una mezcla de leche de vaca y oveja, descremado.

En Dinamarca el queso de mayor producción era el Tybo.

En Holanda se fabricaba el Edam, el cual también era elaborado en Suiza y Noruega.

En Suiza se inicia la producción del Emmental, el cual se comercializaba en Italia.

En el año 1500, la leche bovina había desplazado casi por completo a la leche ovina y caprina, debido al incremento de producción del ganado bovino.

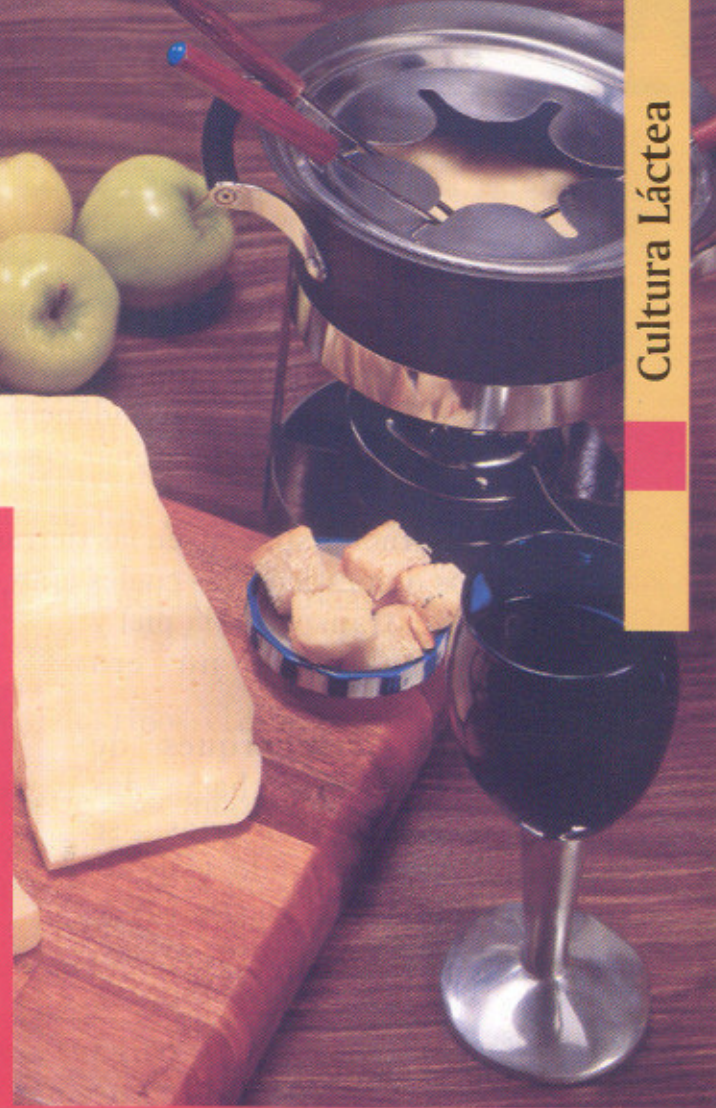
En esta época se registran algunos adelantos en los métodos de fabricación, siendo los más importantes el uso de la cocción de la leche, que daba mayor higiene al queso y por lo tanto mayor duración. Sustitución de los elementos prensos por madera, varió el sistema de salazón y se adoptó el uso del azafrán como colorante.

En el siglo XVIII, se inicia en Suiza la estabulación de los ganados, llevándoles el alimento a los rebaños en lugar de seguir tras ellos, en el campo.

El más grande de los adelantos en la industria quesera, tiene lugar en el siglo XIX, cuando se desarrolla la ciencia quesera y se estandarizan los procesos.

En ese siglo Jhon Tyndall, físico Irlandés, descubre las esporas resistentes al calor y de ello nacen los primeros cuajos industriales.

El más antiguo de todos los cuajos, mencionado por Homero en la Ilíada, se encuentra en el jugo de la higuera



La Industria del queso en Colombia.

EL QUESO EN COLOMBIA

Al llegar los conquistadores al nuevo mundo, se sorprendieron al encontrar que los aborígenes no disponían de animales domésticos, diferentes al perro, lo cual se explicaba por el hecho de la abundancia de producción silvestre, por lo cual no requería a los indígenas almacenar cosechas o criar animales en previsión del futuro.

Los Incas Andinos disponían en las tierras de Bolivia, Ecuador, Chile y Argentina de camélidos domésticos, los cuales eran criados y levantados para el trabajo del campo, para el transporte, la piel y la carne, su leche no era mencionada.

Los primeros embarques de animales domésticos hacia las tierras recién descubiertas, se realizaron en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año de 1493, en el cual trajeron: cerdos, ovejas, caballos, bovinos y otras especies menores.

Los animales importados por los conquistadores, se dispersaron por todas las regiones en donde atracaban los barcos españoles. Debido al clima, a la feracidad de sus tierras, los animales se reprodujeron asombrosamente.

En Colombia, pronto se inició la manufactura de los quesos, cuyas técnicas fueron traídas por los españoles y transmitidas a los indígenas a medida que iban siendo conquistadas las diferentes regiones de la costa y del interior del país.

El tipo de queso fabricado fue el queso fresco, que es aquel que una vez elaborado queda disponible para su consumo; es un queso de



La Industria del queso en Colombia.

vida útil muy corta, presentándose variaciones entre las diferentes regiones, debidas principalmente a las condiciones climáticas, a la ración alimenticia, calidad de pastos, razas, conocimiento y calidad del ordeño. En la costa Atlántica se desarrolla el queso costeño, llamado también queso picado y queso de banco, el cual tiene un alto contenido de sal, que se le adiciona para preservarlo y darle una mayor vida útil, por las condiciones climáticas tan adversas de la región.

En las áreas rurales de clima frío se desarrolló el queso campesino, que es un queso fresco, muy húmedo y suave, de corta vida útil, obtenido por coagulación enzimática, empleando para ello cuajos de diferentes procedencias.

La manera de trabajar la cuajada fue variando de una región a otra, dando quesos diferentes, que se conocen así:

El queso campesino, cuya producción está difundida por todas las regiones campesinas de Colombia y se conoce con diferentes nombres, según donde se produzcan.

En Antioquia hay dos tipos: el quesito antioqueño y el queso blanco.

En la costa Atlántica se conocen cuatro tipos: queso de banco o queso picado, el queso amasado o queso blanco, el atoyabuey, que es un queso fermentado y que se prepara en totumos, el queso repollo, que es de pasta hilada, producido en el sur del departamento de Bolívar, en Magangué.

En la Altiplanicie cundiboyacense se producen: queso doble crema, es ácido de pasta hilada.

La cuajada, es un queso campesino, sin amasar y sin prensar, de muy corta vida útil y generalmente se consume con miel o panela picada o raspada.

El queso pera, se produce en varias regiones, especialmente en Belén (Boyacá).

El quesadillo, es una variedad compuesta por un trozo de bocadillo recubierto con queso pera.

En el Tolima grande, el quesillo que es un queso ácido, de pasta hilada, en el cual se utiliza como medio coagulante el suero de quesería, ácido.

El queso de mano, producido en los Llanos Orientales, Santanderes y oriente de Boyacá, es ácido de pasta hilada.

El queso de bola, es producido en el Viejo Caldas y el Valle del Cauca, es el queso campesino amasado y en forma de bola, generalmente se expende envuelto en hojas de plátano quebrantadas y amarradas con guasca del tronco de la misma planta.





El queso nariñense, se produce en Nariño, es un tipo de queso campesino, amasado y molido, de muy corta vida útil.

El queso paipa o paipano, es un queso semimadurado, elaborado con tecnología campesina, de una vida útil prolongada.

Más adelante expondremos las tecnologías autóctonas colombianas de cuatro variedades de estos quesos.

MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS PARA LA FABRICACIÓN DE QUESOS

LA LECHE

Es producida por las hembras de diferentes especies de mamíferos, de todas ellas se puede obtener queso. Se prefiere la de la vaca porque es la más abundante en la naturaleza; en segundo término la leche de ovejas, cabras y búfalas.

La leche es un producto extremadamente variable en su composición, no solamente de una especie a otra sino también entre las razas de la misma especie y más aún, entre los individuos de una misma raza. La naturaleza de la leche, explica la gran variedad de quesos que existen, ya que pequeñas diferencias en la composición, tienen repercusiones en las propiedades del queso.

La leche es un líquido complejo, en la que sus diferentes componentes se encuentran en diversos estados, así: La grasa y las vitaminas liposolubles A, D, E y K, se encuentran formando una emulsión, la caseína y algunas sales de la leche en forma de dispersión.

Las albúminas, las globulinas, la lactosa, algunas sales minerales y las vitaminas hidrosolubles se encuentran en solución.

COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE ALGUNOS MAMÍFEROS, EN 100g DE LECHE

Composición	Vaca	Cabra	Oveja	Búfala
Extracto seco	12.5 g	13.6 g	19.1 g	17.8 g
Grasa	3.5 g	4.3 g	7.5 g	7.5 g
Lactosa	4.7 g	4.5 g	4.5 g	4.7 g
Sales minerales	0.8 g	0.8 g	1.1 g	0.8 g
Materia nitrogenada.	3.5 g	4.0 g	6.0 g	4.8 g
Caseína	2.7 g	3.0 g	4.6 g	3.8 g

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CADA UNO DE LOS COMPUESTOS DE LA LECHE DE VACA

Componentes	Composición Porcentual	Constituyentes
Grasa	3.46g	Mono, di y triglicéridos.
Fosfolípidos	0.04g	Lecitina, cefalina, esfingomiolina.
Proteínas	3.50g	Caseínas: Alfa, Beta, gamma y kappa, lactoalbúminas, lactoglobúlinas, inmunoglobulinas, seroalbúminas, proteosas, peptonas y sustancias nitrogenadas no protéicas.
Lactosa	4.7g	Disacáridos: Glucosa y galactosa.
Sales y minerales	0.8g	Calcio, magnesio, sodio, fosfatos, hierro, manganeso, cobre, cobalto etc.

La Industria del queso en Colombia.

La composición de la leche determina su calidad nutricional y su valor como materia prima para la transformación en productos lácteos.

Contribuyentes menores

Pigmentos: Carotenos, xantofila, riboflavina.

Enzimas: Lipasa, proteasa, reductasa, lactoperoxidasa, catalasa, Oxidasa.

Vitaminas: Liposolubles, hidrosolubles:

Liposolubles: A, D, E, K.

Hidrosolubles: B1, B2, B6, B12, C, Nicotinamida, Biotina, Ácido Fólico, Ácido Pantoténico.

Gases: Oxígeno, nitrógeno, gas carbónico.

Material celular: Células epiteliales, leucocitos.

Microorganismos: Bacterias: flora normal de la ubre.

Gérmenes contaminantes: Flora patógena, hongos, levaduras.

Material extraño: Desinfectantes, semillas, paja, hojas, tierra e insectos.

INSUMOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS

CLORURO DE CALCIO

Calidad alimenticia, fórmula química CaCl_2 .

Cuando se utiliza la leche cruda en la fabricación del queso, no es necesario utilizar el cloruro de calcio, porque la leche cruda tiene una buena capacidad de coagulación.

Esta cualidad la han perdido las leches que han sufrido un proceso térmico de pasteurización o ultra pasteurización, o un proceso más casero como la ebullición. Igualmente son de mala coagulación las leches obtenidas al final del período de la lactancia, las leches adicionadas de agua, las leches con adición de bicarbonato, las procedentes de ganado mastítico y las ricas en albúmina y globulinas, como las calostrales.

La capacidad de la leche para formar un coágulo firme, es importante para el desuerado y para la fabricación de un buen queso.



Un bajo contenido de iones de calcio en la leche, produce una mala capacidad de coagulación, la cual se recupera por la adición del cloruro de calcio en concentración máxima de 20 gramos por 100 litros de leche, disolviéndolo en 10 veces su volumen de agua tibia y agregándolo a la leche, 20 o 30 minutos antes de agregar el cuajo. Los iones de calcio funcionan como puentes entre las micelas de fosfocaseinato, constituyendo un factor importante para el tamaño

de las partículas de la cuajada, para normalizar el tiempo de la coagulación, para la firmeza del coágulo, para el desuero de la cuajada y para la regulación de este desuero. Una dosis excesiva de cloruro de calcio, produce un coágulo muy duro y unos quesos muy secos.

NITRATO DE POTASIO

Llamado sal nitro.

Fórmula química: KNO_3

Se utiliza en la fabricación de quesos madurados, para evitar la hinchazón tardía de los mismos.

En quesos no madurados se puede presentar una hinchazón denominada precoz, en las primeras 48 horas, debido a la presencia de bacterias coliformes, que transforman la lactosa y los citratos, con producción de ácido láctico, ácido fórmico, ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno.

El hidrógeno es muy poco soluble en agua, ocasiona muchos y pequeños ojos en el queso.

Cuando se forma hidrógeno por acción de los coliformes, éste puede reaccionar con el oxígeno del nitrato, con formación de agua y por ello se evita la hinchazón.

Es importante señalar que el nitrato no inhibe el crecimiento de los coliformes ni el desarrollo del mal sabor.

Podemos mejorar las condiciones de la cuajada, provocando una acidificación rápida y eficiente, para que las bacterias lácticas transformen la lactosa durante el primer día y para que los coliformes no puedan formar gas a partir de la lactosa, lo cual se inhibe por la producción del ácido.

La hinchazón producida en los dos primeros días, es conocida con el nombre de temprana, para diferenciarla de aquella que se presenta en los quesos de maduración, hacia la segunda semana, que es producida por las bacterias ácido butíricas (*Clostridium perfringens*), los cuales provienen de la tierra y los ensilajes mal elaborados.

El daño que ocasionan al queso se debe a la formación de ojos muy grandes y sabor impuro, fétido, amargo y dulce.

El nitrato no inhibe el desarrollo de las bacterias ácido butíricas sino que al reducir los nitratos a nitritos (NO₂) éstos son tóxicos para las bacterias, igualmente son tóxicos para el hombre, por la formación de nitrosamina, por ello se debe ser muy prudentes en su uso. La dosis máxima es de 20 gramos para 100 litros de leche.

Una sobredosificación de nitrato, además de peligrosa, puede producir en el queso un color rojo.

Su adición a la cuajada debe hacerse antes de agregar el cuajo, junto con el cloruro de calcio, en una misma solución o por separado.

COLORANTES

El color amarillo de los quesos, se debe a la presencia de los carotenoides existentes en la grasa de la leche y a las lactoflavinas (riboflavina) procedente de los pastos verdes, que se encuentra en solución en la fase acuosa de la leche, su contenido varía durante el año según la época y la calidad de los pastos y forrajes.

Para tener una coloración uniforme y la intensidad requerida, es necesario agregar un colorante vegetal, en solución, antes de agregar el cuajo.

En la industria del queso solamente se permiten los colorantes vegetales entre los que se cuentan: El achiote, el azafrán, el pimentón y la clorofila.

La adición siempre debe hacerse en forma de solución, en agua hervida y fría, la cual facilita su estandarización en el producto.

La dosificación para su uso, la fija el técnico de acuerdo con la coloración deseada en el producto final.

DECOLORANTES

En algunos casos es necesario una decoloración para imitar otros quesos así: El queso mozzarella, fabricado con leche de vaca, se le adiciona un decolorante para asimilarlo al mozzarella elaborado con leche de cabra u oyeja.

Para lograr la decoloración deseada se adicionan el caroteno y la clorofila. Estos dos colorantes aplicados en una proporción adecuada, hacen que el queso adquiera un color blanco.

La dosis de la clorofila es de 8 a 10 gramos por cada 100 litros de leche, una sobredosis puede producir un color plomizo o verde.

Los colores rojos, negros, azules y otros, que a veces se presentan en el mercado, son debidos a parafinas coloreadas, a empaques plásticos o tierras especiales, que son empleadas para preservar la corteza de los quesos.



CLORURO DE SODIO

Llamado también sal de cocina.

Fórmula química: NaCl

La sal se utiliza para mejorar el sabor de los quesos y además ayuda a preservarlos.

La cantidad depende del tipo de queso y según la tecnología empleada para su fabricación.

Los quesos de zonas cálidas, por lo general son más salados. La dosis varía del 1 al 3%.

MÉTODO DE SALADO

Son varios los métodos para la aplicación de la sal, así:

1. Aplicación de la sal en el suero de la cuajada. No hay una regla fija que nos indique cuánta es la cantidad de sal y en qué momento se debe agregar.

Antes de agregar la sal al suero, se debe eliminar un 30% a un 50 % del volumen que contenga la tina, después de haber agitado la masa durante 15 minutos y de un reposo de 5 minutos. Para ello, en una fracción del suero que se elimina, se disuelve la sal y esta salmuera concentrada se adiciona sobre la cuajada, se revuelve durante unos 10 minutos y se deja reposar durante 5 minutos. Se evacúa el suero y la masa se lleva a los moldes para luego prensarlos.

2. Salado sobre la masa escurrida: para ello se elimina el suero desprendido, se escurre la masa, se accionan los mezcladores y la sal se adiciona al voleo sobre la cuajada que se encuentra en agitación y luego de 15 a 20 minutos de revolver la masa, se elimina un suero lechoso, graso y salino que se desprende en esta parte del proceso.



La Industria del queso en Colombia.

3. Salado en salmuera: una vez hecha la cuajada y eliminado el suero dulce, la masa se lleva a los moldes y se prensa. Se retiran los quesos de los moldes y se llevan a la salmuera.

La salmuera está compuesta por un solvente, que es agua limpia, a temperatura ambiente, con 18 a 25% de sal, además se acostumbra adicionarle sustancias antimicóticas y enfriarla de 4 a 8°C y mantenerla a esta temperatura.

Después de cada uso se debe ajustar la concentración de la sal, reprocesarla térmicamente y filtrarla, cuando las condiciones lo requieran.

El tiempo del salado en la salmuera va de algunas horas a varios días, según el

peso de los quesos.

Este tipo de salado se recomienda para los quesos de maduración y los de pasta dura, tanto maduros como frescos, es el caso del queso picado costeño.

4. Aplicación de la sal en seco; para ello se aplica en forma manual, estregando la sal sobre las distintas caras del queso y en forma repetitiva.

Una segunda alternativa del salado en seco, se aplica al queso colombiano semimaduro, el queso paipa o paipano, en el cual a medida que se echan las capas de cuajada en el molde, se intercalan porciones de sal en polvo, para aplicar luego el sistema característico de prensado.

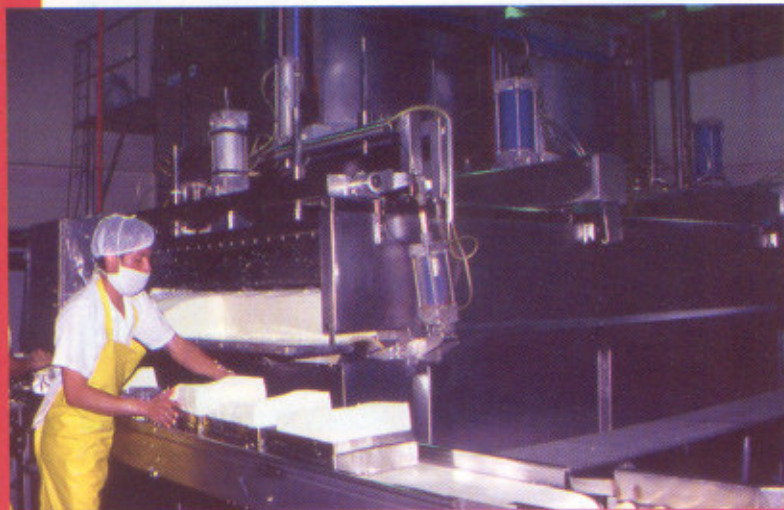
CULTIVOS LÁCTICOS

La mayoría de los quesos de maduración, se obtienen por la acción de cultivos lácticos, ya prefabricados y especializados, los cuales se adicionan en la leche, en el tanque de proceso, antes de agregar el cuajo, a unos 30 a 32°C de temperatura.

La transformación de la lactosa, en ácido láctico, por la acción de las bacterias (cultivos), tiene gran influencia en la elaboración de los quesos maduros.

La acidificación influye en la coagulación, el desuerado, la conservación, la consistencia, el sabor, el aroma y la maduración de los quesos.

En los quesos de pasta hilada: El mozzarella, el pera, el doble crema, el queso de mano, el quesillo, etc. La capacidad del hilado está en función de la acidez y ésta es conveniente que sea producida por un cultivo lácteo adicionado y no por la flora natural de la leche cruda.



La Industria del queso en Colombia.

La rápida acidificación de la cuajada evita la proliferación de las bacterias patógenas y putrefactivas.

Cuando se trabaja con cultivos lácticos, reactivados en la empresa, a partir de cepas liofilizadas, se emplean en la proporción de 0.1 a 2%, y si se trabaja por inoculación directa, con el producto en polvo liofilizado, ésto se hace por unidades, las cuales son recomendadas por las casas fabricantes de dichos productos.

La acidificación láctica se realiza principalmente en la masa líquida y luego continúa en el queso hormado durante la maduración.

Los gérmenes de los cultivos de quesería no sólo se caracterizan por la producción de ácido, sino que éstos también participan en la degradación de las proteínas, que influyen en las características específicas del producto elaborado.

La composición de los cultivos lácticos varían según las distintas clases de queso. Ver cuadro.

Clases de Quesos	Especies o Cepas	Acidificación	Dosis
Pasta Blanda y Firme.	<i>Streptococcus lactis, streptococcus cremoris.</i>	Activo	2%
Pasta Firme y Dura.	<i>Streptococcus lactis, streptococcus casei Leuconostoc citrovorum.</i>	Pasivo	4%
Pasta Firme y Dura.	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Solo hasta pH 5.0	0.1%
Pasta Dura.	<i>Lactobacillus bulgaricus, lactobacillus helveticus.</i>	Intensa a temperaturas mayores de 50°C.	0.04 %

Para quesos de pasta dura y firme se emplean bacterias que desarrollan lentamente la acidez. En cambio para quesos de pasta blanda se utilizan cultivos de acidificación rápida.

Para la acidificación de algunos tipos de quesos, se adicionan cultivos especiales para darles sus características típicas, ejemplo: quesos con hongos.

ENZIMAS COAGULANTES

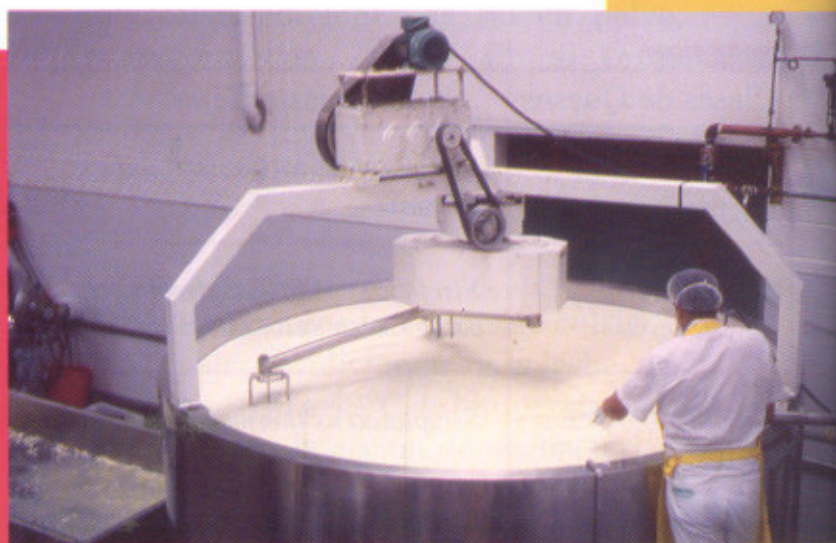
El método más frecuente para la coagulación de los quesos es el enzimático y el agente coagulante utilizado es el cuajo animal, que contiene la enzima quimosina, fermento lab o renina. Aunque existen muchas enzimas capaces de coagular la leche, no todas son aptas para este proceso, por su actividad proteolítica no específica, ya que si es demasiado elevada, puede afectar la consistencia, reblandeciendo el queso y produciendo sabores amargos.

Debido a la escasez de cuajares de terneros, se ha investigado en la búsqueda de cuajos sustitutos. Lo primero, se ensayó con pepsinas, luego con enzimas vegetales y por último con enzimas microbianas principalmente las fúngicas.

De estas investigaciones se han obtenido enzimas muy especiales, que poseen ventajas tecnológicas muy interesantes que reemplazan los cuajos de procedencia animal.

Los sustitutos que han sido estudiados son:

- Pepsina de cerdo
- Proteasa mucor miehei
- Proteasa mucor pusillus
- Proteasa endothia parasítica
- Quimosina genética



CUAJOS GÁSTRICOS

La quimosina, cuyo pH óptimo de actividad proteolítica es próxima a 4.0, predomina en el estómago de los terneros recién nacidos y permanece en abundancia y en la forma más pura los primeros 15 días de vida del ternero, cuya alimentación es únicamente la leche de la madre; a partir del momento de iniciar el consumo de otros alimentos, la quimosina se va sustituyendo por pepsina hasta llegar a la mayor concentración de ésta, en la edad adulta de la res.

En los animales monogástricos, como el cerdo, predomina la pepsina y la quimosina se encuentra en mínima proporción.

La quimosina se obtiene por extracción ácida del estómago abomaso de los rumiantes, en forma inactiva como proquimosina, la cual se transforma en enzima activa, por un proceso catalítico acelerado por los iones H^+ la activación es instantánea a un pH de 2.0.

La actividad coagulante de la quimosina se suspende cuando el pH supera el valor de 7.5, en forma irreversible; su estabilidad depende del pH, siendo la zona de mayor estabilidad entre pH 5.3 y 6.3.

OBTENCIÓN DEL CUAJO ANIMAL

Se realiza por extracción de los cuajares de los terneros de no más de 15 días de nacidos.

Los cuajares o abomasos, se retiran del animal, se limpian de venas y sebos, se parten en tiras, se salan y se ponen a secar en locales secos, aireados y a temperaturas no mayores de 35°C.

Las tiras de los cuajares secos o congelados se llevan a una salmuera al 10% de sal, más un 5% de ácido bórico, glicerina o ácido benzoico.

Cuando el medio extractivo carece de acidez, la extracción puede durar de seis a ocho días, transcurrido este tiempo, se debe bajar el pH a 4.0.

Si la extracción se hace en medio ácido, pH 4.0 y a 20°C, demora tan sólo tres días.

El líquido se purifica parcialmente por filtración, luego se precipita la enzima con solución de cloruro de sodio o de potasio, se filtra y la pasta húmeda resultante se seca a temperatura inferior a 50°C.

Se calcula que son necesarios 1.5 a 2 cuajares de ternero, cada uno de 60g, para obtener un litro del extracto comercial, con una fuerza de cuajada de 1:10.000.

El extracto de quimosina contiene de 10% a 20% de pepsina.

CUAJO EN POLVO

El cuajo en polvo comercial se obtiene de una mezcla de extracto de cuajo salado y un vehículo en polvo inerte como: lactosa, almidones, harinas, etc.

La liofilización puede ser la manera más técnica para el secamiento de los extractos, pero sería a unos costos muy elevados.

Desde hace varios años se extrae la pepsina del pollo, que es utilizada en quesería en varios países, debe controlarse su uso por su alto poder proteolítico.

En la práctica se recomienda utilizarla, haciendo una mezcla con quimosina de ternero, 70% de éste y 30% de pollo.

PEPSINAS BOVINAS

La pepsina de los bovinos puede representar hasta un 15% de la actividad coagulante total. Las pepsinas se diferencian de las quimosinas por su contenido de fósforo, no existiendo este elemento en las quimosinas.

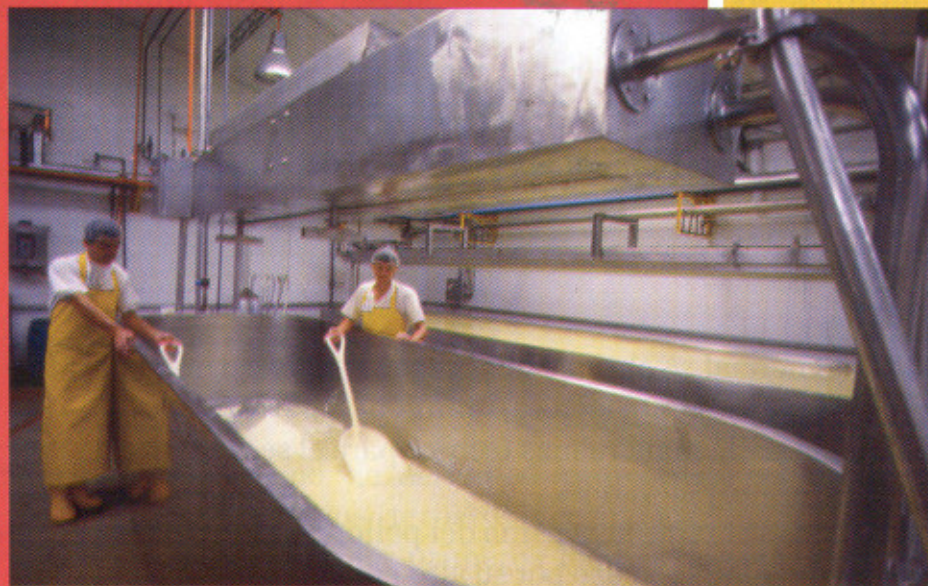
Las pepsinas son proteasas muy ácidas, su pH óptimo para su actividad es de 2.0 y se inhibe a pH de 6.6, por eso no es aceptable para coagular las leches frescas. El límite máximo para utilizarlas es a pH 6.3, si lo permite el tipo de queso.

Para utilizar las pepsinas de cerdos o bovinos adultos, se debe hacer una mezcla con quimosina al 50/50.

ENZIMAS COAGULANTES DE ORIGEN VEGETAL

El jugo de varias especies vegetales pueden dar origen a la coagulación de la leche, pero estas enzimas tienen una actividad proteolítica muy amplia respecto a su actividad coagulante.

La ficina extraída del brevo, la bromelina de la piña y la papaína de la papaya, pueden romper los enlaces peptídicos, similar a como lo hace la pepsina. Igualmente lo hacen los jugos de cardos, de calabazas y las inflorescencias de la alcachofa.



La Industria del queso en Colombia.

ENZIMAS MICROBIANAS

De los medios de cultivo de algunos microorganismos, se pueden obtener enzimas coagulantes, siendo las más importantes las fúngicas. Se utilizan principalmente tres especies de mohos:

1. *Endothia Parasítica*, que es un moho parásito del castaño, de donde se ha extraído una preparación comercial en polvo.

2. *Mucor Pusillus*, moho banal mesófilo del suelo, del cual se ha extraído una preparación que ha sido comercializada.

3. *Mucor Miei*, moho banal termófilo del suelo, se explotan varias cepas, de donde se extraen diferentes preparaciones comerciales. Estas preparaciones tienen un gran poder proteolítico, por ello se debe tener mucho cuidado en su uso.



PRODUCCIÓN DE QUIMOSINA BOVINA SINTÉTICA POR PROCEDIMIENTO GENÉTICO

En 1980, la tecnología del ADN recombinante, estaba en niveles muy adelantados y era fácil aislar fracciones de la cadena ADN, que contenía la información de la enzima quimosina, para ser transferida a un microorganismo que se adecuara para la producción de la enzima requerida.

En lugar de extraer la quimosina del estómago del ternero, se contempló la posibilidad de producirla mediante un proceso basado en la fermentación y tecnología de recuperación, para obtener un cuajo de composición constante y a un costo menor.

Para esto era necesario seleccionar un organismo receptor apropiado, que junto con el casete de expresión activo en el organismo seleccionado obtuviera el desarrollo de un elemento capaz de producir quimosina.

Para este proyecto se escogió el *Kluyveromices Lactis*, como organismo receptor. Es una levadura que ha sido utilizada para la producción de la enzima lactasa, empleada en la industria láctea para la hidrólisis de la lactosa de la leche. La levadura escogida es capaz de producir una quimosina totalmente activa.

El casete seleccionado en el abomaso del ternero, productor de la quimosina, es incorporado en un plásmida del organismo receptor.

El protocolo existente para la producción de la lactasa, fue utilizado como punto de partida para el desarrollo de este nuevo proceso.

En éste se deben considerar los siguientes puntos:

El método de fermentación.

El proceso de fermentación.

La exterminación del organismo de producción.

Se encontró que era fácil matar las células de la levadura mediante la adición de ácido benzoico a un pH bajo. El pH durante la exterminación de las

células de la levadura facilita la conversión automática de la proquimosina en quimosina activa.

Las células se pueden eliminar mediante la ultrafiltración, para obtener el material básico, después se lleva a cabo la filtración estéril a fin de depurar cualquier microorganismo contaminante que haya entrado durante la producción.

La actividad enzimática de la quimosina genética, ha sido comparada con la quimosina del ternero, con los siguientes resultados:

-La actividad enzimática de ambos cuajos, tuvo los mismos resultados.

-La quimosina genética es idéntica desde el punto de vista químico y funcional a la de ternero, con igual peso molecular, idénticas propiedades y el mismo comportamiento sobre la leche.-Se utiliza en las mismas dosis y en igualdad de condiciones de temperatura, de PH y de concentraciones de iones de calcio.

-Durante la maduración, la degradación de la caseína y el desarrollo de aromas, son idénticos.

La quimosina genética, coagula al igual que la de ternero, la leche, por hidrólisis de los enlaces fenilalanina 105 - metionina 106 de la kappa caseína.

La quimosina genética es conocida comercialmente con el nombre de maxiren.

BIBLIOGRAFÍA

ALAIS, CHARLES. Ciencia de la leche. Barcelona: Reverté, 1985. 594 p.

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS ICTA. Inventario y desarrollo de la tecnología de productos lácteos campesinos de Colombia 1985 - 1986:

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS - ICTA:. Guía para producción de quesos Colombianos.

KOSIKOWSKI, FRANK. Chesse and fermented milk foods. 2 ed. New York: Edwards Brothers and Arbor Michigan, 1980. 711 p.

MEJER, MARCO R. et al. Manuales para educación agropecuaria, elaboración de productos lácteos. México: Trillas, 1987. 102 p.

MOLINA, GLORIA M. , VILLA, HUMBERTO M. Comparación de tres métodos para la elaboración de quesillo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1987. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia.

TEUBNER, CHRISTIAN et al. El gran libro del queso. Madrid: Everest, 1993. 255 p.

VEISSEYRE, ROGER. Lactología técnica: Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2 ed. Zaragoza, Acribia, 1988. 629 p.

