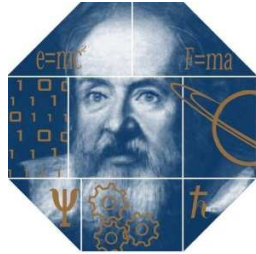


Universidad Galileo

Escuela de Ciencias de la Salud



UNIVERSIDAD
Galileo
Guatemala, C. A.

**“Desarrollo del proceso para la fabricación de queso Camembert
en la región de San José Pínula, Guatemala”**

Trabajo de investigación presentado por:

MARÍA RENÉE NICOLAU GÓMEZ

Previo a optar al grado académico de:

Licenciado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Guatemala

2,012

1. Sumario

El presente trabajo de investigación experimental es el desarrollo del proceso semi-continuo para la elaboración de queso Camembert en una planta de lácteos ubicada en San José Pínula, municipio de Guatemala. El proceso consiste en dos etapas producción y maduración. En la etapa de producción se realizaron cuatro lotes de queso Camembert partiendo de 50 litros de leche cruda de vaca para cada uno, se estandarizó el contenido de grasa a 3, 3.12, 2.67 y 2.68 % a partir de leche entera y leche descremada, para obtener las muestras A, B, C y D, respectivamente. Las muestras fueron evaluadas organolépticamente por un panel sensorial abierto de 8 panelistas, a las 72 horas de su elaboración, en base a esto se determinó la preferencia por las muestras C y D para la etapa de producción. En la etapa de maduración los lotes de queso se mantuvieron en el cuarto de maduración, expuestos a temperaturas entre 9 y 17° C y humedad relativa del aire entre 90 y 98%, determinando que es necesaria la implementación de una unidad de enfriamiento para mantener la temperatura constante, la etapa de maduración queda como campo de estudio abierto.

2. Introducción y propósito

La industria láctea guatemalteca tiene un mercado que se ve segmentado de gran manera en dos partes, el mercado popular en donde los productores tradicionales y poco tecnificados se ven incluidos con productos como quesos frescos y crema pura, en este segmento también se encuentran grandes fabricas de productos lácteos que han posicionado sus productos por sus bajos precios y gran cadena de distribución, además de la aceptación por los consumidores y estandarización de sus productos tales como cremas comerciales, quesos frescos, quesos de pasta hilada para pizzerías.

Por otro lado existe el segmento del mercado que busca productos de valor agregado, importando el valor proteico biodisponible que aportan los lácteos a la dieta del consumidor, en este mercado ya aparecen productos tales como yogures funcionales, leches UHT vitaminadas y fortificadas, crema pura y de diferentes grados, quesos frescos y quesos madurados como aperitivos y para recetas especiales. Este mercado es cubierto en gran parte por productos de importación y de marcas mundialmente conocidas.

Si bien el mercado popular es un nicho muy grande, es exigencia que el producto sea de muy bajo precio para que pueda llegar a la mesa del consumidor final, por tal motivo vemos una oportunidad de comercio en el mercado de productos con valor agregado con productos tales como quesos madurados que además de tener un mercado guatemalteco viable, las oportunidades de exportación hacia Centro América se ven incluidas para los productores.

3. Objetivos

3.1. Generales:

Desarrollar el proceso de fabricación del queso Camembert en la planta, ejecución, implementación de equipo y técnicas en base al análisis de los resultados registrados en los lotes de prueba.

3.2. Específicos:

- a) Determinación de la composición inicial de la leche.
- b) Determinación de la técnica para la obtención de la cuajada para queso Camembert, cultivada y con alto contenido de humedad.
- c) Determinación del método y equipo para el formado del queso
- d) Determinación del tiempo de maduración del queso en el cuarto de maduración.
- e) Implementación de técnicas y equipo para el período de maduración controlando temperatura y humedad relativa.

4. Revisión bibliográfica

4.1. Fundamentos del Queso Camembert

El queso Camembert es un queso madurado de masa blanda con moho superficial, de origen francés, específicamente en la región de Normandía. Cuenta con *Denominación Controlada de Origen* y *Protección Internacional* para el uso del nombre. Existen registros de los inicios de su elaboración de manera artesanal, desde el año 1,791 por Marie Harel en Normandía.

Su producción actualmente se encuentra extendida por diversos países del mundo de forma industrial y artesanal. **(1)**

4.2. Características

El queso Camembert francés es definido de una manera peculiar como un queso con un diámetro de 10.5 a 11 cm, de masa blanda, con hongos superficiales, contenido mínimo de grasa 40% en extracto seco (GES) y no menos de 110 gramos de sólidos totales. Es esencial que presente dimensiones y peso uniforme, generalmente el peso del queso varía de 230 a 260 gramos. La mayoría de los quesos presenta entre 45 y 50% de GES.

Este queso se caracteriza sobretodo por el crecimiento externo del moho blanco *Penicillium candidum*, que se presenta como un manto aterciopelado, sin manchas. El corte depende del estado de maduración, se puede observar una capa, entre el centro y la periferia de coloración más amarillento y de consistencia untuosa (porción proteolizada). Por otro lado el queso puede presentar una pequeña porción central, de coloración blancuzca (semi-proteólizada), y ligeramente mas firme. Estas características pueden ser observadas, por ejemplo, en un buen Camembert a las tres semanas después de su elaboración, esto se debe a la maduración centrípeta en la cual las enzimas del *Penicillium* maduran el queso de afuera hacia adentro, inicialmente.

El queso posee sabor y aroma pronunciado debido a la intensa actividad proteolítica y lipolítica del *Penicillium candidum*. Cuando se toca la superficie de un Camembert con los dedos se siente una corteza ligeramente firme y por debajo de ella se percibe un cuerpo suave, untuoso; estas características se acentúan a lo largo de la maduración. Normalmente se considera el Camembert completamente madurado alrededor de los 30 a 40 días, sin embargo este es un parámetro discutible, pues a partir de 10 días de fabricación se presenta completamente cubierto de moho blanco y hay quien ya puede disfrutarlo, incluso si el sabor es casi el de un queso blanco en donde la proteólisis es parcialmente inexistente. Por otra parte, el período de maduración sufre fuerte influencia de temperatura de almacenaje y/o comercialización del queso, con lo que hace que quesos de pocas semanas, se presenten, a veces, con características de quesos bien madurados.

Cuando es madurado, el queso presenta la siguiente composición media, (1)

Solidos Totales	49-51%
Humedad	49-51%
Grasa	22-24%
Grasa en el extracto seco -GES-	43-49%
Proteínas	18.50%
Cloruro de Sodio	1.7-2.5%
pH de superficie	7
pH del interior	5.8-6.4

Tabla No 1. Composición media esperada de un queso Camembert madurado por 35 días (totalmente proteolizado).

4.3. Fundamentos de la producción

4.3.1. Variedades de *Penicillium*

El genero *Penicillium* es extenso y se agrupan cerca de 150 especies. En las fabricas de quesos las especies *P. roqueforti* (nombre antiguo *P. glaucum*) y *P. candidum* son las más conocidas.

En la fabricación de queso Camembert, parece existir alguna confusión con relación a la nomenclatura utilizada para definir el moho, ya que este es comúnmente llamado:

- *P. camemberti* (ó *P. camemberti* Thom);
- *P. candidum* (ó *P. candidum* Link);
- *P. álbum*;
- *P. caseicolum*.

Actualmente se entiende que *P. álbum* es el nombre común y comercial del tradicional *P. camemberti*, tratándose por lo tanto del mismo moho, al inicio de la maduración es blanco, pero durante el transcurso del periodo de maduración adquiere un ligero tono grisáceo. Es también usado en fabricaciones tradicionales de Camembert en Francia (donde se usa también el *P. candidum*) y en fabricaciones de Brie. Hay un gran interés en la fabricación de quesos de leche de cabra, en este país sobre todo en las fábricas de granjas.

P. candidum es el nombre común y comercial del moho que se denomina tradicionalmente *P. caseicolum*, que se considera un mutante de *P. camemberti*. Su coloración blanca no cambia durante la maduración y es la variedad más usada en los EUA, Dinamarca, Brasil y otros países. **(2)**

4.3.2. *Penicillium candidum* PCTT033 de CHR Hansen

Se utilizó el moho *Penicillium Candidum* PCTT033 de CHR Hansen, liofilizado en forma de conidios, para la formación de la corteza. El cual mediante la germinación desarrolla el micelio blanco sobre la superficie del queso. La maduración del queso mediante el moho aportando las siguientes características:

- Apariencia característica del queso
- Aroma y Textura (proteólisis y lipólisis)
- Protección de la superficie del queso contra contaminantes. **(3)**

La reproducción sexual de los hongos del filum *Ascomycota*, hongos con sacos, implica la producción de esporas llamadas conidios, son un medio de propagar con rapidez nuevos micelios cuando las condiciones ambientales son favorables. **(4).**

Influencias negativas del medio, los siguientes factores son de importancia para el desarrollo y/o mantención del *Penicillium candidum*:

- pH→ No tiene influencia entre 4.8 y 7.5
- NaCl→ No tiene influencia entre 1 y 4% (NaCl/H₂O)
- Humedad→ máximo 98%, mínimo 93% HR
- Temperatura→ máximo 20 °C, mínimo 4 °C.

Sabor y aroma:

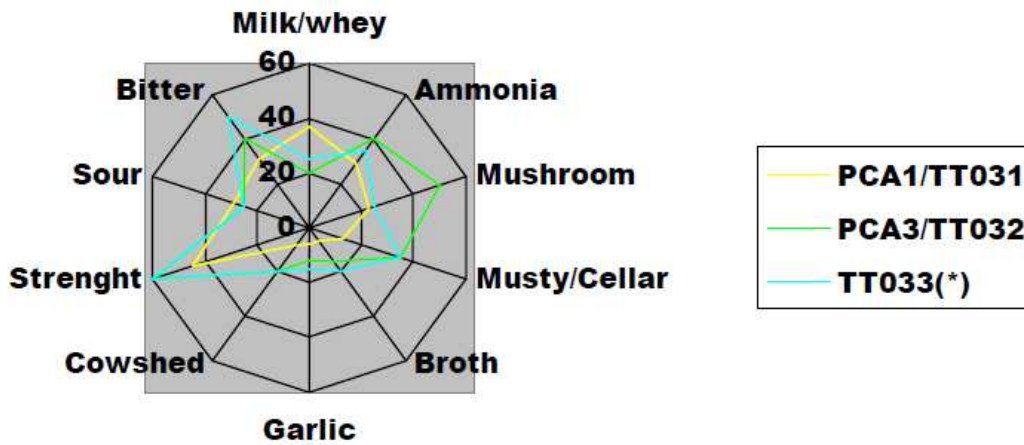


Figura No.1 Sabor sobre el modelo del queso, véase la gráfica para PCTT033.Chr. Hansen, La Fragua, Madrid 2,004.

El cultivo tiene una vida útil de un año, en su empaque original, después de ser envasado como producto liofilizado y deberá ser almacenado a -18°C .

La dosis de uso recomendada es de 4 a 5 unidades por cada 1,000 litros de leche, en quesos blandos. *Penicillium candidum* debe ser añadido a la leche antes del cuajo y/o es aplicado a la superficie del queso por rociado o lavado. Si se utilizan ambos tipos de inoculación, se recomienda utilizar la mitad de la dosis para cada etapa. (5)

4.3.3. Preparación de la leche

Para la fabricación tradicional del Camembert, incluso en los procesos semi-continuos que hay en Francia, la leche no es cuajada en volúmenes muy grandes (tinajas de 80 a 100 Litros), esto se debe a la delicadeza de la cuajada para este tipo de queso, el cual debe presentar un alto contenido de humedad, alrededor del 55 %, (un día después de la elaboración), lo que no permite la manipulación prolongada en el tanque, en el momento del formado y el desuerado final (debido al riesgo de pérdida excesiva de humedad). En muchas fábricas se observa el uso de pequeños tanques de volumen variable entre 200 y 500 Litros de leche.

La masa del Camembert es normalmente desmineralizada y esto es uno de los fenómenos principales del proceso. Para conseguir un grado de desmineralización

compatible con una textura y el cuerpo del queso en Francia se recomienda que la leche sea premadurada con fermentos lácticos mesófilos acidificantes (*Lactococcus lactis subsp. lactis* y *Lactococcus lactis subsp. cremoris*) por un largo período, a 28-32 °C, hasta que se alcanza 21-23 °D. Una premaduración es importante por que no solo se inicia la solubilización del calcio como también permite disminuir la dosis de cuajo utilizada (disminuye el riesgo de sabor amargo). El tiempo de coagulación variará en función de la acidez al momento de la adición del cuajo cuando se tiene una acidez más baja (21°D ó menos), se puede extender el tiempo de coagulación hasta por 90 minutos, lo que permite una buena acidificación, cuando la acidez esta en el rango de 23 a 25° D, el tiempo de coagulación será de 40 a 60 minutos, aproximadamente.

Con el uso frecuente de cultivos super concentrados ha habido cambios en el proceso de premaduración, de la leche, como estos cultivos son más lentos para iniciar la producción de acidez, son premaduradas por apenas 40 minutos, que es compensado por el tremendo incremento en el número de bacterias que se agregan a la leche. Posteriormente durante el proceso en el tanque y en fermentación y formado, ocurre una gradual reducción del pH, lo que acaba provocando una desmineralización adecuada a la masa, conforme se verifica en la practica. Como opción se puede utilizar también en conjunto con un cultivo tipo O, cultivos aromáticos tipo LD, que fermentan el ácido cítrico aportando más aroma a los quesos.

El contenido de grasa de la leche será ajustado de acuerdo con su contenido de caseína, a manera de obtener no menos del 45% de GES, en la práctica es común la estandarización de la leche entre 2.7 y 3.0% de grasa. **(6)**

4.3.3.1. Cultivo láctico CHN11 de CHR Hansen

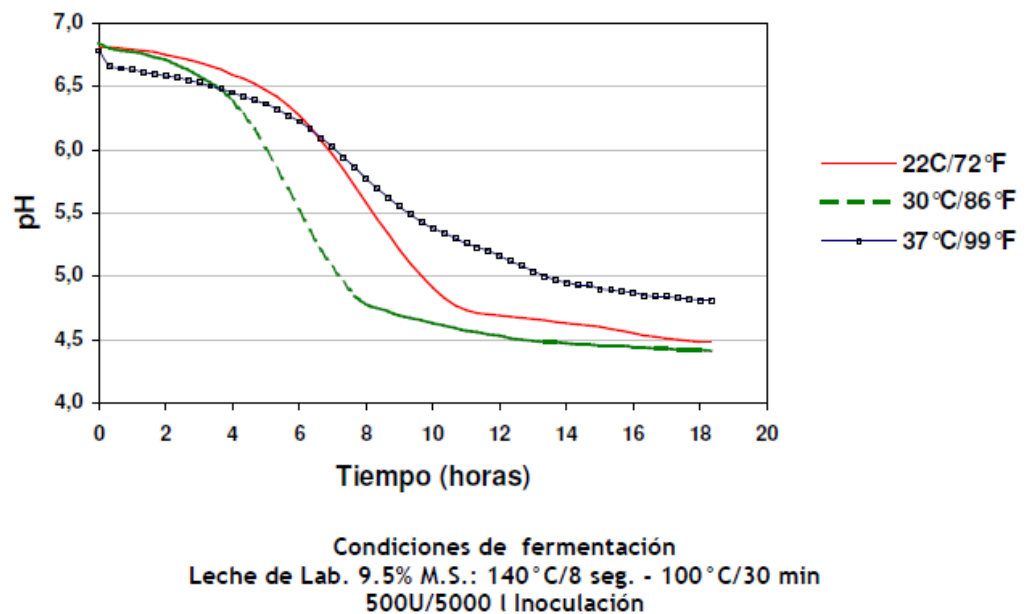
Con el uso de la pasteurización se vuelve necesario sustituir la microbiota natural en la leche con cultivos seleccionados y controlados, producidas en condiciones técnicas que garanticen una estandarización rigurosa. Los cultivos de uso universal son bacterias que fermentan la lactosa con producción de ácido láctico, y

generalmente, se usan mezclados con bacterias que fermentan el ácido cítrico y citratos con producción de compuestos aromáticos, ácido acético, anhídrido carbónico, diacetil, acetoina y CO₂ lo que influye en el gusto. (7)

El cultivo láctico utilizado CHN11 de CHR Hansen de adición directa al batch, es un cultivo mezcla de cepas mesófilas, aromático, tipo LD, conteniendo las siguientes: *Lactococcus lactis* subs. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*. (8)

La temperatura de incubación recomendada está entre un rango de 22 a 37°C.

FD-DVS CHN-11



NB: Nótese que la precisión de las curvas es relativa y está sujeta a error experimental.

Figura No.2 Efecto de la temperatura sobre la acidificación para CHN11. Chr Hansen Oct 2003.

Los cultivos *Lactococcus lactis* son usados para la producción de aroma y ácido. El organismo *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* convierte el citrato de la leche a diacetil, lo que le da un especial sabor a mantequilla al producto final. (9)

4.3.4. Corte de la cuajada

En algunos procesos tradicionales en Francia la cuajada no se corta. En la mayoría de las fabricas industrializadas la cuajada se corta en cubos grandes de aproximadamente 2 centímetros de aristas. El tamaño de los cubos es importante, pues tiene influencia en la retención de humedad y cuerpo del queso. **(10)**

4.3.5. Tratamiento de la cuajada en el tanque

El tratamiento dado a la cuajada es variado y muchas veces después del corte, la masa se deja en reposo por 10 ó 20 minutos para posteriormente ser formada. Es más aconsejable y adecuado un tratamiento que permita un cierto grado de desuero en el tanque, para que la masa adquiriera la consistencia deseada. En este caso es recomendable que alrededor de 5 minutos después del corte, la masa sea agitada suavemente durante 30 a 40 minutos a temperatura de coagulación (entre 28 y 32°C), durante este periodo se expulsa una parte del suero y los granos se tornan un poco más redondeados. **(10)**

4.3.6. Formado

Se utilizan diversos métodos para la formación del Camembert. Cuando se emplean tinajas de 80 litros para la coagulación de la leche, en procesos mecanizados, la masa puede ser vertida de una vez sobre un bloque de moldes (después de una extracción parcial de suero por bombas) adaptado con una especie de placa colectora que permite una distribución rápida y uniforme de la cuajada en todos los moldes.

Un método más simple y comúnmente empleado es la eliminación parcial del suero, hasta que esté quede apenas recubriendo la cuajada, la masa es entonces formada en moldes plásticos de fondo perforado, pueden llevarse a cabo varias vueltas en las primeras horas después del formado.

Es importante que la masa no sea completamente desuerada para el formado, lo que podría provocar aglomeración de los granos, con pérdida excesiva de humedad y perjudicar el cuerpo (seco y duro) y textura (textura abierta, agujeros). Igualmente es importante que el formado sea hecho rápidamente, para evitar que los granos se aglutinen en el tanque de maduración. **(10)**

4.3.7. Fermentación y pH

Después del formado la masa sigue desuerando, es importante que el área en donde esto ocurra no esté bajo temperatura ambiente. En ciertas regiones es necesario climatizar el ambiente durante los períodos de invierno. El pH del queso Camembert 24 horas después de la elaboración deberá estar entre 4.7 y 4.8, es muy importante que el pH sea bajo ya que es una indicación de buen grado de desmineralización y suficiente ácido láctico, fundamental en el control de ciertos contaminantes que pueden afectar el queso durante su maduración. **(10)**

4.3.8. Salado y efectos de la sal

El salado del queso puede ser hecho en seco o en salmuera, este último es el predominante en las industrias, por ser más práctico y permitir la obtención de un contenido uniforme de sal en los quesos. Un queso Camembert de 230 gramos puede ser salado durante 45 a 60 minutos en una salmuera con 20% de sal a 10-12°C. Es fundamental que la salmuera tenga un pH aproximado de 4.8.

Como la salmuera es una fuente común de contaminantes, se recomienda que la salmuera para Camembert sea rigurosamente conservada, se debe cocer por lo menos una vez al mes, o incluso semanalmente dependiendo de la intensidad del uso. Para cada tratamiento, el pH debe ser reajustado a 4.8 con el uso de solución al 10% de ácido clorhídrico, el contenido de sal debe ajustarse regularmente.

Una vez que un Camembert, no recibe un contenido mínimo de sal, es susceptible a diversas contaminaciones, con otros hongos y algunas levaduras. La sal tiene un papel selectivo importante en la maduración del Camembert. El moho *Penicillium candidum* resiste elevadas concentraciones de sal y crece sin

problemas en un queso con 5% de sal y humedad de Aw de 0.975, así mismo con 10% de sal y humedad de Aw de 0.947, todavía presenta el 36% de su capacidad máxima de crecimiento. Por otro lado, contaminantes como *Mucor* (“pelo de gato”) se ven inhibidos en su crecimiento en el 53% con Aw de 0.97, y el 89% con Aw de 0.94.

El salado debe llevarse a cabo tan pronto como los quesos sean retirados de los moldes, para evitar la proliferación de contaminantes que prefieren concentraciones más bajas de sal. El tiempo de salado debe ser ajustado de manera que se obtenga un queso con el 2.0 al 2.5% de sal. (11)

4.3.9. Pulverización del moho

La aplicación del moho *Penicillium candidum* en quesos puede llevarse a cabo de muchas formas. En Francia algunas técnicas preconizan la adición del moho en la leche y/o fermento láctico (habiendo ahoyaduras mecánicas en el queso hay un riesgo de crecimiento indeseable de moho internamente), así mismo en la salmuera el moho puede ser adicionado, pero esto debe ser hecho con mohos líquidos y nunca con esporas liofilizadas (rompimiento celular por efecto osmótico). En Brasil es muy común la adición del moho a la leche y pulverización después del salado en salmuera. Generalmente las fabricas utilizan dosis altas de *Penicillium candidum*, como lo recomiendan muchos fabricantes de mohos, para garantizar un buen crecimiento y evitar problemas con el temido hongo contaminante conocido como “pelo de gato”. En Francia cuando el salado es hecho en seco, algunas fabricas acostumbrar mezclar las esporas del *Penicillium* y sal. En ciertas fábricas tradicionales, el queso es pulverizado con moho, salado en seco y en seguida pulverizado nuevamente con moho.

Un método más utilizado es la pulverización con una solución acuosa que contiene esporas de *Penicillium*, tan luego los quesos salen de la salmuera son colocados en estanterías especiales (con rejillas de acero inoxidable que permiten la adecuada aireación de los quesos) y dejados secándose (las estanterías se pueden inclinar un poco para este efecto) por algunas horas. En seguida los quesos son

pulverizados con el moho en todos sus lados, y después de algunas horas son girados y pulverizados nuevamente. Algunas fábricas por precaución pulverizan los quesos nuevamente al día siguiente, especialmente por temor al crecimiento de *Mucor*. La pulverización puede ser hecha en el propio lugar del salado o eventualmente, en otro lugar designado para tal efecto (o en la cámara de maduración como ocurre en Brasil). Es recomendado que después de la pulverización los quesos se dejen secando por algún tiempo, para esto se puede recurrir a la ayuda de ventiladores, antes de ser sometidos a la maduración. **(12)**

4.3.10. Maduración

La maduración deberá ser llevada a cabo en las estanterías apropiadas para el queso Camembert, en una cámara fría entre 10 y 14°C con humedad relativa del aire, entre 90 y 95%. El aire en la cámara de maduración debe ser renovado frecuentemente y debe tener buena circulación entre las estanterías con los quesos, las corrientes muy fuertes de aire deben de ser evitadas, pues se corre el riesgo de que los quesos se resequen de manera excesiva.

La temperatura deberá ser bien controlada, ya que por encima de los 15°C aumenta el riesgo de crecimiento de microorganismos indeseables. El mismo cuidado deberá ser atribuido a la humedad relativa del aire, que es un factor decisivo para el éxito de la fabricación, y si baja (menos del 85%, por ejemplo) los quesos se resecan y el crecimiento del moho se ve muy perjudicado. Si es muy elevado (más del 95%, por ejemplo) favorece el crecimiento de mohos contaminantes, como aquellos del género *Mucor*. Se recomienda sobre todo para fábricas pequeñas, el uso de cámaras de curado de menor tamaño, que puedan ser mantenidas constantemente llenas de queso, lo que contribuye decisivamente a la mantención de la humedad relativa del aire.

Después de 5 a 6 días aproximadamente se notan las primeras señales de crecimiento de moho en la superficie del queso. Con 8 días de maduración el moho blanco está claramente visible y cubre todo el queso. Con 9 días, en promedio, los quesos deben ser girados para que la cara en contacto con la

estantería de acero inoxidable o aluminio sea completamente cubierta por moho. En este período el queso puede perder entre el 5 al 8 % de su peso. Con 10 a 12 días los quesos deben ser empacados en papel aluminio especial o papel impermeable (tipo papel mantequilla) y pueden ser enviados para el mercado o almacenados a bajas temperaturas, entre 2 y 3° C.

El queso se presenta adecuado para el consumo con 3 semanas de maduración aproximadamente, estando parcialmente proteolizado; con 5 semanas de maduración el queso generalmente se encuentra totalmente proteolizado y muchos consumidores lo prefieren en esta fase, donde el sabor es más pronunciado y el queso es más untuoso. Después de un período alrededor de 45 días el sabor y aroma del queso se tornan más acentuados, y a partir de 50 días puede comenzar a tener tendencia amoniacal, lo que se constata por el esparcimiento de la capa de moho y el surgimiento de un tono levemente rosado bajo la fina capa de *P. candidum*, en esta fase se registra una acentuada elevación del pH. **(13)**

4.3.10.1. Transformaciones durante la maduración

En el inicio de la maduración del queso Camembert el moho *P. candidum* (y también el *Geotrichum candidum*) consume la lactosa, lactato y ácido láctico presentes en la masa e inicia el proceso de neutralización de la misma. Al inicio de la maduración algunas levaduras, como *Torula sp*, también crecen en la superficie y producen pequeñas cantidades de etanol que reacciona con el ácido acético (de otras fermentaciones) formando acetato de etilo, el cual confiere un aroma típico, eventualmente de frutas, al queso en esta fase. En torno de los 6 a 7 días el *P. candidum* habrá dominado la flora de levaduras y al *Geotrichum candidum*, y se instala definitivamente en la superficie. Al final de la maduración es frecuente el crecimiento de *Brevibacterium linens*, cuyo desarrollo es favorecido por la neutralización de la masa, pues crece en pH por arriba de 5.6, pero si el contenido de sal está por encima del 5% en la humedad, comienza a ser bastante inhibido.

Esta bacteria confiere una coloración levemente anaranjada o rojiza, al Camembert, que es típica del queso en su fase de maduración avanzada.

P. candidum posee un sistema proteolítico constituido de diversas proteasas, exocelulares y endocelulares, cuyo pH ideal esta alrededor de 6 y algunas proteasas con pH ideal cerca de 8.5. Estas proteasas producidas en la superficie maduran el queso en dirección al centro y establecen un gradiente con relación a diversos parámetros como pH y contenido de proteínas solubles. Se dice que la maduración del Camembert de la superficie es por lo menos de 10 días más avanzada que en el centro del queso. El pH y el índice de maduración, dado por:

$$\text{Índice de maduración} = \frac{\text{N soluble}}{\text{N total}}$$

evolucionan en el mismo sentido a medida que el queso madura, este es un factor común en todos los quesos, pero con intensidad muy variada dependiendo de su composición físico-química y del tipo de cultivo utilizado en la fabricación. Cuando se considera que la maduración avanzada en un queso Camembert se da alrededor de los 40 a 50 días en un queso Gruyere se da a los 6 meses, se puede observar la fuerza e intensidad del fenómeno proteolítico que ocurre en el Camembert.

Este fenómeno sin embargo es dependiente del pH, pues no habiéndose neutralizado la masa, la acción enzimática se ve muy disminuida. Al final de la maduración, la formación de amoníaco es grande, la fracción de nitrógeno soluble en el Camembert, cerca del 27% está constituida de N amoniacal, comparado con apenas el 14.5% en el queso Gruyere. Se explica asimismo, el fuerte olor amoniacal de un Camembert extremadamente madurado.

El *Penicillum candidum* tiene todavía un sistema lipolítico mas fuerte, produciendo una lipasa activa en el intervalo de pH de 3.5 a 11.5, con el ideal alrededor de 8.5. Estas lipasas atacan el enlace éster de los triglicéridos, liberando ácidos grasos que confieren sabor y aroma al queso. Se estima que en un Camembert madurado

2.5% de triglicéridos originados están en forma de ácidos grasos libres, comparado con 3.3% en queso Roquefort y apenas 0.76% en queso Gruyere. **(13)**

4.3.11. Características típicas del Camembert

De acuerdo con la gastronomía francesa un buen queso Camembert, debidamente madurado, debe presentar las siguientes características:

- a) Masa elástica flexible y alargada sin escurrir, bien homogénea y de color amarillo-crema en la región madurada. La masa no puede ser seca, dura o quebradiza, ni que presente en la corteza licuefacción por exceso de humedad. No debe presentar agujeros por producto de la fermentación, ni mecánicos y de preferencia no debe contener el “corazón” blanco, una señal de maduración incompleta para los grandes conocedores. La corteza debe ser fina, blanca o ligeramente rosada, sin exceso de moho.
- b) El sabor debe ser “verdadero”, agradable, “dulce”, o ligeramente salado sin asemejarse a cualquier otro queso. No debe ser picante, demasiado salado, putrefacto o amoniacal, mucho menos rancio o saponificado. **(13)**

4.4. Defectos del Queso Camembert

El queso Camembert es de fabricación relativamente fácil, una vez el proceso en el tanque es bastante simple y directo. Sin embargo tiene un proceso de maduración extremadamente delicado, aunque muy corto en relación con el desarrollo inicial del *Penicillium candidum*, en la superficie. Es muy susceptible al ataque de hongos contaminantes y el propio crecimiento de moho blanco puede ocasionar problemas, si no es debidamente controlado. **(14)**

4.4.1. Pelo de gato

Se trata probablemente de la contaminación más común en el queso Camembert, este defecto se caracteriza por el crecimiento de un moho de color gris u oscuro en la superficie del queso, casi siempre antes de haber iniciado el crecimiento del

Penicillium. Un moho oscuro crece con ramificaciones más altas y amasado, produce manchas y estrías oscuras en la superficie del Camembert. Puede causar sabor amargo en el queso, además de darle aspecto desagradable. Se trata de una contaminación con mohos del género *Mucor*, de las siguientes especies:

- *M. racemosus* (más común)
- *M. fuscus*
- *M.ucedo*
- *M. spinosus*
- *M. globosus*.

Son organismos saprofitas, fácilmente encontrados en la naturaleza lo que facilitan la contaminación en las plantas de fabricación. Comúnmente encontrados en sustancias orgánicas en descomposición, en agua, materiales almacenados por largo tiempo, embalajes empolvados, etc. (14)

4.4.2. Piel de sapo

Este defecto es causado por el microorganismo *Geotrichum candidum* (antiguamente conocido como *Oidium lactis* ó *Oospora lactis*). *G candidum* es parte de la microbiota normal que crece en la superficie del Camembert al inicio de la maduración, interviene en el metabolismo del ácido láctico y en la degradación proteica y la lipólisis (es casi tan proteolítico como *P. caseicolum*).

Actualmente es utilizado como cultivo complementario en la elaboración del Camembert ya que ayuda en el control del crecimiento del moho blanco, y tiene acción preventiva contra el sabor amargo. Su crecimiento es poco visible, porque en condiciones normales, pronto es superado por el crecimiento de *Penicillium*. Es parte de la microbiota normal que se instala en la superficie de quesos como el francés Pont L'Éveque y similares, este prepara el medio, mediante proteólisis, para el crecimiento posterior de micrococos y levaduras. Es común en las fabricas de Camembert en Francia, que se adicione una pequeña dosis de *Geotrichum candidum* a la leche cuando se desea obtener un queso con aroma más acentuado.

Sin embargo, cuando se presenta en exceso al inicio de la maduración y en particular en quesos con insuficiencia en el salado, causa un grave defecto conocido como “*piel de sapo*” ó “*grasa*” (“*graisse*”) y que se caracteriza por la formación de una capa amarillenta en la corteza del queso, de olor extraño, como si fuese una piel ligeramente arrugada. La presencia exagerada de *Geotrichum candidum* impide el crecimiento posterior de *Penicillium*. Este defecto se presenta por dos causas principales:

- a) Contenido insuficiente de sal
- b) Temperatura muy elevada en la cámara de maduración

El aumento en el contenido de sal (2.0 -2.5% en el queso) y una reducción en la temperatura de maduración no perjudica el crecimiento de *P. candidum* y son suficientes para evitar la proliferación excesiva de *G. candidum* en la superficie del queso.

Es muy importante, sin embargo, asegurarse de que el cultivo de *Penicillium* empleado esté en plena actividad y creciendo rápidamente en el queso bajo condiciones normales. En caso de duda, es aconsejable cambiar el moho por un cultivo nuevo, de actividad segura, o aumentar la dosis de pulverización. **(15)**

4.4.3. Moho verde azulado contaminante

Este tipo de contaminación afecta con frecuencia a las fabricas de queso Camembert y puede causar perjuicios enormes en la continuidad del proceso de venta por defecto, ya que generalmente se manifiesta después de los 20 días de haber sido fabricado (a veces solo después de 5 a 6 semanas), cuando los quesos ya están en el comercio o bien estando empacados en sus cajas y mantenidos en cámaras de enfriamiento (a 5°C o menos). Como el *Penicillium roqueforti* puede crecer en bajas concentraciones de oxígeno (menos del 5%), una vez que los quesos están embalados, el hongo contaminante se encuentra en un medio que le favorece mucho más que al *Penicillium candidum*. En consecuencia a la demora relativa de la manifestación visual del problema, la toma de acciones correctivas se da, casi siempre semanas después de la manifestación inicial del defecto,

cuando la contaminación ya se ha instalado con mayor intensidad y ha afectado prácticamente todos los lotes del queso fabricados en este período. Muchas veces este tipo de defecto pasa desapercibido por los fabricantes pues los quesos, mismos contaminados son vendidos rápidamente (entre 12 y 20 días), y no ha tenido tiempo de crecimiento el hongo azul por encima del moho blanco. En fin es un problema de manifestación típica en quesos que hayan permanecido por algunas semanas empacados a la espera de ser consumidos. Este defecto es caracterizado por el crecimiento superficial de *Penicillium roqueforti* en la superficie del queso Camembert. Se caracteriza por la formación de manchas verde azuladas en la corteza del queso y con una gran tendencia a formarse de un solo lado del queso. **(16)**

4.4.4. Descortezamiento:

Se trata de un problema común en el queso Camembert, es más frecuente en las fábricas en donde no se lleva un adecuado control de la composición fisicoquímica del queso. Este defecto se caracteriza en el queso Camembert presentando una cobertura aparentemente normal de moho blanco, pero con licuefacción por debajo de la corteza, lo que hace que la cobertura se suelte fácilmente del queso o se deslice sobre él y se quiebre. Este defecto puede ser acompañado por sabor amargo en estas áreas. Las causas principales de este problema son las siguientes:

- a) Exceso de humedad en el queso, que podría ser causado por fermentación láctica insuficiente durante la elaboración. Fermento de baja actividad. Inhibidores presentes (bacteriofagos o antibióticos). Insuficiente premaduración de la leche con el fermento. Dosis de cuajo muy reducida (mala coagulación de la leche). Temperatura de coagulación muy baja. Corte de cuajada en cubos muy grandes. Punto de masa blanda (agitación insuficiente). Numero insuficiente de vueltas en el formado. Exceso de humedad en la corteza (secado insuficiente después de la pulverización). Muchas veces posterior a la pulverización hecha en la sala de curado, de los quesos, deben ser secados un poco antes de ser llevados al cuarto de

maduración. Es fundamental que se lleve un control diario de contenido de humedad, del queso Camembert 24 horas después de su fabricación, también se puede monitorear causas posibles y tomar medidas correctivas en tiempo.

- b) Cobertura excesiva de moho blanco como cascara. Un excesivo crecimiento de *Penicillium candidum* puede provocar una capa muy gruesa de moho en la cascara, con fuerte proteólisis por debajo de esta costra, tendiendo a la licuefacción, debido a que la degradación, ocurre muy rápido. Esto puede ocurrir cuando dosis muy elevadas de moho son utilizadas en la pulverización. Muchas veces un *Geotrichum candidum* es utilizado justamente para prevenir este crecimiento excesivo. También puede ser causado por ciertas cepas de *Penicillium candidum* consideradas excesivamente proteolíticas. En este caso se debe experimentar diferentes cepas comerciales. (17)

4.4.5. Masa seca

Un queso no presenta la untuosidad normal de un Camembert y su masa es firme y friable (parecida a la masa del queso Minas). Este defecto está asociado con la falta de humedad en los quesos al inicio de la maduración que puede ser causado por:

- a) Corte en granos muy pequeños
- b) Agitación prolongada de la cuajada en el tanque
- c) Desuerado en el formado a temperaturas muy altas
- d) Contenido de humedad relativa en el aire muy bajo en la cámara de maduración (esta puede ser la causa más frecuente, aunque los otros factores citados no ocurran).
- e) Exceso de ventilación en la cámara (cubrir las rejillas con paños y/o controlar la velocidad del aire).

Este defecto no debe ser confundido con las características presentadas por un Camembert simplemente muy joven, sin maduración. Cualquier Camembert entre 10 y 15 días de fabricación podrá presentar una capa normal de moho blanco, pero con la masa todavía sin proteólisis visible, lo que hace que el queso sea medio firme y con sabor más ácido. Como el Camembert de Brasil es colocado muy joven al mercado no es raro encontrarse con quesos con estas características. **(18)**

4.4.6. Crecimiento insuficiente de moho

El queso no presenta una cobertura satisfactoria y homogénea de moho. Las causas estarían relacionadas con:

- a) Falta de acidificación durante la elaboración, considerando que el pH del queso no sea suficientemente bajo.
- b) Crecimiento excesivo de *Geotrichum candidum* (formación de “piel de sapo” que inhibe al *P. candidum*).
- c) Queso muy seco con bajo contenido de humedad.
- d) *P. candidum* sin actividad, muy viejo ó mal conservado (cambiar el cultivo).
- e) Dosis insuficiente de *P. candidum* ó pérdidas de esporas durante la pulverización (quesos insuficientemente secos después del salado en salmuera).
- f) Temperatura de maduración muy baja. **(18)**

4.4.7. Crecimiento excesivo de moho

Conforme lo anteriormente mencionado, si el queso presenta una cobertura muy espesa de *P. candidum*, esta característica se puede tornar en un defecto. El problema puede ser debido al exceso de sal del queso, que inhibe la flora inicial de *Geotrichum candidum* (casi siempre presente en la maduración del

Camembert, así mismo, si se ha adicionado intencionalmente), que favorece el crecimiento más abundante del moho blanco. Es precioso tener cuidado en el control de este problema, pues cuando se reduce demasiado el contenido de sal, el crecimiento del *Geotrichum candidum* puede entonces ser demasiado y resultar en el apareamiento del defecto conocido como “Piel de sapo”.

Puede esta relacionado también con pulverización excesiva del hongo sobre el queso, especialmente si el mismo presenta un contenido muy alto de humedad. Este defecto del Camembert frecuentemente provoca el apareamiento de sabor amargo en las regiones periféricas del queso. **(18)**

4.4.8. Formación de gusto amargo

La formación del gusto amargo no es un defecto raro en el Camembert y podría estar relacionado con:

- a) La causa más frecuente es el crecimiento excesivo de *Penicillium* en la corteza del queso lo que provoca un aumento significativo en los índices de proteólisis y de formación de compuestos amargos
- b) Estudio hechos en Francia comprueban que incluso multiplicando por cuatro la dosis utilizada de cuajo usada para la fabricación del queso Camembert, no parece haber una influencia directa en la formación de gusto amargo, a diferencia de lo que se cree comúnmente.
- c) Eventual ausencia de una flora de *Geotrichum candidum*, que podría evitar el crecimiento excesivo de moho blanco.
- d) Exceso de cloruro de calcio en la leche.
- e) Falta de acidificación en la leche en la elaboración, resultando en cuajada muy mineralizada y con alto poder tampón (pH alto) y alto contenido de lactato de calcio (si no hubo un desuerado suficiente).
- f) Tipo de fermento mesofílico utilizado (ciertos cultivos tienden más a formar compuestos amargos).
- g) Leche sobrecalentada en la pasteurización.

- h) Escoger el tipo de hongo a ser pulverizado es fundamental para controlar este defecto, algunas cepas son más proteolíticas que otras. En el caso de surgir este defecto, se aconseja realizar ensayos con diferentes variedades de *Penicillium candidum*, disponibles en el mercado. **(19)**

4.4.9. Sabor amoniacal

Este problema está relacionado con el tiempo de maduración del queso, al final de la maduración por acción de la deaminasas del *P. candidum*, el amoniaco comienza a acumularse en el queso. Asimismo todo queso sobremadurado tiende a presentar este sabor y olor. Es acompañado de una fuerte elevación del pH.

Es recomendable que tan pronto los quesos estén con un mínimo de maduración (ceca de 4 semanas) sean mantenidos a temperaturas más bajas (de 2 a 3° C), cuando se desea preservarlos por más tiempo sin apareamiento de sabor amoniacal. En general las industrias que producen el queso Camembert, los colocan al mercado tan luego se presente suficiente moho, que es alrededor de 10 a 14 días, dependiendo del cultivo y del método de fabricación. De esta manera la maduración del queso se completa en el propio supermercado, y que proporciona al consumidor la oportunidad de escoger el queso con el grado de maduración que más le agrada. Normalmente el grado de maduración puede ser evaluado comprimiéndose la corteza del queso y sintiendo su untuosidad. **(20)**

4.4.10. Cascara rojiza cubierta por moho ralo

No se trata de un defecto, más bien de una característica típica del queso Camembert de maduración avanzada (más de 50 días) y que en general, estos solo son apreciados por un segmento más reducido de consumidores. Al final del curado el pH del queso se encuentra alrededor de 7.0, la capa de hongos se torna cada vez más rala y sobre ella se desenvuelve *Brevibacterium linens*, una bacteria común en quesos de alto grado de proteólisis, y que confiere esta tonalidad

rosada en la corteza del Camembert. *B. linens* casi no fermenta azúcares, es estrictamente aeróbico y muy tolerante a la sal, crece bien entre 10 y 25°C. Una de sus características más marcadas es la sensibilidad al pH, haciendo que se desenvuelva a partir de pH 5.5 – 5.6, lo que explica su apareamiento en el queso Camembert solamente al final de la maduración, cuando el pH naturalmente ya se ha elevado. Puede venir a alterar el sabor del Camembert al final del curado (más de 50 días de maduración), por que tiene una fuerte actividad de desmetilasa, o sea, puede convertir aminoácidos sulfurados como la metionina a metanotiol (CH₂ SH) y otros componentes menores, de sabor y aroma acentuado, se cree que los componentes sulfurados producidos por el *Brevibacterium linens* tienen efecto inhibitor sobre mohos, *Clostridium*, etc.). (20)

4.4.11. Puntos oscurecidos en los bordes

Este defecto generalmente se manifiesta en quesos Camembert empacados en papel aluminio de mala calidad. Parece ser una reacción entre la capa de aluminio y el ácido láctico presente en la corteza del queso, u otros componentes resultantes de la acción proteolítica del moho blanco, provocando la formación de estas manchas oscurecidas en los bordes del queso, punto de máxima presión o contacto con el papel aluminio. (20)

4.5. El tratamiento para cámaras y equipos contaminados

Cuando el problema de mohos contaminantes en una industria de quesos madurados por hongos se vuelve crónico, es aconsejable contar con las adecuadas medidas de combate que incluye el tratamiento de las cámaras de maduración, después de sacar todos los quesos, seguido de la limpieza y sanitización de todos los equipos utilizados en la elaboración, así como las estanterías utilizadas en las cámaras de curado. Dos tipos de contaminantes son más comunes en las fábricas de queso Camembert, el *Mucor*, y el *Geotrichum*, responsables de los defectos “pelo de gato” y “piel de sapo”, respectivamente. En ciertos casos se requiere que la fuente del problema sea localizada y retirada en definitiva. (21)

4.6. Flujo del proceso para la fabricación de queso Camembert



Figura No. 3. Flujo de proceso para la elaboración de queso Camembert

4.7. Temperaturas del medio según la etapa del proceso

Es importante mantener la temperatura óptima en cada uno de los pasos del proceso, para lo cual se determinaron las temperaturas máximas y mínimas como sigue:

Etapa	Temperatura ° C	
	Mínima	Máxima
Estandarización	20	22
Pasteurización	72	72
Reconstitución	33	35
Inoculación	33	35
Coagulación	28	32
Corte	25	32
Desuerado	22	25
Formado	22	25
Salado	10	14
Inoculación Superficial	10	14
Maduración	10	14

Tabla No. 2 Tabla de Temperaturas requeridas durante las etapas del proceso.

5. Experimentación

Se realizaron cuatro lotes de queso Camembert, por medio del método de bloques al azar, partiendo de 50 Litros de leche cruda de vaca, para cada uno de los lotes, se estandarizó el contenido de grasa a 3, 3.12, 2.67 y 2.68% a partir de leche entera y leche descremada, para obtener las muestras A, B, C y D, respectivamente, posteriormente fueron evaluadas por un panel sensorial de 8 panelistas, en base a esto se determinó la preferencia por las muestras C y D.

5.1. Hipótesis

5.1.1. Hipótesis Nula

H_0 = El contenido de grasa inicial en la leche no tiene influencia sobre el queso Camembert final.

5.1.2. Hipótesis Alternativa

H_1 = El contenido de grasa inicial en la leche sí tiene influencia sobre el queso Camembert final.

5.2. Materiales y Métodos

5.2.1. Materiales

- Leche cruda de vaca, obtenida de planta Normandia en San José Pínula.
- *Penicillium Candidum* liofilizado PCTT033. Marca CHR Hansen. Sobre de 10 unidades. Contenido aproximado de 1 gramo.
- Cultivo láctico CHN11. Marca CHR Hansen. Cultivo liofilizado mesófilo aromático, tipo LD. Mezcla de cepas *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*.
- Cuajo Chymax M. Marca CHR Hansen. Quimosina obtenida por fermentación del *Aspergillus niger var. Awaromi*.
- Cloruro de Calcio 77% en escama. Marca Tetra Chemicals Europe.
- Cloruro de Sodio. Sal común, yodada. Marca Ya está. 25% de Sodio
- Agua desmineralizada. Marca Salvavidas.

5.2.2. Equipo

- Descremadora con capacidad de 100 Litros/hora.
- Marmita enchaquetada de acero inoxidable con capacidad de 50 Litros

- Agitador de acero inoxidable.
- Mesa de trabajo de acero inoxidable
- Moldes cilíndricos de policloruro de vinilo, abiertos en ambos extremos, con 8.60 cm de diámetro interno, 10 cm de altura y 2 mm de grosor.
- Tapas de acero inoxidable de 8.59 cm de diámetro, 1 mm de espesor y 150 gramos de peso.
- Telas permeables de poliéster de 15" x 45", no desechables. Marca Nelson Jameson
- Bandejas plásticas de 60 x 80 cm con agujeros.
- Cuarto de Maduración con un área de 8.75 m²
- Termohigrómetro. Marca Fisher Scientific, modelo FIS1166113
- Recipiente plástico con atomizador en la tapa de 500 mL.

5.2.3. Equipo de Laboratorio

- Termómetro de alcohol, de vidrio. Marca Kelsun. Rango de temperatura de -10 a 110 °C.
- Vaso de precipitados de vidrio, capacidad 100 mL.
- pH-metro, tester de bolsillo, microprocesador waterproof. Marca Ecotestr, Thermo Fisher Scientific, modelo Ecotestr pH 2 pH.
- Analizador de leche. Marca Ekomilk. Modelo Ekomilk Ultra.
- Balanza Análítica. Marca Sartorius. Modelo TE15025

5.2.4. Métodos

- 5.2.4.1. Método de pasteurización HTST en batch (por sus siglas en inglés *Hight Temperature Short Time*)
- 5.2.4.2. Determinación de composición inicial de la leche con analizador Ekomilk.
- 5.2.4.3. Cuadrado de Pearson para estandarización de materia prima
- 5.2.4.4. Diseño estadístico de bloques al azar
- 5.2.4.5. Evaluación sensorial de panel abierto
- 5.2.4.6. Análisis de Varianza
- 5.2.4.7. Prueba del Rango Múltiple de Duncan

5.3. Determinación de la composición inicial de la leche

Se utilizó para determinar el contenido inicial de la materia prima un analizador electrónico de leche marca Ekomilk, el cual permite obtener de la muestra el contenido de grasa, el contenido de sólidos no grasos (SNG), la densidad de la leche (esto en base al tamaño de la muestra), contenido de proteína, punto de congelación y si la leche fue adulterada por adición de agua. A continuación se muestran los rangos de medida del analizador Ekomilk:

Medición	De	A	Precisión
<i>Grasa</i>	0.50%	9.00%	±0.1%
<i>Sólidos No Grasos -SNG-</i>	6.00%	12.00%	±0.2%
<i>Densidad de leche</i>	1.0260 g/cm ³	1.033 g/cm ³	±0.0005 g/cm ³
<i>Proteína</i>	2.00%	6.00%	±0.2%
<i>Punto de congelación -PC-</i>	0.00 °C	-1000 °C	±0.015 °C
<i>Agua adicionada a la leche -AAL-</i>	0.00%	60.00%	±5%

Tabla No. 3 Tabla de Mediciones realizadas por Ekomilk Ultra, con rangos de funcionalidad y precisión para el análisis de la leche.

Para la determinación del pH fue empleado un p-H metro de bolsillo identificado anteriormente, con un rango de medición de pH de 0 a 14.

Para la determinación de la relación proteína/grasa se utiliza la siguiente ecuación:

$$G/P = \% \frac{\text{grasa}}{\text{proteína}}$$

5.4. Método de Pasteurización empleado

Se pasteurizó la leche cruda por método HTST (High Temperature Short Time) en batch, utilizando una marmita enchaquetada con circulación de vapor, con capacidad de 50 litros, en la cual la leche se llevo a 72 °C, y el tiempo de retención fue de 15 segundos.

5.5. Reconstitución con Cloruro de Calcio

Se reconstituyó el contenido de calcio en la leche, reducido por el tratamiento térmico, para lo cual se utilizó la siguiente solución de Cloruro de Calcio (CaCl₂):

- 25 g Agua desmineralizada
- 2.5 g CaCl₂

Ambos compuestos fueron mezclados a temperatura ambiente, diez minutos previo a su utilización, la solución fue adicionada con agitación a la leche en la marmita, después de que esta ha sido pasteurizada y llevada a temperatura de incubación.

5.6. Preparación *Penicillium Candidum*

Para inoculación de la cuajada se utilizó el siguiente método:

- Aplicación directa a la leche de 0.5 u de PCTT033 para 50 litros

Para inoculación superficial de los quesos, el método fue el siguiente:

- Disolución de 9 gramos de NaCl en 1 Litro de agua estéril
- Hidratación de 1 u de PCTT033 en esta solución.
- Agitación hasta lograr una mezcla homogénea

- Utilización de esta mezcla el mismo día de su preparación
- Pulverizado superficial sobre los quesos, con un recipiente con atomizador en la tapa.

1 Litro de preparación está recomendado para 200 Kg de queso.

5.7. Cultivo láctico utilizado

Para inoculación de la cuajada con el cultivo láctico se utilizó el siguiente método:

- Aplicación directa a la leche 5 u de CHN11 para 50 litros

Mediante dispersión, hidratación y agitación, hasta estar bien disperso.

5.8. Cuajo y su preparación

Se utilizó para la formación de la cuajada, quimosina, Chymax M, marca Chr. Hansen, diluyendo el cuajo en agua desmineralizada, como sigue:

- 20 gramos agua desmineralizada
- 5 gramos Chymax M

Se mezcla a temperatura ambiente, la dilución se hace 5 minutos previos a su utilización.

5.9. Equipo para el formado del queso

Se utilizaron moldes cilíndricos de policloruro de vinilo de 8.60 cm de diámetro, 10 cm de altura y 2 mm de grosor, abiertos en ambos extremos. Los moldes están provistos con agujeros superiores a 8 cm de la base y agujeros inferiores a 2 cm de la base, para la expulsión del suero.

Se utilizaron tapas planas de acero inoxidable, independientes del molde, de forma circular, con diámetro de 8.59 cm y un peso aproximado de 150 gramos, con el objeto de ajustarse al molde y compactar la cuajada contenida en este, dejándola caer a gravedad sobre la cuajada.

Se utilizaron bandejas plásticas de 60 x 80 cm, con agujeros para la filtración del suero y con agarradores para su transporte. Su funcionalidad principal es transportar y soportar los moldes, durante el formado del queso y su maduración.

Telas permeables, no desechables, de poliéster, fueron utilizadas para cubrir las bandejas y alisar la superficie del queso que se coloca sobre estas, así como para

favorecer el flujo del suero a través de ellas, evitando que se acumule. (Ver Figura No.4).

Se llenaron los moldes a $\frac{3}{4}$ de su capacidad con la cuajada, haciendo una leve presión manual, se colocaron las tapas de acero inoxidable sobre la cuajada, haciendo con estas, presión para promover la expulsión del suero. Se dejaron en reposo durante 1 hora, sobre las bandejas, cubiertas con la tela de poliéster, posteriormente se voltearon, se repitió esta operación 3 veces. Se dejan en reposo 15 horas, esto ya, en el cuarto de maduración a 10° C, para terminar de compactar la cuajada, manteniéndose en sus moldes con la tapa de acero inoxidable sobre la cuajada, para posteriormente ser desmoldado.

5.10. Condiciones del Cuarto de Maduración

El cuarto de maduración está ubicado en la planta baja de las instalaciones de la fábrica, nótese que no se encuentra subterránea. Cuenta con un área de 8.75 m², 3.5 m de largo por 2.5 m de ancho. El techo está a 2 metros de altura sobre el piso. La construcción, de esta área, fue hecha con paredes de block. Las paredes, techo y piso cuentan con repello liso y grueso de concreto. El cuarto está ubicado en un terreno boscoso, rodeado de árboles que benefician la humedad.

La temperatura en el cuarto se ve influida por la transferencia de calor por conducción a través del techo, el cual tienen contacto directo con una unidad de enfriamiento en la planta superior, la cual se mantiene a 4°C y es utilizada para almacenar quesos preservándolos por frío.

Datos registrados de temperatura y humedad relativa en el mes de marzo en el cuarto de maduración:

Medida	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	9	17
HR (%)	90	98

Tabla No.4 Tabla de temperatura y HR registrada en el mes de marzo en el cuarto de maduración.

5.11. Primer lote de prueba. Muestra A

Lote: CMB19C12

Fecha de Elaboración: 19 de Marzo del 2012

En el primer lote de prueba se parte de leche cruda de vaca estandarizándola en base a su contenido de grasa al 3%. El pH inicial de la leche se encontraba a 6.6

5.11.1. Estandarización de la leche

Determinación de la mezcla de leches (descremada y entera) en base al contenido de grasa inicial mediante el cuadrado de Pearson.

Contenido grasa requerido: 3 %

*MP	% Grasa		MP		% Grasa
	Inicial	Requerido	Partes	%	Resultante
<i>Leche Descremada</i>	0.01	3	0.56	15.77	0.0016
<i>Leche Entera</i>	3.56		2.99	84.23	2.9984
Totales	***	***	3.55	100	3.0000

Tabla No.5 Cuadrado de Pearson para lote CMB19C12, estandarización de la materia grasa al 3%.

*MP= Materia prima

Cantidad requerida: 50 Litros

MP	%	Litros
<i>Leche Descremada</i>	15.77	7.885
<i>Leche Entera</i>	84.23	42.115
Total	100	50

Tabla No.6 Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB19C12.

5.11.2. Determinación de la composición inicial de la leche

Lote:	CMB19C2012
pH	6.6
Grasa %	3
SNG %	9.02
Densidad	33.6
AAL %	0
PC	59.4
Proteína %	3.23
Grasa/Proteína	0.92879

Tabla No.7 Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB19C12.

5.11.3. Procedimiento

1. Pasteurización con 72° C por 15 segundos.
2. Enfriamiento a 32°C
3. Reconstitución con 2.5 g de CaCl₂
4. Inoculación con PCTT033 y CHN11
5. Incubación durante 75 minutos. pH obtenido de 6.4 y temperatura de 30.5° C
6. Adición de 5 g de quimosina. Tiempo de coagulación de 45 minutos.
7. Corte de la cuajada en cubos de 1.5 x 1.5 cm, con agitación suave.
8. Reposo de la cuajada durante 15 minutos.
9. Desuero de 15 Litros
10. Reposos de la cuajada durante 10 minutos.
11. Formado, llenado y compactación de la cuajada en los moldes.
12. Se dejaron en reposos 3 horas, volteándolos 1 vez por hora
13. Desmoldado
14. Salado directo a la superficie del queso con 2.5% de NaCl
15. Pulverización con solución acuosa de moho
16. Maduración a 10°C y 90% HR
17. Análisis Sensorial con 72 horas de maduración

5.12. Segundo lote de prueba. Muestra B

Lote: CMB21C12

Fecha de elaboración: 21 de Marzo del 2012

En el segundo lote de prueba se parte de leche cruda de vaca estandarizándola en base a su contenido de grasa al 3.12%. El pH inicial de la leche se encontraba a 6.8.

5.12.1. Estandarización de la leche

Determinación de la mezcla de leches (descremada y entera) en base al contenido de grasa inicial mediante el cuadrado de Pearson.

Contenido graso requerido: 3.12 %

MP	% Grasa		MP		% Grasa
	Inicial	Requerido	Partes	%	Resultante
<i>Leche Descremada</i>	0.01	3.12	0.68	17.94	0.0018
<i>Leche Entera</i>	3.8		3.11	82.06	3.1182
Totales	***	***	3.79	100	3.1200

Tabla No.8 Cuadrado de Pearson para lote CMB21C12, estandarización de la materia grasa al 3.12%.

Cantidad requerida: 50 Litros

MP	%	Litros
<i>Leche Descremada</i>	17.94	8.971
<i>Leche Entera</i>	82.06	41.029
Total	100	50

Tabla No.9 Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB21C12.

5.12.2. Determinación de la composición inicial de la leche

Lote:	CMB21C12
pH	6.8
Grasa %	3.12
SNG %	9.44
Densidad	35.2
AAL %	0
PC	62.1
Proteína %	3.39
Grasa/Proteína	0.92035

Tabla No.10 Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB21C12.

5.12.3. Procedimiento

1. Pasteurización con 72°C por 15 segundos
2. Enfriamiento a 33°C
3. Reconstitución con 2.5 g de CaCl₂
4. Inoculación con PCTT033 y CHN11
5. Incubación durante 150 minutos. pH obtenido de 6.3 y temperatura de 31.5° C.
6. Adición de 5 g de quimosina. Tiempo de coagulación: 45 minutos.
7. Corte de la cuajada. Se obtuvo una mala cuajada, la proteína se encontraba desnaturalizada. No hubo corte como tal, se hizo la separación de la masa.
8. Desuero de 15 Litros
9. Reposo de la cuajada durante 10 minutos
10. Formado, llenado y compactación de la cuajada en los moldes
11. Reposo 15 horas en moldes a 20°C
12. Desmoldado
13. Salado directo a la superficie del queso con 2.5% de NaCl
14. Pulverización con solución acuosa de moho
15. Maduración a 10°C y 90% HR
16. Análisis Sensorial con 72 horas de maduración
17. Se descartaron

5.13. Tercer lote de prueba. Muestra C

Lote: CMB22C12

Fecha de elaboración: 22 de Marzo del 2012

En el tercer lote de prueba se parte de leche cruda de vaca estandarizándola en base a su contenido de grasa al 2.67%. El pH inicial de la leche se encontraba a 6.5.

5.13.1. Estandarización de la leche

Determinación de la mezcla de leches (descremada y entera) en base al contenido de grasa inicial mediante el cuadrado de Pearson.

Contenido graso requerido: 2.67 %

MP	% Grasa		MP		% Grasa
	Inicial	Requerido	Partes	%	Resultante
<i>Leche Descremada</i>	0.01	2.67	0.67	20.12	0.0020
<i>Leche Entera</i>	3.34		2.66	79.88	2.6680
Totales	***	***	3.33	100	2.6700

Tabla No.11 Cuadrado de Pearson para lote CMB22C12, estandarización de la materia grasa al 2.67%.

Cantidad requerida: 50 Litros

MP	%	Litros
<i>Leche Descremada</i>	20.12	10.060
<i>Leche Entera</i>	79.88	39.940
Total	100	50

Tabla No.12 Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB22C12.

5.13.2. Determinación de la composición inicial de la leche

Lote:	CMB22C12
pH	6.5
Grasa %	2.67
SNG %	9.11
Densidad	34.2
AAL %	0
PC	60.1
Proteína %	3.26
Grasa/Proteína	0.81902

Tabla No.13 Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB22C12.

5.13.3. Procedimiento

1. Pasteurización con 72°C por 15 segundos
2. Enfriamiento a 35°C
3. Reconstitución con 2.5 g de CaCl₂
4. Inoculación con PCTT033 y CHN11
5. Incubación durante 75 minutos. pH obtenido de 6.3 y temperatura de 33.5 °C.
6. Adición de 5 g de quimosina. Tiempo de coagulación 37 minutos.
7. Corte de la cuajada en cubos de 2 x 2 cm, sin agitación.
8. Reposo de la cuajada durante 15 minutos.
9. Desuero de 10 Litros
10. Reposo de la cuajada durante 10 minutos
11. Formado, llenado y compactación de la cuajada en los moldes
12. Reposo 15 horas en moldes a 10°C
13. Desmoldado
14. Salado directo a la superficie del queso con 2.5% de NaCl
15. Pulverización con solución acuosa de moho
16. Maduración a 10°C y 90% HR
17. Análisis Sensorial con 72 horas de maduración

5.14. Cuarto lote de prueba. Muestra D

Lote: CMB23C12

Fecha de elaboración: 23 de Marzo del 2012

En el cuarto lote de prueba se parte de leche cruda de vaca estandarizándola en base a su contenido de grasa al 2.68%. El pH inicial de la leche se encontraba a 6.4

5.14.1. Estandarización de la leche

Determinación de la mezcla de leches (descremada y entera) en base al contenido de grasa inicial mediante el cuadrado de Pearson.

Contenido grasa requerido: 2.68 %

MP	% Grasa		MP		% Grasa
	Inicial	Requerido	Partes	%	Resultante
<i>Leche Descremada</i>	0.01	2.68	0.31	10.40	0.0010
<i>Leche Entera</i>	2.99		2.67	89.60	2.6790
Totales	***	***	2.98	100	2.6800

Tabla No.14 Cuadrado de Pearson para lote CMB23C12, estandarización de la materia grasa al 2.68%.

Cantidad requerida: 50 Litros

MP	%	Litros
<i>Leche Descremada</i>	10.40	5.201
<i>Leche Entera</i>	89.60	44.799
Total	100	50

Tabla No.15 Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB23C12.

5.14.2. Determinación de la composición inicial de la leche

Lote:	CMB23C12
pH	6.4
Grasa %	2.68
SNG %	9.14
Densidad	34.3
AAL %	0
PC	60.3
Proteína %	3.28
Grasa/Proteína	0.81707

Tabla No.16 Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB23C12

5.14.3. Procedimiento

1. Pasteurización con 72° C por 15 segundos
2. Enfriamiento a 35.5°C
3. Reconstitución con 2.5 g de CaCl₂
4. Inoculación con PCTT033 y CHN11
5. Incubación durante 75 minutos. pH obtenido de 6.2 y temperatura de 33.6 °C.
6. Adición de 5 g de quimosina. Tiempo de coagulación 24 minutos.
7. Corte de la cuajada en cubos de 2 x 2 cm, sin agitación.
8. Reposo de la cuajada durante 15 minutos.
9. Desuero de 10 Litros
10. Reposo de la cuajada durante 10 minutos.
11. Formado, llenado y compactación de la cuajada en los moldes
12. Reposo 15 horas en moldes a 10°C
13. Desmoldado
14. Salado directo a la superficie del queso con 2.5% de NaCl
15. Pulverización con solución acuosa de moho
16. Maduración a 10°C y 90% HR
17. Análisis Sensorial con 72 horas de maduración

5.15. Análisis Sensorial

El análisis sensorial se basó en la calificación de 4 muestras de queso Camembert, A, B, C y D, a las 72 horas de su elaboración, por 8 panelistas. Las calificaciones fueron dadas, evaluando textura, sabor, aroma y apariencia, en base a la siguiente escala de calificación inversa:

Escala de Calificación

1	Excelente
2	Bueno
3	Regular
4	Malo
5	Pésimo

Tabla No. 17. Escala de calificación inversa para el análisis sensorial de las muestras.

5.16. Análisis de Varianza

A continuación se presenta el análisis de varianza en base a las calificaciones dadas por 8 panelistas a 4 muestras de queso Camembert:

		Muestras				Totales
		A	B	C	D	
Panelistas	1	2	3	2	1	8
	2	4	3	2	2	11
	3	3	5	1	2	11
	4	3	4	2	1	10
	5	2	3	2	1	8
	6	2	3	2	2	9
	7	4	5	3	2	14
	8	2	4	1	1	8
Totales		22	30	15	12	79

Tabla No. 18 Tabla de calificaciones obtenido por cada una de las muestras dadas por los panelistas.

5.16.1. Factor de corrección

$$f_c = (79)^2 / (8 \cdot 4)$$

$$f_c = 195.03$$

5.16.2. Suma de cuadrados muestras

$$SSM = ((22^2+30^2+15^2+12^2) \times 0.125) - 195.03$$

$$SSM= 24.09$$

5.16.3. Suma de cuadrados panelistas

$$SSP = ((8^2+11^2+11^2+10^2+8^2+9^2+14^2+8^2) \times 0.25) - 195.03$$

$$SSP=7.72$$

5.16.4. Suma de cuadrados total

$$SST = (2^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 4^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2 + 5^2 + 4^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2) - 195.03$$

$$SST = 39.97$$

5.16.5. Tabla de análisis de varianza

Origen de las variaciones	df	SS	MS	F
Muestras	3	24.094	8.0313	20.678
Panelistas	7	7.71875	1.1027	2.8391
Error	21	8.156	0.3884	
Total	31	39.96875		

Tabla No. 19 Tabla de análisis de varianza.

5.16.6. Tasa de varianza al 5%. Puntos de distribución para F

	df muestras :3
df error: 21	3.07

5.16.7. Varianza al 5% para las muestras

R// 20.678 > 3.07 Sí hubo diferencia significativa entre muestras

5.16.8. Varianza al 5% para los panelistas

R// 2.839 < 3.07 No hubo diferencia significativa entre panelistas

5.16.9. Prueba Rango Múltiple de Duncan

	Muestras			
	A	B	C	D
Calificación de Muestras	22	30	15	12
Promedio de las muestras	2.75	3.75	1.875	1.5

Tabla No. 20 Promedio en la calificación de las muestras para el Rango Múltiple de Duncan.

5.16.10. Ordenamiento de los promedios de las muestras

D	C	A	B
1.5	1.875	2.75	3.75

Tabla No. 21 Tabla de ordenamiento del promedio de la calificación de las muestras.

5.16.11. Error estándar del promedio de las muestras

$$SE = \sqrt{(0.3884/8)}$$

$$SE = \sqrt{0.04855}$$

$$SE \approx 0.22034$$

Se busca el más corto rango significativo para 2, 3 y 4 medias con 21 grados de libertad, estos valores se multiplican por el error estándar de la media para obtener el más corto rango significativo Rp:

P	2	3	4
rp (5%)	2.94	3.09	3.18
Rp	0.6478	0.6808	0.7007

Tabla No. 22 Tabla del más corto rango significativo para 2, 3 y 4 medias para el nivel del 5% de probabilidad para df error 21

5.16.12. Determinación del más corto rango significativo

$$D - B = 1.5 - 3.75 = -2.25 < 0.70 \text{ (R4)}$$

$$D - A = 1.5 - 2.75 = -1.25 < 0.68 \text{ (R3)}$$

$$D - C = 1.5 - 1.875 = -0.375 < 0.647 \text{ (R2)}$$

$$C - B = 1.875 - 3.75 = -1.875 < 0.68$$

$$C - A = 1.875 - 2.75 = -0.875 < 0.647$$

$$A - B = 2.75 - 3.75 = -1 < 0.647$$

$$\mathbf{R1} = D = 1.5$$

$$\mathbf{R2} = C = 1.875$$

$$\mathbf{R3} = A = 2.75$$

$$\mathbf{R4} = B = 3.75$$

6. Resultados

6.1. Resultados individuales para cada lote de prueba

6.1.1. Muestra A: del lote CMB19C12, la leche fue estandarizada para obtener un contenido de grasa del 3%, se trato la cuaja para posteriormente hacer el corte de 1.5 x 1.5 cm (*Ver Figura No.5*), se formo en moldes, se desmoldó, se saló directamente con 2.5 % NaCl y se roció con la solución acuosa de *P. candidum*, el mismo día. Los quesos resultantes se colocaron en el cuarto de maduración a 10 °C y 90% HR, sin moldes. Son evaluados por el panel sensorial a las 72 horas. Continúan en el periodo de maduración.

El haber desmoldado el mismo día, no permitió que el queso se compactara totalmente en su forma, por lo tanto siguió desuerando ya sin molde, esto influyó en que, a las 72 horas, se observara deformado, anchándose hacia sus extremos por la secreción del suero atreves de la masa del queso.

Al cuarto día de su elaboración se observó que el queso presentaba ligosidad en la superficie, lo que se cree fue producido por la merma del suero atreves de la masa, y también pudieron haber caído gotas de agua condensada del techo sobre la superficie del queso.

A los 5 días los quesos de este lote aún no presentaban crecimiento de *P. candidum*, en la corteza, la masa del queso ya presenta sabor más fuerte. A los 12 días estando en el cuarto de maduración, los quesos presentaban crecimiento de moho blanco en los bordes, más no en la superficie (*Ver figura No.6*), el crecimiento fue deficiente.

La corteza formada en los bordes albergaba por debajo una sustancia líquida, defecto conocido como descortezamiento (*Ver Figura No.7*), además la textura del queso era bastante aguada y ligosa. Así mismo se presentaba un leve crecimiento de moho, aterciopelado verde-amarillo, por este motivo fueron desechados.

6.1.2. Muestra B: del lote CMB21C12, la leche inicial para este lote, presentaba un pH de 6.8, se estandarizó a 3.12% de grasa, el tiempo de incubación dado fue de 150 minutos, esto para que alcanzara un pH de 6.3, el tiempo de coagulación dado fue de 45 minutos, al momento del corte, se registró el problema de desnaturalización de la proteína, probablemente por acidificación excesiva que pudo ser causada por el tiempo prolongado de incubación y tiempo excesivo de acción del cuajo, por esto no se hizo el corte de la cuajada en cubos como normalmente se haría, no hubo suficiente retención de humedad en la masa (*Ver Figura No. 8*), lo cual afecta el rendimiento final. Al momento del formado se llenaron los moldes, se quedaron en reposo durante 15 horas, a una temperatura de 20°C. Posteriormente fueron puestos en el cuarto de maduración a 10°C y 90% de HR. A las 72 horas de maduración fueron evaluados sensorialmente por el panel, determinando que se obtuvo un queso de textura tipo pasta hilada (*Ver figura No.9*).

Este lote no continuó en la etapa de maduración ya que fue descartado por la textura de su masa.

6.1.3. Muestra C: del lote CMB22C12, en este lote se partió de leche estandarizada al 2.67% de grasa, se obtuvo un buen corte de la cuajada con buena retención de humedad, no hubo agitación, se formó el queso en los moldes y se colocaron las tapas de acero inoxidable, dejándolos de esta manera durante 15 horas en el cuarto de maduración a 10°C, lo que prolongó el tiempo de desuerado de la masa sin perder la forma, seguido de esto fueron desmoldados, salados con 2.5% de NaCl y rociados con la solución acuosa de *P. candidum*, dejándolos en el cuarto de maduración a 10°C y 90% HR durante 72 horas para luego ser evaluados sensorialmente por el panel abierto, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a la apariencia de la masa, sabor y textura blanda (*Ver Figura No. 10*). Continúan en el periodo de maduración.

A los 4 días no presentaba crecimiento de *P. candidum*, la textura estaba cremosa, más dura en la superficie y mas suave al centro.

A los 9 días, ya presentaban crecimiento de *P. candidum* de forma poco homogénea (Ver Figura No. 11), fueron volteados para favorecer el crecimiento del moho. A los 13 días fueron desechados debido a que el cuarto de maduración alcanzo los 17° C y hubo putrefacción.

6.1.4. Muestra D: del lote CMB23C12, en este lote se partió de leche estandarizada al 2.68% en contenido graso, el pH inicial de 6.4, influyó en la reducción del tiempo de coagulación que fue de 24 minutos, se obtuvo un buen corte de la cuajada con buena retención de humedad, no hubo agitación, se formó el queso en los moldes y se colocaron las tapas de acero inoxidable, dejándolos de esta manera durante 15 horas en el cuarto de maduración a 10°C. Posteriormente fueron desmoldados, salados con 2.5% de NaCl y rociados con la solución acuosa de *P. candidum*, a las 72 horas de maduración fueron evaluados sensorialmente por el panel abierto, teniendo resultados satisfactorios según la calificación obtenida para la muestra, por la textura de la masa, sabor y olor.

A los 8 días, ya presentaban crecimiento de *P. candidum* muy leve en unos y en otros formando una capa en la cara superior (Ver Figura No. 12), fueron volteados para favorecer el crecimiento del moho. A los 12 días fueron desechados debido a que el cuarto de maduración alcanzo los 17° C y hubo putrefacción.

6.2. Resultados comparativos por diferencias de composición inicial de la leche.

Se obtienen resultados en base a las diferencias por la composición de la leche utilizada en cada uno de los lotes de prueba, la leche se estandarizó en base al valor controlado que fue el contenido de grasa, mezclando leche entera y leche

descremada, después de determinarse las cantidades objetivas por el cuadrado de Pearson.

Muestra:	A	B	C	D
Lote:	CMB19C12	CMB21C12	CMB22C12	CMB23C12
Grasa %	3	3.12	2.67	2.68
SNG %	9.02	9.44	9.11	9.14
Densidad	33.6	35.2	34.2	34.3
AAL %	0	0	0	0
PC	59.4	62.1	60.1	60.3
Proteína %	3.23	3.39	3.26	3.28

Tabla No.23. *Tabla comparativa de composición inicial de la leche en cuatro lotes de prueba.*

Los sólidos no grasos (SNG) y la proteína, son valores no controlados, sin embargo se ven afectados al momento de la mezcla, para obtener el % de grasa requerido, debido a que no se adicionó proteína aislada para mantenerla constante.

Sí exhibe diferencia significativa, la composición inicial de la leche, ya que al momento de la evaluación sensorial de las muestras, D y C, que se agrupan sin diferencia significativa entre ellas, con 2.68 y 2.67 % de grasa respectivamente, fueron las preferidas por el panel.

6.3. Resultados comparativos por diferencias en la etapa de producción de las muestras

Se obtuvieron resultados en la etapa de producción, constituida por una secuencia de pasos, para cada uno de los lotes, los cuales son comparados entre ellos, para determinar cuáles son los pasos influyentes en la calificación de las muestras, en la cual son favorecidas las muestras D y C. En el proceso se manejaron variables controladas y no controladas, así como valores constantes, que se describen a continuación:

Muestra:	A	B	C	D		
Lote:	CMB19C12	CMB21C12	CMB22C12	CMB23C12		
pH inicial	6.6	6.8	6.5	6.4	Variable	No Controlado
Estandarización de grasa (%) en leche	3	3.12	2.67	2.68	Variable	Controlado
T de pasteurización (°C)	72	72	72	72	Constante	Controlado
Tiempo de retención (seg)	15	15	15	15	Constante	Controlado
T de incubación (°C)	32	33	35	35.5	Variable	Controlado
CaCl ₂ (g)	2.5	2.5	2.5	2.5	Constante	Controlado
<i>P. Candidum</i> (u)	1	1	1	1	Constante	Controlado
CHN11 (u)	5	5	5	5	Constante	Controlado
Incubación (min)	75	150	75	75	Variable	Controlado
pH después de la incubación	6.4	6.3	6.3	6.2	Variable	Controlado
Cantidad de Cuajo (g)	5	5	5	5	Constante	Controlado
Tiempo de Coagulación (min)	45	45	37	24	Variable	Controlado
Tamaño del corte (cm)	1.5 x 1.5	N/A	2 x 2	2 x 2	Variable	Controlado
Reposo (min)	15	15	15	15	Constante	Controlado
Suero drenado (Lts)	15	15	10	10	Constante	Controlado
Reposo (min)	10	10	10	10	Constante	Controlado
Salado directo (% Sal)	2.5	2.5	2.5	2.5	Constante	Controlado
Pulverización PCTT033 (u en solución)	1	1	1	1	Constante	Controlado
Queso obtenido (Kg)	5.35	4.2	6.75	6.95		

Tabla No.24 Tabla de Variables controladas y no controladas durante la etapa de producción por lotes de prueba.

Se establece cual de los pasos fue factor influyente para la preferencia de las muestras D y C:

Paso del Proceso	Influyente en la Calificación
pH inicial	Si
Estandarización de grasa (%) en leche	Si
T de pasteurización (°C)	No
Tiempo de retención (seg)	No
T incubación (°C)	Si
CaCl ₂ (g)	No
<i>P. candidum</i> (u)	No
CHN11 (u)	No
Incubación (min)	Si
pH después de la incubación	Si
Cantidad de Cuajo (g)	No
Tiempo de Coagulación (min)	Si
Tamaño del corte (cm)	Si
Reposo (min)	No
Suero drenado (Lts)	Si
Reposo (min)	No
Sal (%)	No
PCTT033 Pulverizado	No

Tabla No25. Determinación de los pasos del proceso influyentes y no influyentes en la calificación de las muestras.

6.4. Resultados por diferencia del pH inicial de la leche

Se obtienen resultados con influencia directa del pH inicial de la leche, debido a que en base a la acidez inicial, el tiempo de incubación y de coagulación deberán ser ajustados para no ocasionar la desnaturalización de la proteína por exceso de acidez, la relación es como sigue, a menor pH menor tiempo de incubación y a

menor pH menor tiempo de coagulación. En la siguiente tabla se indica el pH inicial de la leche para los cuatro lotes de prueba:

Muestra:	A	B	C	D
Lote:	CMB19C2012	CMB21C12	CMB22C12	CMB23C12
pH inicial	6.6	6.8	6.5	6.4
Incubación (min)	75	150	75	75
pH después de la incubación	6.4	6.3	6.3	6.2
Tiempo de Coagulación (min)	45	45	37	24

Tabla No.26 Tabla comparativa en base al pH inicial de la leche inicial y tiempos de incubación y coagulación.

El pH difiere para cada uno de los lotes de prueba, debido a que los lotes fueron producidos en diferentes días, con leche obtenida del ordeño matutino de la granja proveedora del día correspondiente.

El pH es un dato variable no controlable para el estudio, debido a la naturaleza de la materia prima, la cual es afectada desde el momento del ordeño por las bacterias ácido lácticas propias de la microbiota en la leche, hasta la pasteurización de la misma. Sin embargo es importante que la leche cumpla con las exigencias al momento de ser recibida y se establezca si es apta para su proceso o no, según la norma, delimitando en un rango de pH a la leche inicial, previo a su proceso. Las muestras preferidas D y C partieron de leches con pH de 6.4 y 6.5 respectivamente.

6.5. Resultados por diferencia de la relación grasa/proteína de la leche

En la siguiente tabla se manifiesta la relación grasa/proteína de cada uno de los lotes de prueba.

Muestra:	A	B	C	D
Lote:	CMB19C12	CMB21C12	CMB22C12	CMB23C12
Grasa/Proteína	0.92879	0.92035	0.81902	0.81707

Tabla No 27. Tabla comparativa de relación grasa/proteína para la leche en cada uno de los lotes de prueba.

La relación grasa/proteína de la leche es el resultado de la mezcla de leche entera y leche descremada en el momento de la estandarización que busca reducir el contenido de grasa, en base a los requerimientos del queso Camembert. Las muestras preferidas D y C, tienen una relación grasa/proteína de 0.817 y 0.819 respectivamente, inferior al de las muestras A y B.

6.6. Resultados por temperatura y tiempos de incubación

La temperatura y tiempo de incubación tiene efectos en la cuajada final que se obtiene y es necesario sea incubada con bacterias lácticas y *P. candidum*, así como tener un contenido alto de humedad, lo que será determinante en la textura del queso a obtener. Es importante tener en consideración el pH inicial de la leche, y no exceder en tiempo de incubación. Así mismo es importante que la temperatura de incubación se mantenga en el rango ideal para el desarrollo de la acidez mediante el cultivo.

Muestra:	A	B	C	D
Lote:	CMB19C2012	CMB21C12	CMB22C12	CMB23C12
pH inicial	6.6	6.8	6.5	6.4
T incubación (°C)	32	33	35	35.5
Incubación (min)	75	150	75	75
pH después de la incubación	6.4	6.3	6.3	6.2
T después de la incubación (°C)	30.5	31.5	33.5	33.6

Tabla No.28 Tabla de temperaturas y tiempos de incubación para cada lote de prueba.

Las muestras D y C fueron incubadas a temperaturas de 35.5 y 35°C respectivamente, por lo que se determina que sí es influyente la temperatura de incubación y desarrollo de la acidez, en los resultados finales obtenidos por evaluación sensorial del panel organoléptico.

6.7. Resultados por diferencia en el corte de la cuajada

Los cortes fueron realizados de 1.5 x 1.5 cm para la muestra A, y de 2 x 2 cm para las muestras D y C, el corte es importante para la retención de la humedad en la masa, lo que influye en la textura final del queso. Mientras se hace un corte más grande favorece a la retención de un mayor contenido de humedad en el grano. Siendo las muestras favorecidas la D y la C, se sugiere que el corte ideal es de 2 x 2 cm con agitación muy bajo o ninguna.

6.8. Resultados en el métodos de formado

Para el formado del queso se determinó que es importante tomar los pasos siguientes:

- Contar con moldes de 10 cm de altura, 8.60 cm de diámetro, 2 mm de grosor, provistos con agujeros a 8 y 2 cm de la base.
- Llenar los moldes a un nivel de $\frac{3}{4}$ de su capacidad con la cuajada.
- Compactar la cuajada haciendo leve presión manual.
- Colocar la tapa de acero inoxidable y hacer presión con esta.
- Voltar los quesos por lo menos 3 veces, una vez por hora.
- Dejar 15 horas los quesos en moldes y con las tapas para que continúen desuerando. Esto debe ser a temperatura de 10°C (No a temperatura ambiente).
- Utilizar bandejas y tela de poliéster que promuevan el flujo del suero, y no se acumule alrededor de los moldes.

6.9. Rendimiento por cantidad de queso resultante

La cantidad de queso obtenida es el resultado de la composición de la leche inicial y el tratamiento que se le dio a la misma. A continuación se expone el rendimiento obtenido en cada uno de los lotes, siendo los de mayor rendimiento las muestras D y C, con 13.9 y 13.5%.

		Leche inicial	Queso obtenido	Rendimiento
		Lts	Kg	%
A	CMB19C12	50	5.35	10.7
B	CMB21C12	50	4.2	8.4
C	CMB22C12	50	6.75	13.5
D	CMB23C12	50	6.95	13.9

Tabla No.29 Rendimiento por cantidad de queso obtenido de los lotes de prueba.

No se hizo análisis para la determinación de la composición final de los quesos, siendo esta una limitación en el estudio, por falta del equipo.

6.10. Implementaciones para el cuarto de maduración

Se verificaron las condiciones del terreno y construcción de la planta para determinar la fuente de la humedad y la temperatura, en el cuarto de maduración, en base a esto se determinó que sí es necesaria la implementación de equipo para mantener constante la temperatura y humedad en este cuarto, para lo cual se enumera las siguientes implementaciones recomendadas:

- 1) Recubrir las paredes con pintura epóxica
- 2) Instalar una Unidad de enfriamiento con capacidad de 1.5 Toneladas (ó menor), marca York. Tipo paquete, modelo Champion Estandar.
- 3) Colocar estanterías de acero inoxidable con espacio que promueva la circulación del aire, aproximadamente 35 cm entre cada reja y con techo.
- 4) Ventiladores para secar los quesos y para la circulación de aire.

6.11. Identificación de los puntos críticos del proceso

- Inoculación: Contar con un cultivo de actividad confiable, para garantizar el desarrollo del mismo, mantener la temperatura de incubación en el rango óptimo para el tipo de cultivo. La dosis del

cultivo adicionada también influirá en el sabor y textura final, si excede o es escaso afectará al producto.

- Tiempo de coagulación: el pH inicial de la leche es influyente en el tiempo de coagulación y corte de la cuajada. Al momento de la adición del cuajo se debe controlar la floculación de la proteína y en base a las pruebas de cuajada, determinar el momento de corte.
- Momento de corte: El tamaño de los cubos de la cuajada debe ser del tamaño adecuado para cuajada de queso blando, se debe favorecer la retención de humedad en el grano.
- Formado: Es indispensable que la cuajada quede bien compacta en los moldes y tenga el tiempo suficiente para drenar el suero excedente antes de ser retirados del molde, para que posteriormente no se deformen.
- Maduración: el periodo de maduración debe de estar bajo control riguroso para observar el crecimiento del moho blanco y la formación de la corteza, mantener la temperatura constante entre 10 y 14°C y la humedad relativa entre 90 y 95%. Así mismo poder identificar defectos y tomar las acciones correctivas.

7. Discusión de resultado

- Las muestras A y B tuvieron menor aceptación por los panelistas, que las muestras C y D, en base a los resultados obtenidos se analizan los factores influyentes en esta calificación para la etapa de producción que abarca estandarización de la leche y tratamiento para la obtención del producto final.
- Los factores determinados como influyentes para la etapa de producción para la obtención de queso Camembert, fueron los siguientes: pH inicial de la leche, % de grasa en la leche, temperatura de incubación, tiempo de incubación, pH obtenido después de la incubación, tiempo de coagulación, tamaño del corte de cuajada, cantidad de suero drenado.
- El pH inicial de la leche óptimo, en base a los resultados, está entre 6.4 y 6.5, el porcentaje de grasa inicial entre 2.67 y 2.68%, la temperatura de incubación entre 35 y 35.5°C, el tiempo de incubación óptimo, bajo estas condiciones, es de 75 minutos, el pH obtenido después de la incubación deberá estar entre 6.2 y 6.3, el tiempo de coagulación entre 24 y 37 minutos, el tamaño de los cubos en el corte de la cuajada debe ser de 2 x 2 cm y la cantidad de suero drenado 10 litros, esto partiendo de 50 litros de leche cruda de vaca.
- La relación grasa/ proteína para las muestras D y C es de 0.817 y 0.819 respectivamente, siendo esta inferior a la de las muestras A y B. Esto se obtuvo haciendo una mezcla de 45 litros de leche entera y 5 litros de leche descremada para la muestra D y 40 litros de leche entera y 10 litros de leche descremada para la muestra C.
- Se requiere contar con moldes adecuados en función al tamaño de queso final requerido, las dimensiones óptimas en este estudio fueron de moldes cilíndricos abiertos en ambos extremos de 10 cm de altura, 8.60 cm de diámetro, 2 mm de espesor, provistos con agujeros a 8 y 2 cm de la base.
- El rendimiento en términos de cantidad de queso obtenido a partir de la cantidad de leche inicial, fue superior para D y C mostrando un rendimiento de 13.9 y 13.5% respectivamente, que para las muestras A y B. La retención de suero en la cuajada al momento de corte, es muy influyente para este resultado, obsérvese que para muestras D y C se desueraron 10

litros de leche y para A y B se desueraron 15 litros de leche, debido a la naturaleza de la cuajada.

- En el análisis estadístico de varianza el valor F o la tasa de variación para las muestras fue de 20.67, que excede el valor crítico al 5% de 3.07, lo que nos indica que hay una variación significativa entre muestras. Para determinar cual de las muestras tiene el más corto rango significativo, se utiliza la prueba del Rango Múltiple de Duncan, para determinar R1, R2, R3 y R4, con los resultados respectivamente como siguen: D, C, A y B. Siendo la muestra B la que mayor variación tuvo entre las muestras.
- El valor F o tasa de variación entre los panelistas fue de 2.83 el cual no excede el valor crítico al 5% de 3.07, lo que significa que la varianza entre los panelistas no fue significativa, siendo esto que, la percepción para calificar las muestras por los panelistas fue bastante similar.

8. Conclusiones

1. Se logró desarrollar el proceso para la fabricación del queso Camembert en la región de San José Pínula para la etapa de producción y queda la base para la implementación del equipo necesario para adecuar el cuarto de maduración con temperatura y HR constantes, para la fase de maduración.
2. Es de importancia estandarizar la leche inicial en base al contenido de grasa para obtener una relación grasa/proteína que favorezca la formación del grano en la cuajada y optimice el rendimiento final, en la obtención de la misma, esta relación se vio favorecida con los valores de 0.817 y 0.819 en las muestras D y C.
3. El tratamiento térmico de pasteurización fue una operación fundamental para que la leche estuviese apta a la inoculación con cultivo láctico y *Penicillium candidum*, utilizando para esto temperatura de 72 °C y un tiempo de retención de 15 segundos.
4. La temperatura óptima de inoculación fue de 35 °C, para favorecer que la temperatura entre 35 y 33° C se prolongue durante la incubación y la acción del cultivo láctico se vea favorecida. La cantidad de cultivo láctico CHN11 optima utilizada fue 5 u y de 0.5 u de PCTT033 para 50 litros de leche.

5. La dosis de *Penicillium candidum* PCTT033 en solución acuosa, es necesario se evalúe para garantizar su crecimiento y formación de la corteza.
6. La técnica del formado es un paso muy importante y se requiere contar con los moldes adecuados para esto, es necesario que se promueva la expulsión del suero bajo presión manual, desde el momento en que los moldes son llenados, además de voltear los moldes 1 vez por hora, 3 veces, posterior a esto dejarlos en reposo durante 15 horas en el cuarto de maduración a 10 °C, previo a ser desmoldados.

7.

9. Recomendaciones

1. Es necesaria la implementación de una unidad de enfriamiento en el cuarto de maduración, debido a que el área es de 8.75 m², la capacidad de enfriamiento requerida es baja, de 3,000 a 4,000 BTU, sin embargo es necesario que garantice la temperatura constante entre 10 y 14 °C. Colocar ventiladores para secar los quesos y promover la circulación de aire, recubrir las paredes con pintura epoxica y colocar estanterías de acero inoxidable con rejas separada por 35 cm y techo. La humedad relativa se mantuvo entre 90 y 98%, por lo que podría adaptarse un deshumificador para no sobrepasar el 95% máximo del rango optimo requerido
2. El tiempo de maduración deberá ser determinado, habiendo hecho las implementaciones de equipo en el cuarto de maduración, se sugiere que un periodo de 15 días podría ser optimo para el crecimiento de *P. candidum*, posterior a esto se deberán de empacar en papel aluminio, sellados al vacío y almacenados a 4°C para su venta.
3. El trabajo de investigación deja una base para seguir con investigaciones que mejoren los resultados aquí obtenidos, principalmente en la etapa de maduración.

10. Referencias bibliográficas

- 1) Furtado, M. "Quesos típicos de Latinoamérica". Primera edición. Editorial DAS. Colombia. 2,005. Pag.114-115.
- 2) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 81-82.
- 3) Hansen C. "Hoja Técnica Penicillum Candidum TT031, TT032,TT033".Pag. 1-2
- 4) Ville, C. Solomon, E. "Biología". Cuarta Edición. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. México.1,998. Pag 542.
- 5) Hansen C. "Hoja Técnica Penicillum Candidum TT031, TT032,TT033".Pag. 2-4
- 6) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 82-83.
- 7) Keating, P. "Introducción a la Lactología". Segunda edición. Editorial Limusa Noriega Editores. México. 2,002. Pag 177-178.
- 8) Hansen, C. "Hoja Técnica FD DVS CHN11". España. 2,005. Pag.1-3.
- 9) Prescott, L. "Microbiology". Quinta edición. Editorial The McGraw-Hill Companies. 2,002. Pag 978
- 10) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 83-84.
- 11) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 84-85.
- 12) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 85-86.
- 13) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 89-91.
- 14) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 92.
- 15) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 95.
- 16) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 96.
- 17) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 99-100.
- 18) Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 100-101.
- 19) Furtado M. "Principais Problemas dos queijos causas e prevencao". Segunda edición. Editorial Fonte Comunicacoes e Editora. Brasil, 2,005. Pag. 71-75

- 20)** Furtado, M. "Queijos finos maturados por fungos". Primera edición. Editorial Milkbizz. Brasil. 2,003. Pag. 102-103.
- 21)** Furtado M. "Principais Problemas dos queijos causas e prevencao". Segunda edición. Editorial Fonte Comunicacoes e Editora. Brasil, 2,005. Pag. 115-117

11. Anexos

11.1. Figuras

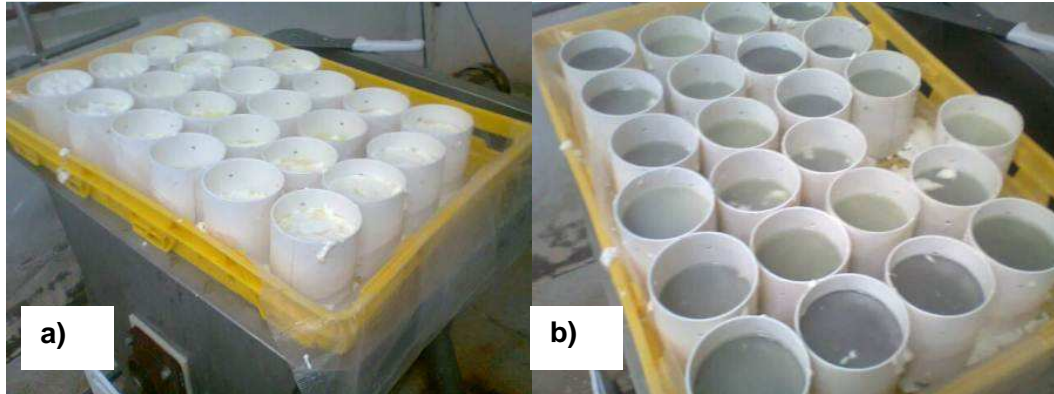


Figura No.4 Equipo para el formado del queso Camembert **a)** moldes, bandejas, tela poliéster. **b)** tapas de acero inoxidable.



Figura No. 5 Cuajada obtenida del lote CMB19C12, corte 1.5x 1.5 cm.



Figura No.6 Queso Camembert de 12 días con crecimiento de *P. candidum* no homogéneo.



Figura No.7 Queso Camembert presentando defecto conocido como descortezamiento.



Figura No. 8 Cuajada obtenida del lote CMB21C12.



Figura No. 9 Queso obtenido del lote CMB21C12, con textura de queso de pasta hilada.



Figura No. 10 Queso obtenido del lote CMB22C12, con textura blanda.



Figura No. 11 Queso Camembert con 9 días de maduración, crecimiento de *P. candidum* irregular. Lote CMB22C12.



Figura No. 12 Queso Camembert con 8 días de maduración, crecimiento de *P. candidum* en la superficie. Lote CMB23C12.

Índice

Contenido	Pág.
1 Sumario	2
2 Introducción y propósito	3
3 Objetivos	4
3.1 Generales	4
3.2 Específicos	4
4 Revisión bibliográfica	4
4.1 Fundamentos del queso Camembert	4
4.2 Características	5
4.3 Fundamentos de la producción	6
4.3.1 Variedades de <i>Penicillium</i>	6
4.3.2 <i>Penicillium candidum</i> de CHR Hansen	7
4.3.3 Preparación de la leche	8
4.3.3.1 Cultivo lactico CHN11 de CHR Hansen	9
4.3.4 Corte de la cuajada	11
4.3.5 Tratamiento de la cuajada en el tanque	11
4.3.6 Formado	11
4.3.7 Fermentación y pH	12
4.3.8 Salado y efectos de la sal	12
4.3.9 Pulverización del moho	13
4.3.10 Maduración	14
4.3.10.1 Transformaciones durante la maduración	15
4.3.11 Características típicas del Camembert	17
4.4 Defectos del queso Camembert	17
4.4.1 Pelo de gato	17
4.4.2 Piel de sapo	18
4.4.3 Moho verde azulado contaminante	19
4.4.4 Descortezamiento	20
4.4.5 Masa seca	21
4.4.6 Crecimiento insuficiente de moho	22
4.4.7 Crecimiento excesivo de moho	22
4.4.8 Formación de gusto amargo	23
4.4.9 Sabor amoniacal	24
4.4.10 Cascara rojiza cubierta por moho ralo	24
4.4.11 Puntos oscurecidos en los bordes	25
4.5 Tratamiento para cámaras y equipos contaminados	25
4.6 Flujo del proceso para la fabricación del queso Camembert	26
4.7 Temperatura del medio según la etapa del proceso	27

5 Experimentación	27
5.1 Hipotesis	28
5.1.1 Hipotesis Nula	28
5.1.2 Hipotesis Alternativa	28
5.2 Materiales y Métodos	28
5.2.1 Materiales	28
5.2.2 Equipo	28
5.2.3 Equipo de laboratorio	29
5.2.4 Métodos	30
5.3 Determinación de la composición inicial de la leche	30
5.4 Método de pasteurización empleado	31
5.5 Reconstitución con Cloruro de Calcio	31
5.6 Preparación <i>Penicillum Candidum</i>	31
5.7 Cultivo láctico utilizado	32
5.8 Cuajo y su preparación	32
5.9 Equipo para el formado del queso	32
5.10 Condiciones del cuarto de maduración	33
5.11 Primer lote de prueba. Muestra A	34
5.11.1 Estandarización de la leche	34
5.11.2 Determinación de la composición inicial de la leche	35
5.11.3 Procedimiento	35
5.12 Segundo lote de prueba. Muestra B	36
5.12.1 Estandarización de la leche	36
5.12.2 Determinación de la composición inicial de la leche	37
5.12.3 Procedimiento	37
5.13 Tercer lote de prueba. Muestra C	38
5.13.1 Estandarización de la leche	38
5.13.2 Determinación de la composición inicial de la leche	39
5.13.3 Procedimiento	39
5.14 Cuarto lote de prueba. Muestra D	40
5.14.1 Estandarización de la leche	40
5.14.2 Determinación de la composición inicial de la leche	41
5.14.3 Procedimiento	41
5.15 Análisis Sensorial	42
5.16 Análisis de Varianza	42
5.16.1 Factor de corrección	42
5.16.2 Suma de cuadrados muestras	43
5.16.3 Suma de cuadrados panelistas	43
5.16.4 Suma de cuadrados total	43

5.16.5	Tabla de análisis de varianza	43
5.16.6	Tasa de varianza al 5%.Puntos de distribución para F	43
5.16.7	Varianza del 5% para las muestras	44
5.16.8	Varianza del 5% para los panelistas	44
5.16.9	Prueba Rango Múltiple de Duncan	44
5.16.10	Ordenamiento de los promedios de las muestras	44
5.16.11	Error estándar del promedio de las muestras	44
5.16.12	Determinación del más corto rango significativo	45
6	Resultados	46
6.1	Resultados individuales para cada lote de prueba	46
6.1.1	Muestra A	46
6.1.2	Muestra B	47
6.1.3	Muestra C	47
6.1.4	Muestra D	48
6.2	Resultados comparativos por diferencias de composición inicial de la leche	48
6.3	Resultados comparativos por diferencias en la etapa de producción de las muestras	49
6.4	Resultados por diferencia del pH inicial de la leche	51
6.5	Resultados por diferencia de la relación grasa/proteína	52
6.6	Resultados por temperatura y tiempos de incubación	53
6.7	Resultados por diferencia en el corte de la cuajada	54
6.8	Resultados en el método de formado	54
6.9	Rendimiento por cantidad de queso resultante	55
6.10	Implementaciones para el cuarto de maduración	55
6.11	Identificación de los puntos críticos del proceso	55
7	Discusión de resultados	57
8	Conclusiones	58
9	Recomendaciones	59
10	Referencias bibliográficas	60
11	Anexos	62
11.1	Figuras	62

Índice de tablas

Tabla No.		Pág.
Tabla No.1	Composición media esperada de un queso Camembert madurado por 35 días (totalmente proteolizado).	6
Tabla No.2	Tabla de Temperaturas requeridas durante las etapas del proceso	27
Tabla No.3	Tabla de Mediciones realizadas por Ekomilk Ultra, con rangos de funcionalidad y precisión para el análisis de la leche.	30
Tabla No.4	Tabla de temperatura y HR registrada en el mes de marzo en el cuarto de maduración.	33
Tabla No. 5	Cuadrado de Pearson para lote CMB19C12, estandarización de la materia grasa al 3%.	34
Tabla No.6	Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB19C12.	34
Tabla No.7	Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB19C12.	35
Tabla No.8	Cuadrado de Pearson para lote CMB21C12, estandarización de la materia grasa al 3.12%.	36
Tabla No.9	Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB21C12.	36
Tabla No.10	Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB21C12.	37
Tabla No.11	Cuadrado de Pearson para lote CMB22C12, estandarización de la materia grasa al 2.67%.	38
Tabla No.12	Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB22C12.	38
Tabla No.13	Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB22C12.	39
Tabla No.14	Cuadrado de Pearson para lote CMB23C12, estandarización de la materia grasa al 2.68%.	40
Tabla No.15	Determinación de la cantidad de leche entera y descremada para estandarización de 50 litros en lote CMB23C12.	40
Tabla No.16	Determinación de la composición inicial de la leche en el lote CMB23C12	41
Tabla No.17	Escala de calificación inversa para el análisis sensorial de las muestras.	42
Tabla No.18	Tabla de calificaciones obtenido por cada una de las muestras dadas por los panelistas.	42
Tabla No.19	Tabla de análisis de varianza.	43
Tabla No.20	Promedio en la calificación de las muestras para el Rango Múltiple de Duncan.	44

Tabla No.21	Tabla de ordenamiento del promedio de la calificación de las muestras.	44
Tabla No.22	Tabla del más corto rango significativo para 2, 3 y 4 medias para el nivel del 5% de probabilidad para df error 21	45
Tabla No.23	Tabla comparativa de composición inicial de la leche en cuatro lotes de prueba.	49
Tabla No.24	Tabla de Variables controladas y no controladas durante la etapa de producción por lotes de prueba.	50
Tabla No.25	Determinación de los pasos del proceso influyentes y no influyentes en la calificación de las muestras.	51
Tabla No.26	Tabla comparativa en base al pH inicial de la leche inicial y tiempos de incubación y coagulación.	52
Tabla No.27	Tabla comparativa de relación grasa/proteína para la leche en cada uno de los lotes de prueba.	53
Tabla No.28	Tabla de temperaturas y tiempos de incubación para cada lote de prueba.	53
Tabla No.29	Rendimiento por cantidad de queso obtenido de los lotes de prueba.	55

Índice de figuras

Figura No.		Pág.
Figura No.1	Sabor sobre el modelo del queso, véase la gráfica para PCTT033.Chr. Hansen, La Fragua, Madrid 2,004.	8
Figura No.2	Efecto de la temperatura sobre la acidificación para CHN11. Chr Hansen Oct 2003.	10
Figura No.3	Flujo de proceso para la elaboración de queso Camembert	26
Figura No.4	Equipo para el formado del queso Camembert a), moldes, bandejas, tela poliéster. b) tapas de acero inoxidable.	62
Figura No.5	Cuajada obtenida del lote CMB19C12, corte 1.5x 1.5 cm.	62
Figura No.6	Queso Camembert de 12 días con crecimiento de P. candidum no homogéneo.	62
Figura No.7	Queso Camembert presentando defecto conocido como descortezamiento.	62
Figura No.8	Cuajada obtenida del lote CMB21C12.	62
Figura No.9	Queso obtenido del lote CMB21C12, con textura de queso de pasta hilada.	63

Figura No.10	Queso obtenido del lote CMB22C12, con textura blanda.	63
Figura No.11	Queso Camembert con 9 días de maduración, crecimiento de P. candidum irregular. Lote CMB22C12.	63
Figura No.12	Queso Camembert con 8 días de maduración, crecimiento de P. candidum en la superficie. Lote CMB23C12.	63