

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El queso, es un producto que se obtiene por coagulación de la leche, por medio del cuajo u otras enzimas coagulantes apropiadas, complementadas por la acción de bacterias lácticas específicas, responsables de otorgarle al producto sus características particulares y distintivas. Este producto tiene gran parte de las propiedades nutricionales de la leche, excepto que posee mayor contenido de grasas y proteínas concentradas, además se destaca por ser una fuente importante de calcio, necesario para una dieta balanceada (Cuentas y Díaz 2006).

En la producción de queso, se utiliza un ingrediente importante denominado cuajo, que está compuesto por enzimas hidrolíticas, como la proteasa ácida llamada quimosina, que tiene la propiedad de precipitar la caseína del resto de componentes y de plasma lácteo. Actualmente en dicha producción, se utiliza quimosina, como cuajo artesanal extraído del estómago de los terneros lactantes, pero por la demanda de este producto, se han generado otras fuentes de obtención de cuajo, como el obtenido a partir del estómago de cuy, cuya actividad coagulante, por acción de las bacterias del tipo *Lactobacillus* resulta ser muy semejante a la obtenida a partir del cuajo bovino, (Carrera 2003).

En el presente trabajo se ha creído conveniente usar cuajo bovino criollo y cuajo de cuy, para la obtención de queso y determinar el efecto de éstos, en los atributos de textura, sabor, olor y color, mediante una evaluación sensorial, realizada por un panel constituido por cuarenta integrantes, quienes aplicando una escala de categorías de cinco puntos, determinaron el nivel de aceptación del queso elaborado a partir del cuajo de bovino criollo y cuajo de cuy respectivamente.

1.1 Problema de la investigación

En la elaboración de quesillo, se utiliza tradicionalmente el cuajo de bovino criollo, sin embargo, existen otras fuentes de obtención de cuajo artesanal, como el cuajo obtenido del estómago del cuy, cuya composición y actividad coagulante es similar al cuajo de bovino, pero su efecto en las características sensoriales del quesillo, no está documentado científicamente. (Rivera, 2012).

Conociendo, la actividad coagulante del cuajo del cuy, es que se plantea su utilización en la elaboración de quesillo, con la finalidad de saber si las características organolépticas que desarrolla, bajo las mismas condiciones que se apliquen al cuajo de bovino criollo, resultan ser aceptadas por el consumidor.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del uso de cuajo bovino criollo y cuajo de cuy, en la evaluación sensorial del quesillo?

1.3 Objetivo general de la investigación

- Determinar el efecto del cuajo bovino criollo y cuajo de cuy, en la evaluación sensorial del quesillo.

1.3.1 Objetivos específicos

- a. Determinar el nivel de aceptación sensorial del quesillo, según el efecto del cuajo de bovino criollo.
- b. Determinar el nivel de aceptación sensorial del quesillo, según el efecto del cuajo de cuy.

1.4 Hipótesis de la investigación

El cuajo de cuy, muestra un efecto positivo en la evaluación sensorial del quesillo.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Leche

2.1.1 Definición de leche

La leche es un líquido que segregan las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Es un líquido de color blanco mate y ligeramente viscoso, se puede considerar que contiene tres componentes básicos: agua, grasa y sólidos no grasos. La materia orgánica de la porción no grasa consiste principalmente de las proteínas (caseína 80%, albúminas 5% y globulinas 12%), lactosa y ácidos láctico y cítrico (Alais, 1985).

La leche es una mezcla compleja y heterogénea compuesta por un sistema coloidal de tres fases:

- **Solución.** Los minerales así como los hidratos de carbono se encuentran disueltos en el agua.
- **Suspensión.** Las sustancias proteicas se encuentran con el agua en suspensión.
- **Emulsión.** La grasa en el agua se presenta como emulsión.

2.1.2 Composición nutricional de la leche

Tabla 1. Composición nutricional de la leche por 100 g

| Nutrientes | Unidad | Cantidad |
|------------|--------|----------|
| Agua | g | 87.8 |
| Proteína | g | 3.2 |
| Grasa | g | 3.9 |

Fuente: (Alais, 1985).

Tabla 1. Composición nutricional de la leche por 100 g

| Nutrientes | Unidad | Cantidad |
|---------------------|---------------|-----------------|
| Colesterol | mg | 14 |
| Hidratos de carbono | g | 4.8 |
| Kcal | g | 66 |
| Ca | mg | 115 |
| AC. Graso saturado | g | 2.4 |
| P | mg | 92 |
| Retinol | g | 52 |
| Caroteno | g | 21 |
| Vit. B12 | mg | 6.17 |
| Vit. B1 | mg | 0.4 |

Fuente: (Alais, 1985).

La tabla 1, muestra que la leche contiene una proporción importante de agua (cerca del 87%), componentes orgánicos (glúcidos, lípidos, proteínas, vitaminas), y componentes minerales (Ca, Na, K, Mg, Cl). Las sustancias orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas) están presentes en cantidades más o menos iguales y constituyen la principal fuente de energía (Gómez y Bedoya, 2005).

2.2 Quesillo

2.2.1 Definición de quesillo

Es un queso fresco que se obtiene por coagulación de la leche pasteurizada de vaca, cabra u oveja, por medio del cuajo y/u otras enzimas coagulantes apropiadas, complementado por la acción de bacterias lácticas específicas y mediante un proceso de elaboración responsable de otorgarle al producto sus características particulares y distintivas.

No posee corteza ni ojos, su textura es compacta, firme pero blanda y ligeramente elástica (Oliszewski et al., s.f).

El quesillo es una mezcla de proteínas, grasas y otros componentes lácteos que se separan de la fase acuosa de la leche después de la coagulación. Se diferencia del queso por poseer un menor contenido graso y comercializarse en estado fresco, sin haber experimentado un proceso de maduración. Poseen un alto contenido acuoso y por lo tanto no se conservan durante mucho tiempo (Nieto et al., 2007).

2.2.2. Composición nutricional del quesillo

Tabla 2. Composición nutricional del quesillo por 100 g

| Nutrientes | Unidad | Cantidad |
|------------|--------|----------|
| Energía | (K) | 268 |
| Proteína | (g) | 19.10 |
| Grasa | (g) | 21.0 |
| Colesterol | (mg) | - |
| Glúcidos | (g) | 0.60 |
| Fibra | (g) | - |
| Calcio | (mg) | 314 |
| Hierro | (mg) | 2 |
| Vitamina A | (mg) | 24 |
| Vitamina C | (mg) | - |
| Vitamina E | (mg) | 0.65 |

Fuente: (Portocarrero, 1993).

La tabla 2, resume la composición nutricional del quesillo, indicando un alto contenido de energía, calcio, fósforo, proteína y grasa, además de calcio y vitamina A (Portocarrero, 1993).

2.2.3 Elaboración de quesillo

2.2.3.1 Materias primas

En la elaboración de quesillo, además de la leche como principal materia prima, los ingredientes son: cultivos de bacterias específicas, cuajo y/u enzimas coagulantes apropiadas, cloruro de sodio y cloruro de calcio. También se permiten algunos ingredientes opcionales como crema, concentrado de proteínas lácteas, leche en polvo, sustancias colorantes permitidas, especias o condimentos u otros productos alimenticios (Navarro, s.f).

Para la elaboración de quesillo se podrá emplear los siguientes ingredientes (Quijano, 2010).

- Leche, que podrá ser pasteurizada entera, semidescremada o descremada, leche evaporada, leche en polvo, crema o suero de leche; también se podrá emplear leche sometida a otros procesos tecnológicos y cuyas características microbiológicas sean equivalentes o mejores que las de la leche pasteurizada.
- Enzimas y/o cultivo de bacterias inocuas.
- Sal de consumo humano.
- Aditivos alimentarios autorizados.
- Cualquier otro tipo de producto de calidad comestible cuyo uso sea reconocido para la elaboración de quesillo.

2.2.3.2 Proceso de transformación de la leche en queso

La transformación de leche en queso, consta fundamentalmente del proceso de obtención de cuajada y este proceso a su vez se puede dividir en dos fases esenciales (González, 2002):

a. Coagulación de la leche.

La coagulación es una de las etapas claves del proceso y la base de la conversión de la leche en queso. Distinguimos dos tipos de coagulación: la enzimática y la ácida o láctica.

- **Coagulación enzimática.**

La coagulación enzimática de la leche, es el proceso por el cual se producen modificaciones físico-químicas en las micelas de caseínas, bajo la acción de enzimas proteolíticos o de ácido láctico y que determina la formación de un entramado proteico denominado coagulo o gel (Bueno, 2012).

La coagulación enzimática de la leche determina, una acidificación progresiva que da lugar a la formación de un coagulo liso, homogéneo y que ocupa totalmente el volumen inicial de la leche (Gonzales 2002).

- **Coagulación láctica.**

La coagulación láctica o ácida de la leche se produce porque el descenso de pH, hace disminuir la ionización de los radicales ácidos de las caseínas y aumenta la solubilidad de las sales cálcicas, dando como resultado un desplazamiento progresivo del calcio y el fosfato inorgánico de la micela hacia la fase acuosa, produciéndose una desmineralización de las micelas que se ve acompañada de una desintegración de éstas (Navarro, s,f).

La coagulación láctica se utiliza en la fabricación de quesos de pasta blanda y leche cruda. Es la forma de fermentación más antigua, se lleva a cabo de forma natural por medio de las bacterias lácticas que viven en la leche. Este tipo de bacterias actúan sobre la lactosa (el azúcar de la leche) y la degradan a ácido láctico (Medina y Aragundi, 2007).

b. Sinéresis

La sinéresis es el proceso en la fabricación de quesillo, por el cual, los componentes del lactosuero se expulsan tras el proceso de coagulación enzimática. Inicialmente el coagulo contiene completamente la fase acuosa de la leche y tras el corte de la cuajada y su agitación posterior, el coagulo se contrae y el lactosuero es expulsado. Los factores que interfieren durante este proceso afectan en general al contenido en humedad y por lo tanto la calidad del producto final (Navarro, s.f).

2.2.3.3 Proceso de elaboración del quesillo

La elaboración de quesillo, es un proceso de deshidratación en el cual la caseína, las grasas y las sales coloidales de la leche se concentran (Medina y Aragundi, 2007).

El proceso de elaboración del quesillo se inicia con la recepción y análisis de leche fresca, ésta debe presentar una acidez de 16 -20 °D, densidad de 1.028 - 1.034 Kg/L y contenido de grasa de 3% como mínimo. Si cumple con estos parámetros, se filtra y pesa, con la finalidad de retirar material extraño y conocer el volumen de leche que se procesará, enseguida se procede al acondicionamiento de la leche, hasta alcanzar 37 °C, temperatura óptima para agregar el cultivo láctico, cloruro de calcio y cuajo respectivamente. La adición de estos ingredientes conlleva al cuajado, a 36 °C, el tiempo aproximado de esta etapa es de 45 minutos, una vez transcurrido este tiempo se realiza un corte a la cuajada, si el suero que suelta es limpio y verdoso, se procede al corte en cubos de 1.5 - 2.0 cm de arista, éstos permanecen en reposo por espacio de 5 minutos, seguido de una agitación suave y

eliminación de suero. Finalmente se somete a una maduración del quesillo, hasta obtener un pH de 4.8 a 4.9, momento en el que el quesillo está listo para su consumo (Zamorán, s.f).

El proceso de elaboración del quesillo consta de varias etapas, las que se explican a continuación (González, 2002).

- **Recepción de leche cruda.**

Para producir quesillo de calidad, se requiere de leche que cumpla con los parámetros de calidad, en cuanto a su composición, flora bacteriana y aptitud para la fermentación y coagulación.

- **Preparación de la leche**

La preparación de la leche consiste en la eliminación parcial o total de la crema, en la aplicación de algún tratamiento térmico que permita la eliminación de las bacterias patógenas presentes en la misma y en la incorporación de algunos aditivos tales como el cloruro de calcio y los cultivos lácticos. El tratamiento térmico que se realiza se conoce como pasteurización y consiste en calentar la leche a una temperatura de 65 °C por 30 minutos y luego enfriar hasta 35 o 36 °C (pasteurización lenta), o a 72 °C por 15 minutos y luego enfriar hasta 20 °C (pasteurización rápida).

- **Acidificación o adición de cultivo iniciador.**

Esta etapa es opcional y consiste en adicionar el cultivo iniciador que está compuesto por bacterias lácticas de los géneros *Leuconostoc*, *Streptococcus* y *Lactobacillus* y su misión es transformar la lactosa en ácido láctico, potenciar la acción del cuajo, favorecer el desuerado, disminuir el pH entre 5.0 a 5.2, inhibiendo de este modo el crecimiento bacteriano y liberar las sustancias que confieren al quesillo su aroma.

- **Adición de materias complementarias.**

Cloruro de calcio, que contribuye a la acidificación de la leche y aumenta su contenido de calcio, lo que acelera el proceso de coagulación. De 5 a 20 g de cloruro de calcio por cada 100 Kg de leche es suficiente.

- **Coagulación.**

Consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína, que conducen a la formación de un coagulo. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas (coagulación láctica) y de la actividad del cuajo (coagulación enzimática). La firmeza del cuajo y la textura de la cuajada dependerán fundamentalmente de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40 a 42 °C) y de la acidez de la leche.

- **Cortado del coagulo.**

El cortado consiste en la división del coagulo en porciones con objeto de aumentar la superficie de desuerado y por tanto de favorecerla evaluación del suero. El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer el coagulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad.

- **Desuerado.**

El desuerado se consigue mediante acciones químicas y mecánicas. La expulsión del suero se encuentra influenciada por: el corte, la agitación de la cuajada y el descenso de pH de la cuajada y por el tratamiento térmico, que acelera el desuerado.

- **Prensado.**

El prensado tiene como propósito; la expulsión final del suero y proporcionar textura al quesillo.

2.3 Cuajo

2.3.1 Definición de cuajo animal

El cuajo es una sustancia presente en el abomaso de los mamíferos rumiantes, contiene principalmente la enzima llamada renina, se le conoce también como quimosina, utilizada en la fabricación de quesos, cuya función es separar la caseína (el 80% aproximadamente del total de proteínas) de su fase líquida (agua, proteínas del lactosuero y carbohidratos), llamado suero (Loyola, 2013).

El cuajo se extrae especialmente de las paredes del estómago de terneros lactantes. La quimosina o renina es la enzima activa del cuajo, una sustancia presente en el abomaso de los mamíferos rumiantes. Esta es la enzima esencial para la digestión de la leche y por tanto la enzima ideal para la coagulación de la misma. Coagula la leche porque actúa sobre una proteína que posee la leche, llamada caseína (Bueno, 2012).

Este cuajo presenta dos enzimas proteolíticas, quimosina, en mayor proporción (88-94 % de la actividad coagulante sobre la leche) y pepsina bovina (9-12 % actividad coagulante sobre la leche). La principal función de la quimosina en el proceso de elaboración del queso, es coagular la leche, mediante hidrólisis de la proteína establecida como micela, k-caseína, la cual es, en muchas ocasiones, más susceptible a quimosina que otras uniones de proteínas de la leche, lo que da lugar a la coagulación (Fernández y Gómez, 1997).

El cuajo animal es un extracto del cuarto estomago o cuajar de los terneros en lactación, cuyo principio activo son dos enzimas llamadas; quimosina o renina y pepsina; asimismo afirma que el cuajo contiene la propiedad de coagular la principal proteína de la leche, llamada caseína (Bellino y Pomalaza, 1997).

Se denomina cuajo al producto líquido, pastoso o sólido, cuyo componente activo está constituido por la mezcla de las enzimas obtenidas por extracción de los cuajares de rumiantes exclusivamente (Navarro, s.f).

El cuajo es una enzima proteolítico que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un “gel” o coágulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior. Igualmente, su actividad proteolítica conduce a la formación de compuestos que serán utilizados por las bacterias del fermento para su multiplicación (González, 2002).

2.3.2 Tipos de cuajos.

Cuajo es la denominación habitual para los productos que coagulan la leche. Según su presentación se clasifican en (Gonzales, 2002):

- **Cuajo líquido.** El cuajo líquido es en realidad una solución salina, donde se conserva mejor el fermento (quimosina), la sal obra como preservante y facilita su acción coagulante.
- **Cuajo en polvo.** Es la forma más pura de cuajo, producida de un cuajo líquido, mediante un proceso especial y secado posteriormente. Con 1.5 a 2.5 gramos se pueden coagular 100 litros de leche.
- **Cuajo en pastillas.** Estas pastillas se fabrican a partir del cuajo en polvo y normalmente están dosificadas para 20 litros de leche.

2.3.3 Composición y función del cuajo animal

2.3.3.1 Cuajo de bovino.

En el cuajo, es decir cuando tiene su origen en cuajares de animales rumiantes poligástricos, destacan dos componentes, la quimosina y la pepsina. Cuando el animal se alimenta solo de leche, produce en su estómago quimosina. A medida que va alimentándose de otros

productos, la quimosina se transforma en pepsina, hasta llegar a ser cuajo formado exclusivamente por pepsina (Ibarlucea y López, 2009).

El cuajo contiene básicamente dos enzimas: una mayoritaria, la quimosina y otra minoritaria, la pepsina. La potencia de un cuajo se suele referir a la cantidad de quimosina que contiene, y ésta variará en función de la edad del rumiante: los lactantes presentan una relación de 90% quimosina - 10% pepsina, mientras que en adultos es de 10% quimosina - 90% pepsina (Bellino y Pomalaza, 1997).

La quimosina, enzima principal del cuajo actúa directamente en un punto delimitado de la caseína con calcio. Al alterar dicha molécula se inicia la formación de un gel que atrapa la mayoría de los componentes sólidos de la leche; este gel se contrae poco a poco ayudado por la acidificación previa de la leche por medio de bacterias acidolácticas y al contraerse va expulsando suero. Al cortar el gel en cubitos, se logra separar entre un 50% y 90 % del contenido inicial del suero de la leche (Dubach, 1988).

La efectividad del cuajo está en función de la temperatura, la concentración del sustrato (la leche), concentración de calcio, y la acidez. Las temperaturas usuales de coagulación pueden variar entre los 28 °C y los 41 °C, aunque lo más usual es una de 35 °C (Bellino y Pomalaza, 1997).

La quimosina o renina, aunque también en menor cuantía la pepsina, son responsables de la acción proteolítica ejercida sobre la caseína κ (estabilizante de las restantes caseínas en presencia de iones calcio) de la leche. La enzima quimosina tiene un punto isoeléctrico de 5.3 y su mayor efectividad se logra al pH 3.8 - 4.0. La enzima actúa sobre el fosfocaseinato de calcio rompiendo enlaces peptídicos y transformándolo en fosfoparacasinato de calcio (inestable y muy sensible al calcio libre), lo que provoca la precipitación y formación del coágulo (Alais, Ch, 1985).

❖ Quimosina

La quimosina es una proteína producida por células gástricas de los lactantes de animales rumiantes para cuajar la leche que ingieren, lo que produce una mejor absorción. Por la acción de la quimosina se produce la precipitación de la leche separándola en dos fases (sólida y líquida) y se forma la cuajada que se usa en la elaboración de queso (Quijano, 2010).

La quimosina tiene la función de separar la caseína del suero. A diferencia de otras enzimas, la quimosina permite que las partículas de caseína se unan para formar un gel sólido, lo que podemos denominar cuajada, ya que anula los segmentos de carga negativa (kappa-caseína) que hace que las partículas de caseína se repelan (Dubach, 1988).

2.3.3.2 Cuajo de cuy.

El cuy es un mamífero monogástrico herbívoro, que se alimenta principalmente de forraje verde, y según su anatomía gastrointestinal está clasificado como un fermentador postgástrico cecal, Su comportamiento nutricional se asemeja de adulto más a un poligástrico con procesos de fermentación mixta y capacidad degradadora de celulosa, que a un monogástrico estricto. (Gómez y Vergara, 1995).

El cuy posee un colon y un ciego con una población compleja, constituida principalmente por bacterias anaeróbicas Gram (+) del tipo *Lactobacillus* (Ordoñez, 2005).

❖ *Lactobacillus*

La función principal de las bacterias del tipo *Lactobacillus*, es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa (azúcar de la leche). El ácido láctico promueve la

formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a 5,0 - 5,2 y le confiere sabor ácido.

Además, las bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis, que es la ruptura de proteínas y la lipólisis, ruptura de las grasas (Gonzales, 2002).

Ciertas bacterias (*Lactobacillus*, *Streptococcus*), al desarrollarse en la leche utilizan la lactosa (azúcar de leche) como fuente de energía. La lactosa, al fermentar, produce energía que es aprovechada por las bacterias y el ácido láctico es eliminado. La coagulación de la leche (cuajada) resulta de la precipitación de las proteínas de ésta y ocurre por el descenso de pH (acidificación) debido a la presencia de ácido láctico (Navarro s.f).

2.3.4 Cantidad necesaria de cuajo.

La cantidad necesaria de cuajo está basada en la actividad coagulante de éste, su importancia en la elaboración de quesillo, radica en que permite conocer las dosis que debe agregarse para obtener un menor tiempo de coagulación. La cantidad necesaria de cuajo se obtiene aplicando la relación de 10 ml de cuajo natural por cada 100 L de leche (Quijano, 2010).

2.3.5 Obtención del cuajo animal

Tradicionalmente el proceso que se sigue para las extracciones de cuajares de terneros lactantes es el siguiente: después de ser recogidos, limpiados previamente, son secados, salados o congelados para su conservación hasta el momento de la extracción del cuajo (Ferradini, 2006).

De forma breve, el proceso de preparación del cuajo consiste en una maceración de los cuajares, previamente troceados, en una solución salina, durante algunos días, el pH se ajusta entre 5.0 y 5.5 con objeto de favorecer la activación de la proquimosina. El extracto obtenido en la maceración es clarificado y filtrado. Posteriormente se estandariza el producto en las condiciones deseadas (Quijano, 2010).

2.4 Evaluación sensorial

2.4.1 Importancia y definición

La evaluación sensorial, se utiliza para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos u otras sustancias, que son percibidas por los sentidos del olfato, gusto, tacto, oído y vista (Cetera, 2011).

La evaluación sensorial, consiste en examinar un alimento mediante nuestros sentidos con el objeto de captar y valorar los caracteres que se perciben a través de ellos y cómo estos caracteres desempeñan un papel determinante en la decisión de compra del producto por el consumidor, la evaluación sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad del queso (Navarro, 2014).

2.4.2 Utilidad del análisis sensorial

Las utilidades del análisis sensorial son numerosas y dentro de ellas es posible mencionar la caracterización hedónica de productos, realizando estudios de consumidores y obteniendo el grado de aceptación de los mismos, comparación con los alimentos competidores del mercado con el propósito de marcar las preferencias del consumidor, establecimiento de criterios de calidad y control del proceso de fabricación (Mondino y Ferrato, 2011).

2.4.3 Factores que influyen en la evaluación sensorial

Uno de los factores más importantes que influyen en la evaluación sensorial, es la subjetividad, que aparece en las respuestas.

Esta subjetividad puede estar asociada a diversos factores como; hábitos alimentarios y patrones culturales, edad, ambiente, condiciones de la prueba, sensibilidad individual, prejuicios y expectativas, cansancio físico y saturación por estimulación constante de los receptores (Cetera, 2011).

2.4.4 Atributos sensoriales del queso.

Para poder llevar a cabo una evaluación sensorial hay que tener en cuenta los siguientes parámetros: Aspecto (color), textura y conjunto olfato-gustativo (olor y sabor). Para describir y definir correctamente las características organolépticas tenemos que usar los 5 sentidos (Martín, s.f).

- Con la vista observamos el aspecto, color y algunas características de la textura.
- Con el tacto apreciamos las otras características de la textura.
- Con el olfato y el gusto percibimos los olores, aromas y sabores del producto.
(Conjunto Olfato-gustativo)

2.4.4.1 Evaluación sensorial de la textura.

La valoración de textura está relacionada con lo que se denomina reología, es decir su respuesta a la deformación al aplicarle una fuerza y a la posterior recuperación parcial de la forma inicial. Se define como el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto y que se pueden percibir mediante los receptores táctiles y en ciertos casos por los visuales y auditivos. Las características mecánicas están relacionadas con la reacción del producto a una fuerza aplicada con los dedos o en la boca al morder.

Las características geométricas están relacionadas con el tamaño, forma y distribución de las partículas en el producto, éstas se perciben a través de la vista. Así mismo, la granulosidad se percibe durante la masticación y está relacionada con la dimensión, tamaño y forma de las partículas. Las características de superficie están relacionadas con las sensaciones producidas por el contenido en agua o de grasa en el producto (Gonzales, 2002).

En el método de evaluación de la textura, deben considerarse las siguientes fases de degustación:

- Mirar la muestra
- Tocarla
- Morderla
- Reducirla al estado de bolo alimenticio antes de tragarla.

Para evaluar la textura, en la práctica se hace referencia a varios tipos de características:

- De superficie: visuales (cristales, ojos, aberturas y grietas), táctiles (rugosidad y humedad en mano)
- Mecánicas (elasticidad, firmeza, friabilidad y adherencia), geométricas (microestructura)

2.4.4.2 Evaluación sensorial del olor.

Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo, al oler ciertas sustancias volátiles. La intensidad del olor es decir la fuerza del estímulo percibido por encima de la porción de quesillo, se puede determinar ya sea, directamente, al acercarse a éste, o al romperse en dos mitades cerca de la nariz. El olor así como su intensidad debe ser característico, láctico y poco perceptible (Cetera, 2001).

- Las técnicas de evaluación son:
 - Oler rápidamente la muestra y evaluar la fuerza del estímulo percibido.
 - Romper la muestra en dos por el centro, aspirar inmediatamente el olor por encima de la rotura y evaluar la fuerza del estímulo percibido.

2.4.4.3 Evaluación sensorial del color.

Debe ser blanco, o blanco-amarillento, o amarillento. El color, es variable según la leche de partida, el tiempo de maduración y la acidez.

El agente colorante en la leche responsable del color del quesillo, es el caroteno, un pigmento amarillo con ligeros tintes naranjas, que se encuentra contenido en la grasa de la leche, como dicha grasa pasa en su mayor parte al producto, se produce una concentración de este color después de la coagulación (Navarro, s.f).

2.4.4.4 Evaluación sensorial del sabor.

Sensación percibida por el órgano del gusto (la lengua) cuando se le estimula con ciertas sustancias solubles. En el quesillo el sabor es, junto a la textura, uno de los atributos de mayor importancia, pues determinará en gran medida, su aceptación. El sabor debe ser láctico, poco desarrollado y suave, característico de la leche de partida (González, 2002).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La obtención de materia prima consistió, en la recepción de leche fresca de vaca, del fundo Las Vegas, ubicado en el Km 5 de la carretera Cajamarca - Baños del Inca. El cuajo de bovino criollo, se obtuvo, del Camal Municipal de Cajamarca, ubicado en el Jr. Amalia Puga 147 y el cuajo de cuy, se obtuvo, directamente del criadero Cuy Cajacho, ubicado en el Jr. Miguel Iglesias N° 555. distrito, provincia y departamento de Cajamarca.

El trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Tecnología de la Leche, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, distrito, provincia y departamento de Cajamarca, geográficamente localizada a 7° 10´ de latitud sur y 78° 30´ de longitud oeste, a una latitud de 2636 m.s.n.m.

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

3.2.1.1 Para la obtención de cuajo

- Estómago de bovino criollo
- Estómago de cuy
- Cloruro de sodio (sal de mesa)
- Suero
- Azúcar

3.2.1.2 Para la obtención de quesillo

- Leche fresca de vaca
- Cuajo de bovino criollo
- Cuajo de cuy
- Cloruro de calcio
- Cloruro de sodio (sal de mesa)
- Cultivos lácticos (R -704)

3.2.2 Material y equipo de laboratorio

- Olla de acero inoxidable
- Lira
- Agitador
- Mesa
- Coladores
- Tina de almacenamiento
- Tinajas de plástico
- Balde de plástico
- Cuchillo
- Moldes
- Tablas para prensar
- Costalillos
- Registros
- Cocina industrial
- Balanza de precisión digital
- Termómetro

- Pipeta de 10 ml
- Mandil blanco
- Mascarilla
- Cofia

3.3 Metodología

3.3.1 Fase de campo

3.3.1.1 Leche

Se utilizaron 40 L de leche fresca de vaca, del primer ordeño del día, reduciendo a 4 horas el tiempo de almacenamiento hasta ser procesada. La leche se recibió y transportó, en porongos herméticamente cerrados, para evitar derrames o contaminación con el entorno, además, se verificó que el olor, color y sabor sean característicos y se realizó el análisis de acidez que debe ser de 16 -20 °D, densidad de 1.028 - 1.034 Kg/L y contenido de grasa de 3% como mínimo.

3.3.1.2 Cuajo de bovino criollo y de cuy

Para la preparación del cuajo, se utilizó, un solo cuajar de bovino criollo, el cual se obtuvo en el Camal Municipal de Cajamarca, con respecto al cuajo de cuy, se emplearon, diez unidades, de cuyes seleccionados en función a su tamaño y edad. En ambos casos, los cuajos fueron acondicionados y procesados inmediatamente después de haber sido adquiridos, en el Laboratorio de Tecnología de la Leche, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.3.2 Fase de laboratorio

3.3.2.1 Elaboración de quesillo

Para la preparación del quesillo se siguió el procedimiento que se resume en la figura 1 y que comprende las siguientes etapas:

- **Recepción y análisis de la leche.** Los 40 L de leche recepcionada se sometieron a un análisis fisicoquímico para determinar, el grado de acidez, que debe oscilar entre 16 a 20 °D, densidad de 1.028 a 1.034 Kg/L y contenido de grasa de 3% como mínimo además de las características de sabor, olor y color.
- **Filtrado y pesado.** Se procedió a filtrar la leche, con la finalidad de retirar material extraño, en el recipiente en el que se realizó la filtración se determinó también el volumen que se procesó.
- **Pasteurización.** Se realizó en sistema discontinuo a 63 °C por 30 minutos, la pasteurización permite: destruir bacterias del grupo coli, levaduras y enzimas de la leche.
- **Enfriamiento.** Una vez terminado el tiempo de pasteurizado, la leche se enfrió hasta 35 °C.
- **Calentamiento.** La temperatura se acondicionó hasta 36°C para la adición posterior del cuajo.
- **Cuajado**

Con cuajo de bovino criollo. Se adicionó primero el cloruro de calcio en una dosis de 15 g/100L y luego el cuajo en proporción de 10 ml/100L de leche, para los primeros ocho recipientes de 5 L se le adicionó 0.5 ml de cuajo para cada uno. Se dejó en reposo hasta que coaguló a 36 °C por 38 minutos. El cloruro de calcio se adicionó para facilitar la coagulación, el rendimiento quesero, acelerar la salida del suero y compensar las pérdidas de calcio.

Con cuajo de cuy. Se siguió el mismo procedimiento, empleado para el caso anterior, cambiando el tipo de cuajo y observando que el tiempo de coagulación descendió a 30 minutos.

- **Corte de la cuajada.** Se realizó introduciendo una varilla o cuchillo en la cuajada, provocando una pequeña rotura o corte. El corte hecho conllevó a la presencia de un suero limpio y verdoso, lo que quiere decir que la cuajada está en su punto. En seguida se procedió a realizar el corte de la cuajada con la ayuda de un cuchillo en cubos de 1.5-2.0 cm de arista.
- **Reposo.** Se realizó por espacio de 5 minutos, esto con el fin de permitir al coágulo adquirir mayor consistencia y mejorar el rendimiento final.
- **Agitación.** Se realizó, incrementando lentamente la velocidad de agitación, con la finalidad de mantener los granos de cuajada suspendidos y evitar la adherencia de los mismos, por un tiempo de 10 a 15 minutos. Pasado este tiempo se eliminó una cantidad de suero equivalente a un tercio del volumen total de leche, este paso debe hacerse de manera rápida para evitar el apelmazamiento de los granos de la cuajada.
- **Cocción de la cuajada.** La cuajada se calentó con su propio suero hasta llegar a una temperatura de 39 °C a 40°C, durante 20 minutos y complementándolo con una agitación más acelerada, esto se realizó con la finalidad de que en la etapa posterior siga la acidificación y pueda conservarse el ácido láctico, que es importante para la maduración del quesillo, lo cual influirá en la textura de la pasta.
- **Desuerado total.** Para el desuerado total se dejó en reposo la cuajada un instante, los granos se precipitaron y se procedió a retirar todo el suero que rodea a la cuajada. El quesillo se colocó en coladores por unas horas, para que el suero restante que quedó dentro de los granos, salga lentamente, lo cual ayuda a la

acidificación de la cuajada, enseguida se colocó en costalillos y dejó reposar hasta el siguiente día.

- **Desmoldado.** Después del desuerado total, el quesillo se retiró de los costalillos, los mismos que fueron sometidos a un prensado con la finalidad de obtener una eliminación de suero más efectiva.
- **Maduración.** Una vez obtenido el quesillo, éste se almacena a una temperatura de 13 °C por 2 días, hasta obtener las características de sabor, olor y acidez deseados.

3.3.2.2 Diagrama de obtención de queso.

El diagrama de obtención de queso se muestra en la figura 1, la misma que resume cada etapa del proceso, indicando las condiciones y parámetros que se deben seguir, para obtener un producto de calidad.

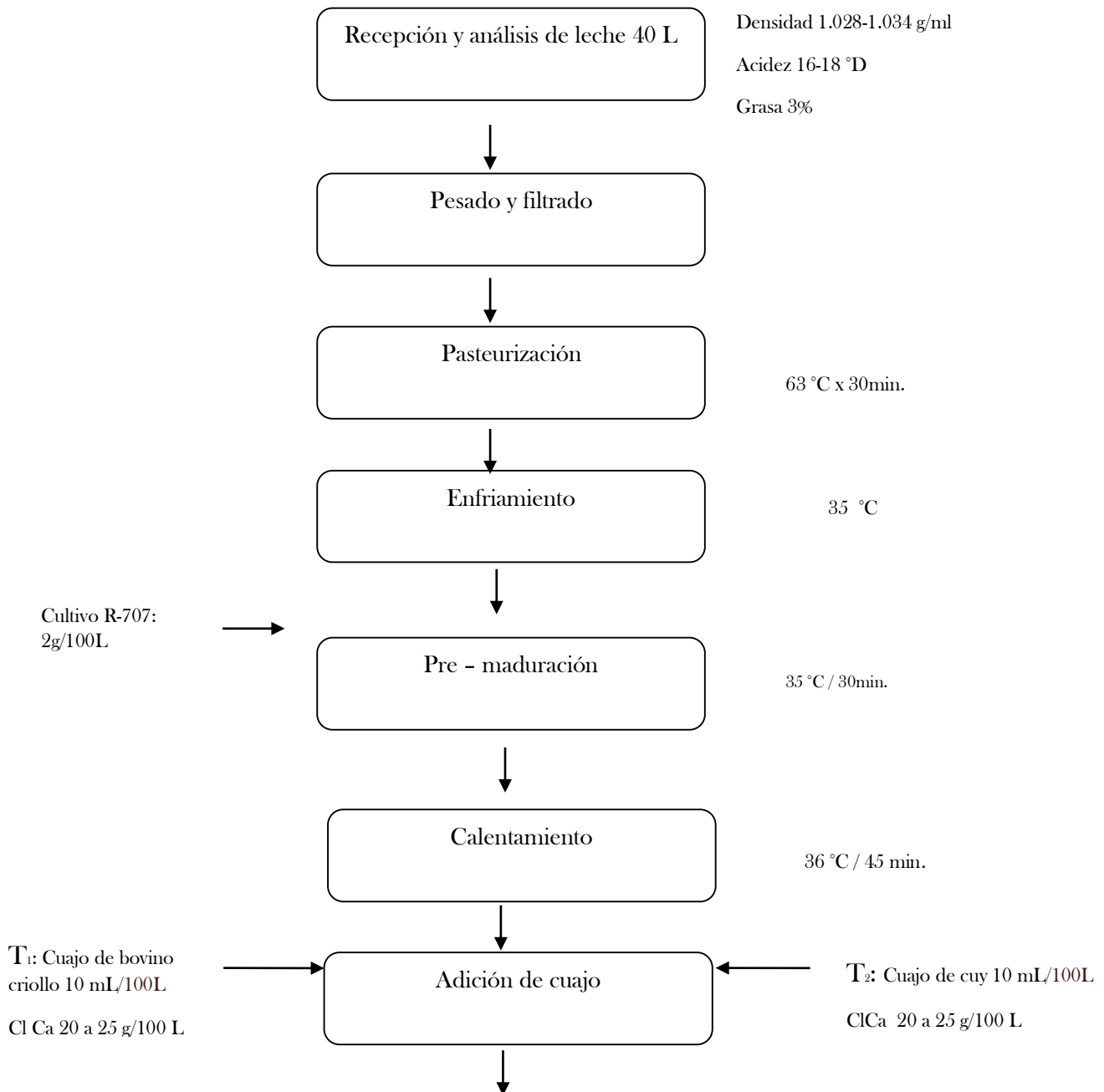


Figura 1. Diagrama de obtención de queso

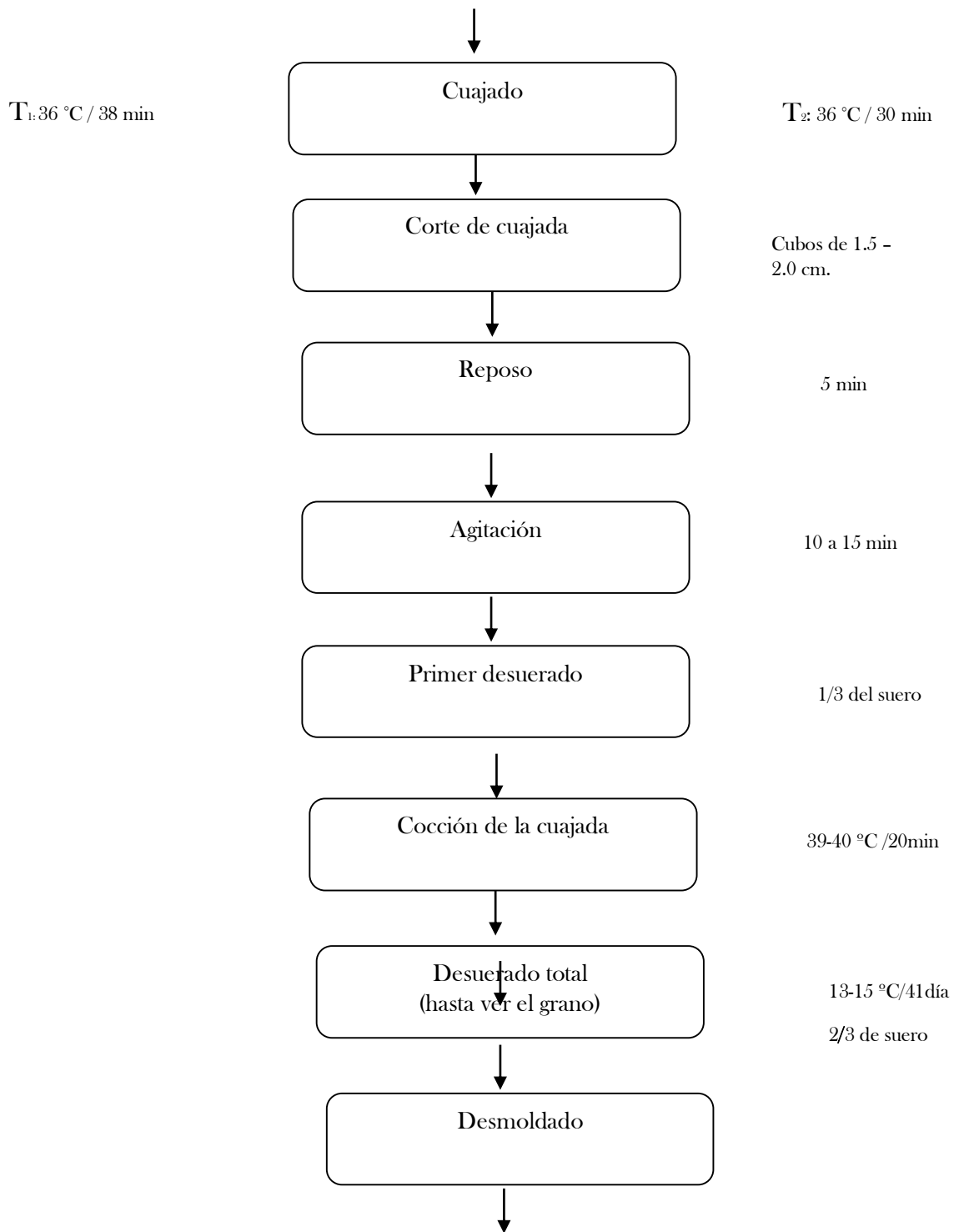


Figura 1. Diagrama de obtención de queso

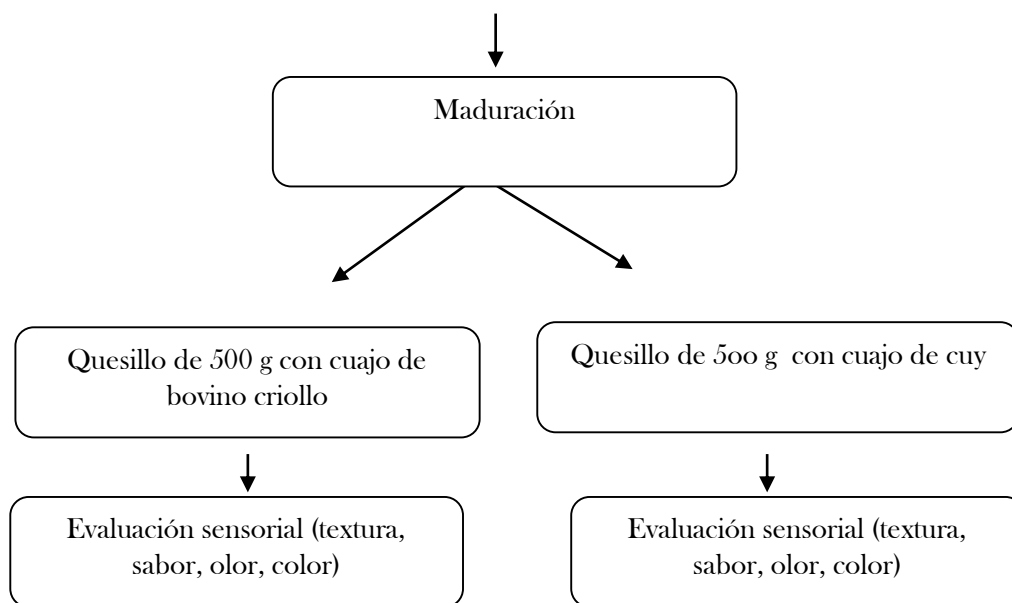


Figura 1. Diagrama de obtención de quesillo

3.3.2.3 Elaboración de cuajo.

- Para la elaboración de cuajo se siguió el procedimiento que se indica a continuación:
- Limpieza de cuajar y eliminación del contenido alimentario que contenga.
- Aplicación de sal en polvo, con la finalidad de impedir la proliferación de microorganismos patógenos.
- Deshidratación o secado al sol durante 8 días.
- Triturado o molido de forma manual.
- Maceración, utilizando 60% de cuajo triturado, 25 % de suero de queso y 15 % de sal y azúcar.

3.3.2.3 Comportamiento productivo del cuajo.

- **Tiempo de cuajado.**

Una vez que se añadió el cuajo a la leche, que estuvo a temperatura de 36 °C, se dejó en reposo hasta que se produzca la coagulación, tomándose la duración de este periodo de cuajado y expresándolo en minutos.

- **Conversión leche en quesillo.**

La conversión de leche en quesillo, se determinó por medio de la cantidad de leche empleada, dividida entre el peso del quesillo obtenido, cálculo que representa cuantos litros de leche se requieren para obtener un Kg de quesillo.

$$\text{conversión (leche/quesillo)} = \frac{\text{leche empleada (L)}}{\text{quesillo obtenido (Kg)}}$$

3.3.3 Fase de gabinete

3.3.3.1 Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial, se utilizó una prueba descriptiva, que consistió en una prueba de calificación, con escalas de intervalo (Anzaldúa, 2000).

Esta prueba se realizó en el Laboratorio de Tecnología de la Leche, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se utilizó un panel conformado por 40 personas, las cuales evaluaron las propiedades del producto en los atributos de textura, sabor, olor, color.

Los quesillos fueron evaluados 2 días después de su elaboración, a cada panelista se le dio una muestra de 30 g de quesillo obtenido con adición de cuajo de bovino criollo y 30 g de quesillo obtenido con adición de cuajo de cuy.

Cada muestra tuvo un código para su identificación y se calificó empleando una escala de categorías de 5 puntos para la intensidad de cada uno de los atributos evaluados.

Tabla 3. Escala de categorías de 5 puntos para evaluación sensorial del queso.

| Tratamientos | Característica | Valor | Puntaje general |
|---------------------|-----------------------|--------------|------------------------|
| Tratamiento 1 | Color | | |
| | Olor | | |
| | Sabor | | |
| | Textura | | |
| Tratamiento 2 | Color | | |
| | Olor | | |
| | Sabor | | |
| | Textura | | |

Escala de valoración de tratamientos:

5. Me gusta mucho.
4. Me gusta moderadamente.
3. No me gusta, ni me disgusta.
2. Me disgusta moderadamente.
1. Me disgusta mucho.

3.3.4 Diseño Experimental

3.3.4.1 Prueba descriptiva

Se usó una prueba estadística descriptiva. Las estadísticas a encontrar fueron: media(x), varianza (s^2), desviación estándar (s), desviación media (Sx), coeficiente de variación (c.v) y prueba t de Student (t).

3.3.4.2 Tratamientos

Se estudiaron dos tratamientos: Tratamiento 1, que corresponde, al cuajo de bovino criollo (C.B) y Tratamiento 2, que corresponde al cuajo de cuy (C.C).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Comportamiento productivo del cuajo.

Tabla 4. Comportamiento productivo del cuajo bovino y cuajo de cuy

| Tipos de cuajo | Tiempo de coagulación (minutos) | Conversión (leche/quesillo) |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Cuajo de bovino | 38 | 9.19 L/Kg |
| Cuajo de cuy | 30 | 9.04 L/Kg |

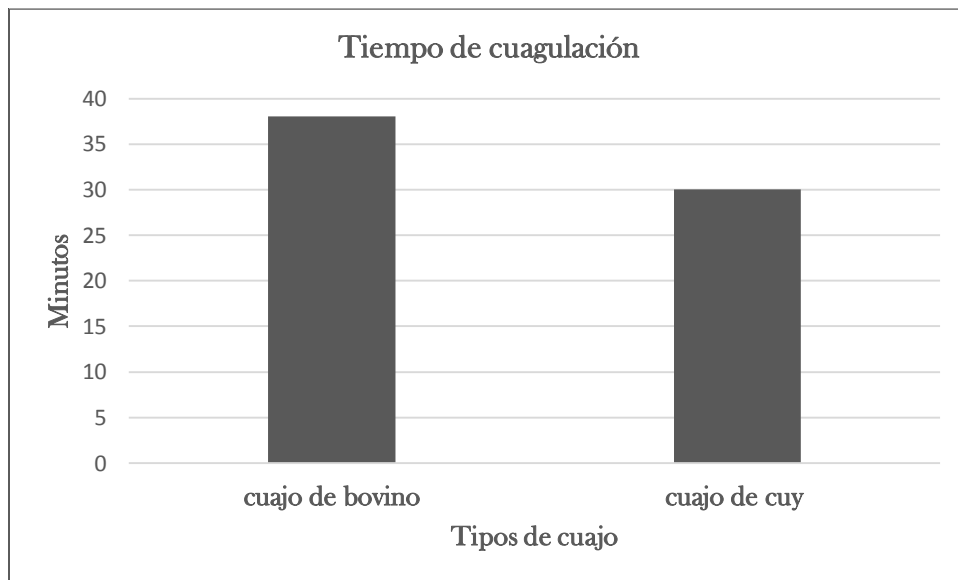


Figura 2. Comportamiento productivo del cuajo bovino y de cuy con respecto al tiempo de coagulación.

- **Tiempo de cuajado.**

El tiempo de duración de la transformación de la leche líquida a gel, por efecto de los dos tipos de cuajos evaluados, presentó diferencias, como se muestra en la tabla 4 y figura 2, por cuanto al emplearse el cuajo de bovino se requirió de 38 minutos, periodo prolongado en contraste con el periodo al emplearse el cuajo de cuy, que solo requirió de 30 minutos, lo que denota que la coagulación láctica, por efecto del *Lactobacillus* (cuajo de cuy) es más rápida que la coagulación enzimática por efecto de la quimosina (cuajo bovino), por lo tanto se concuerda con Quijano, (2010), quien señala que antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza determinada por el tiempo de coagulación.

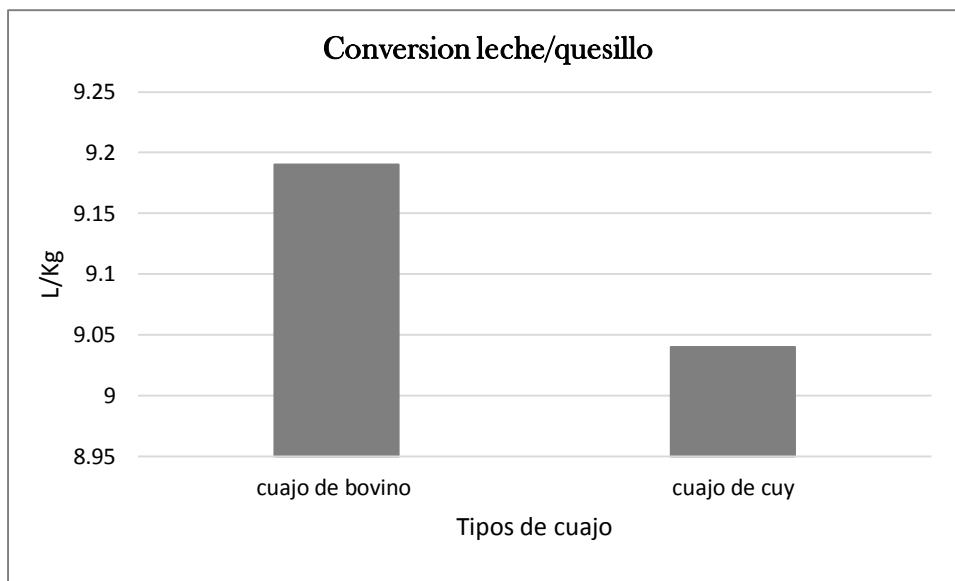


Figura 3. Comportamiento productivo del cuajo bovino y de cuy con respecto a la conversión leche/quesillo.

- **Conversión (leche/quesillo).**

En la conversión leche /quesillo, mostrada en la tabla 4 y figura 3, muestra la respuesta obtenida a partir de 40 litros de leche, con el empleo del cuajo de bovino y cuajo de cuy, denotándose que la conversión de leche en quesillo con el cuajo de bovino necesita de mayor cantidad de materia prima, frente a la conversión por efecto del cuajo de cuy, que emplea menor cantidad para obtener 1Kg de quesillo, a pesar de que la diferencia parece ser mínima, en procesamiento de gran volumen de leche, esta diferencia resulta ser de suma importancia, pues significa que el cuajo de cuy puede minimizar la pérdida de materia prima.

4.2 Evaluación sensorial.

4.2.1 Puntaje de la evaluación sensorial del quesillo con cuajo de bovino criollo

Tabla 5. Tratamiento 1 (quesillo elaborado con cuajo de bovino)

| Degustador | Color | Olor | Sabor | Textura |
|------------|-------|------|-------|---------|
| 1 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 5 | 3 | 5 | 4 | 3 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| 8 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| 9 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 10 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 11 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 12 | 4 | 5 | 3 | 5 |
| 13 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| 14 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 15 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 16 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 17 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 18 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 19 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 20 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 21 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 22 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 23 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 24 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 25 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 26 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 27 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 28 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 29 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 30 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 31 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 32 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 33 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 34 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Tabla 5. Tratamiento 1 (quesillo elaborado con cuajo de bovino)

| Degustador | Color | Olor | Sabor | Textura |
|--------------|-------|-------|-------|---------|
| 35 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 36 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 37 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 38 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 39 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 40 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| \bar{Y} | 4.28 | 4.28 | 4.00 | 4.18 |
| S^2 | 0.36 | 0.36 | 0.49 | 0.45 |
| S | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.67 |
| C. V. | 14.01 | 14.01 | 17.5 | 16.03 |

4.2.2 Puntaje de la evaluación sensorial del quesillo con cuajo de cuy

Tabla 6. Tratamiento 2 (quesillo elaborado con cuajo de cuy)

| Degustador | Color | Olor | Sabor | Textura |
|------------|-------|------|-------|---------|
| 1 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 8 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 9 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| 10 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 11 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 12 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 13 | 3 | 5 | 4 | 5 |
| 14 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 16 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 17 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 18 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 19 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| 20 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 21 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 22 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 23 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 24 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 25 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 26 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 27 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 28 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 29 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| 30 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 31 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| 32 | 5 | 3 | 4 | 3 |
| 33 | 5 | 3 | 5 | 5 |
| 34 | 5 | 4 | 4 | 4 |

Tabla 6. Tratamiento 2 (quesillo elaborado con cuajo de cuy)

| | | | | |
|----------------------|-------|------|-------|-------|
| 35 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 36 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 37 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 38 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 39 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 40 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| Y | 4.25 | 4.13 | 4.25 | 4.38 |
| S² | 0.32 | 0.48 | 0.39 | 0.29 |
| S | 0.56 | 0.69 | 0.63 | 0.54 |
| C. V. | 13.18 | 16.7 | 14.82 | 12.32 |

Las tablas 5 y 6, muestran los resultados de la evaluación sensorial del quesillo elaborado a partir del cuajo de bovino criollo y cuajo de cuy respectivamente, mediante la valoración de los atributos de color, olor, sabor y textura, mostrando, que el puntaje promedio para cada característica oscila en 4 puntos, valor que según la escala empleada en la evaluación, indica un elevado nivel de aceptación y por ende un efecto positivo en el desarrollo de cada uno de los atributos.

De igual modo puede apreciarse que el quesillo elaborado con cuajo de bovino criollo, presenta mayor aceptación en cuanto a color y olor y el cuajo de cuy, desarrolló mejores características de sabor y textura.

4.2.3 Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en la textura del quesillo.

Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) de la textura de quesillo con cuajo de bovino y cuajo de cuy

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F - Valor | Pr > F |
|-------------|----|-------------------|----------------------|-----------|--------|
| Tratamiento | 1 | 0.80000000 | 0.80000000 | 2.14 | 0.1475 |
| Error | 78 | 29.15000000 | 0.37371795 | | |
| Total | 79 | 29.95000000 | | | |

C.V. = 14.29999 %

$\bar{Y} = 4.275000$

Tabla 8. t Tests (LSD) para Y

| t Agrupamiento | Media | |
|----------------|--------|---|
| Cuajo cuy | 4.3750 | a |
| Cuajo bovino | 4.1750 | a |

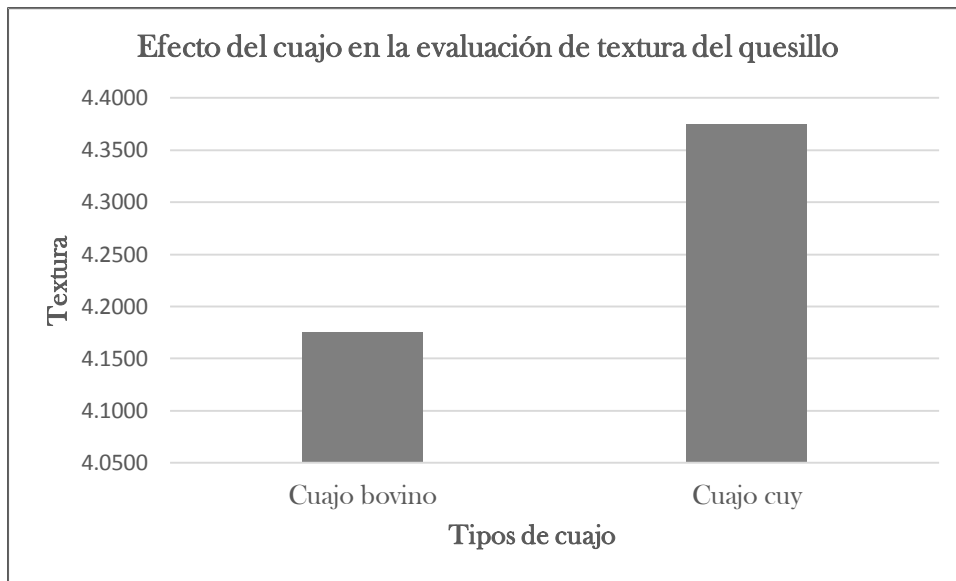


Figura 4. Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en la textura del quesillo.

La textura es una propiedad de gran importancia en la evaluación sensorial del quesillo, por ser una característica visual, es decir, será la primera impresión que se tiene del producto.

La valoración de textura de las muestras de quesillo elaborado a partir de los cuajos de bovino y de cuy respectivamente, no presentan diferencia estadística, sin embargo la figura 4, permite apreciar que si existen diferencias reales con respecto a esta característica, pues se puede diferenciar el nivel de aceptación de la muestra elaborada con cuajo de cuy frente a la muestra elaborada con cuajo de bovino, la razón de la preferencia por la textura obtenida a partir del cuajo de cuy, es que al evaluar este parámetro se observa una textura más firme, de mayor cohesión, sin aberturas, ni grietas, generando un mejor comportamiento reológico que según Gonzales (2002), es la respuesta positiva ante la deformación al aplicarle una fuerza y la posterior recuperación parcial de la forma inicial, lo que indica que el cuajo de cuy posee las propiedades requeridas para desarrollar una textura aceptable para el quesillo, estas propiedades radican en la actividad coagulante y por ende al tiempo de cuajado que según Loyola (2013), es de suma importancia, pues en

él, se producen las modificaciones fisicoquímicas de la caseína en la coagulación enzimática (cuajo de bovino), o degradación de la lactosa en la coagulación láctica (cuajo de cuy), proceso que conduce a la formación del coágulo, el mismo, que determina la consistencia de la textura del quesillo.

Esto concuerda con los datos obtenidos durante la elaboración del quesillo, pues el tiempo de coagulación entre los dos tipos de cuajo difiere en 8 minutos, empleando el cuajo de cuy 30 minutos en coagular la leche, mientras que el cuajo de bovino tomó 38 minutos aproximadamente.

4.2.4 Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en el sabor del quesillo.

Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) del sabor de quesillo con cuajo de bovino y cuajo de cuy

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F - Valor | Pr > F |
|-------------|----|-------------------|----------------------|-----------|--------|
| Tratamiento | 1 | 1.25000000 | 1.25000000 | 2.35 | 0.129 |
| Error | 78 | 41.50000000 | 0.53205128 | | |
| Total | 79 | 42.75000000 | | | |

C.V. = 17.68287%

$\bar{Y} = 4.125000$

Tabla 10. t Tests (LSD) para Y

| t Agrupamiento | Media |
|----------------|----------|
| Cuajo cuy | 4.2500 a |
| Cuajo bovino | 4.0000 a |

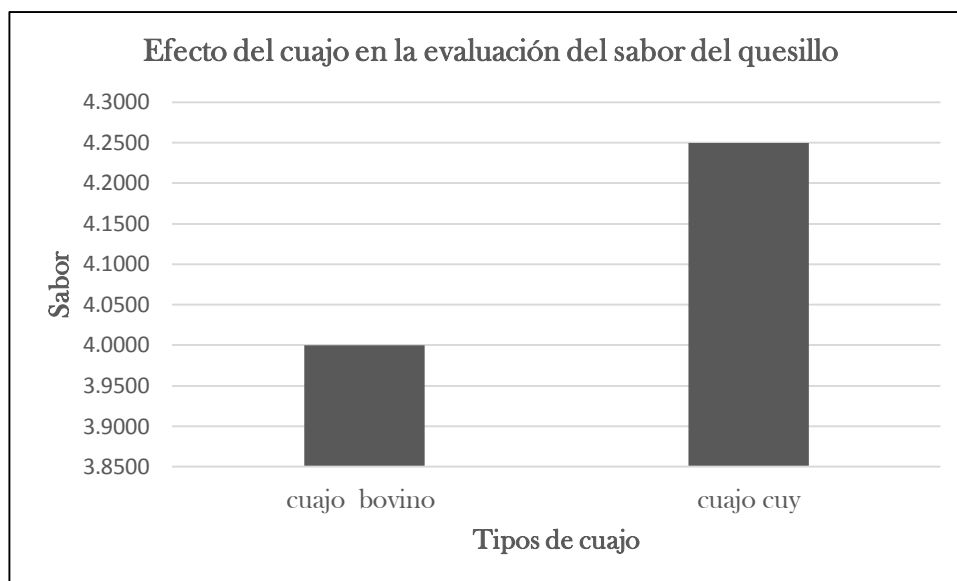


Figura 5. Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en el sabor del quesillo.

En un producto alimenticio, el sabor es el factor más importante, pues determinará la aceptación o rechazo del mismo.

Al evaluar el sabor de las muestras de quesillo elaboradas a partir de cuajo de bovino y cuajo de cuy, se observa que no existe una diferencia estadística, sin embargo, en la figura 5, se puede apreciar que si existen diferencias reales con respecto a la valoración de esta característica, denotándose un mayor nivel de aceptación por la muestra elaborada a partir del cuajo de cuy, el motivo por el cual, el sabor entre ambas muestras difiere, radica en la utilización de los diferentes tipos de cuajo y en su actividad coagulante, pues según Cuentas (2006), durante la etapa de coagulación se definirá en gran medida el sabor del producto, al ser un proceso en el cual se degraden tanto la caseína en la coagulación enzimática (cuajo de bovino) como la lactosa en la coagulación láctica (cuajo de cuy), por acción de la quimosina y *Lactobacillus*, respectivamente, agentes que desarrollan cierta diferencia en el sabor, pues la coagulación láctica, se lleva a cabo además del *Lactobacillus* por las bacterias lácticas presentes en la leche, este tipo de bacterias actúan sobre la lactosa (azúcar de la leche) y la degradan a ácido láctico el mismo que le da un sabor poco desarrollado y suave

característico del quesillo. Mientras que con el cuajo de bovino la quimosina al transformar a la casina, consigue un sabor láctico más intenso.

4.2.5 Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en el olor del quesillo.

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) del olor de quesillo con cuajo de bovino y cuajo de cuy

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F - Valor | Pr > F |
|-------------|----|-------------------|----------------------|-----------|--------|
| Tratamiento | 1 | 0.45000000 | 0.45000000 | 1.09 | 0.3008 |
| Error | 78 | 32.35000000 | 0.41474359 | | |
| Total | 79 | 32.80000000 | | | |

C.V. = 15.33347 %

$\bar{Y} = 4.200000$

Tabla 12. t Tests (LSD) para Y

| t Agrupamiento | Media |
|----------------|----------|
| Cuajo bovino | 4.2750 a |
| Cuajo cuy | 4.1250 a |

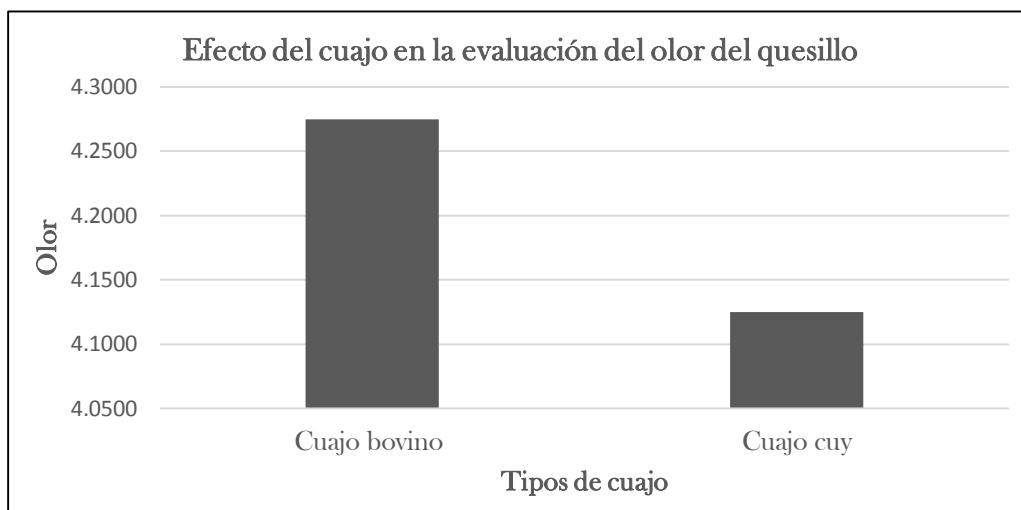


Figura 6. Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en el olor del quesillo.

El olor, forma parte de la evaluación olfato - gustativa, es decir, será el paso previo a la determinación del sabor del producto y la información que aporte afectará la valoración de éste.

De acuerdo a la evaluación estadística, no existen diferencias entre la valoración de la característica de olor en las muestras de quesillo elaboradas con cuajo de bovino y cuajo de cuy respectivamente, sin embargo, la figura 6, muestra que si existen diferencias reales de este parámetro evaluado, observándose preferencia por la muestra elaborada a partir de cuajo de bovino, la razón radica en que, al tratarse de un macerado, ambos cuajos desprenden sustancias volátiles características, responsables de desarrollar el olor en el producto, influenciadas por el olor propio de la materia prima con la que han sido elaborados, los mismos que se transfieren al quesillo, por lo tanto el cuajo de bovino al ser el empleado convencionalmente, es el que se identifica como el olor característico del quesillo, lo que no quiere decir que el cuajo de cuy genere un olor desagradable, solo es un poco más intenso que el desarrollado por el cuajo de bovino, que según Quijano (2010), debe ser láctico y poco perceptible, acercándose más al olor desprendido por la leche utilizada y rezagando el olor del cuajo.

4.2.6 Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en el color del quesillo.

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) del color de quesillo con cuajo de bovino y cuajo de cuy

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F - Valor | Pr > F |
|-------------|----|-------------------|----------------------|-----------|--------|
| Tratamiento | 1 | 0.01250000 | 0.01250000 | 0.03 | 0.8607 |
| Error | 78 | 31.47500000 | 0.40352564 | | |
| Total | 79 | 31.48750000 | | | |

C.V. = 14.90291 %

$\bar{Y} = 4.262500$

Tabla 14. t Tests (LSD)

| t Agrupamiento | Media |
|----------------|----------|
| Cuajo bovino | 4.2750 a |
| Cuajo cuy | 4.2500 a |

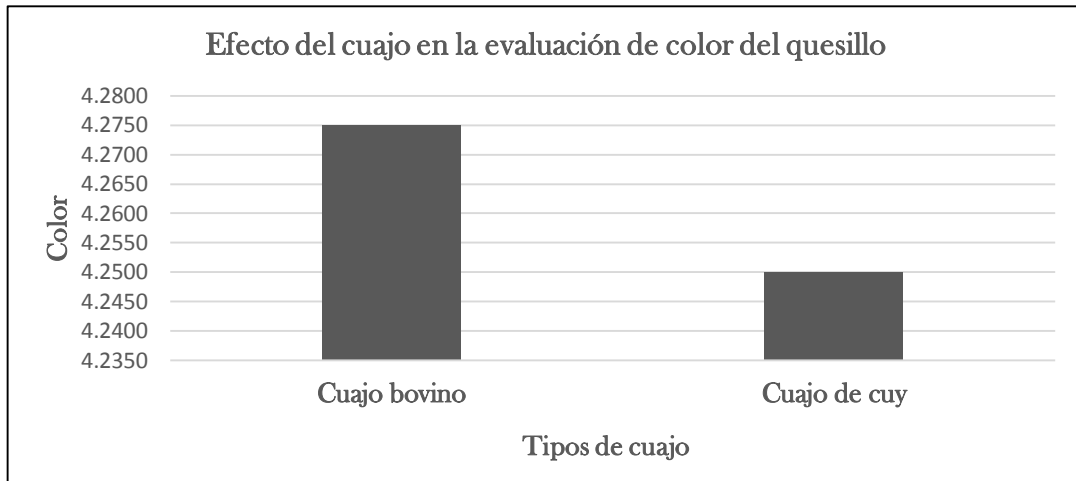


Figura 7. Efecto de cuajo bovino y cuajo de cuy en el color del quesillo.

El color del quesillo es una característica variable, pues puede ir de blanco o blanco - amarillento a amarillento.

De acuerdo a la evaluación estadística se aprecia que no existe diferencia por efecto de la utilización del cuajo de bovino y cuajo de cuy, respectivamente, sin embargo, en la figura 7, los valores obtenidos muestran que si existe una diferencia real, indicando una ligera superioridad con el empleo del cuajo de bovino, que presenta una coloración blanca, color más cercano al observado comúnmente para este tipo de producto, frente al cuajo de cuy, que presentó una coloración blanco - amarillento, la diferencia radica según Navarro (s.f), en tres factores; la leche de partida, el tiempo de maduración del producto y al pH del cuajo empleado, considerando que la calidad de leche fue la misma para ambos casos, al igual que el tiempo de maduración, que fue de dos días, se considera como único factor responsable de la diferencia de coloración para ambas muestras al pH, lo que concuerda con los datos obtenidos durante la maceración de los cuajos, pues el cuajo de bovino presentó un pH de 4.5, mientras que el pH del cuajo de cuy fue de 4, valores que indican que mientras más ácido sea el pH, la coloración del producto se inclinará a ser más amarilla.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

1. La evaluación sensorial determinó un elevado nivel de aceptación del quesillo elaborado con cuajo de cuy, en los atributos de textura y sabor, los mismos que recibieron una valoración promedio de 4 puntos en la escala de 1 a 5.
2. La evaluación sensorial determinó un elevado nivel de aceptación del quesillo elaborado con cuajo de bovino criollo, en los atributos de olor y color con un puntaje promedio de 4 puntos en la escala de 1 a 5.

CAPÍTULO VI

6. LITERATURA CITADA

- Anzaldúa, A. 2000. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. 2 ed. Zaragoza, ESP. Editorial Acribia. S.A. 198 pp.
- Alais, Ch. 1985. Ciencia de la Leche. 4 ed. Paris, FI. Editorial Reverté S.A. 679 pp.
- Bellino, S. Pomalaza, C. 1997. Elaboración de Queso Fresco. Lima, PER. Convenio SENATI - HOLANDA. 58 pp.
- Bueno, F. 2012. Queso Andino. Consultado 6 set. 2014. Disponible en: <http://quesoandino.blogspot.com/2012/08/composicion-del-cuajo.html>
- Bruschi, J. 2012. Producción de Quesos. Consultado 11 set. 2014. Disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Tecnologia%20y%20calidad%20de%20leche%20y%20productos%20lacteos/2012/Produccion%20de%20quesos,%20consideraciones%20particulares.pdf>
- Carrera, J. 2003. Producción y Aplicación de Enzimas Industriales. Pdf. Consultado 13 set. 2014. Disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol1/Ar11.pdf>
- Cetera, A. 2011. Análisis Sensorial; una herramienta fundamental- Pdf. Consultado 5 set. 2014. Disponible en: <http://www.alimentacionorg.ar>.
- Cuentas, E.; Díaz, M. 2006. Caracterización de la Producción Artesanal de Queso en el Área Rural de la Subregión Bajo Sabanas, Sucre, Colombia. Tesis Ingeniero Agrónomo. Sucre, COL. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sucre. 110 pp.

- Dubach, J. 1988. El ABC para la Quesería Rural de los Andes. Torres, H., Quito, ECU., Proyecto queserías rurales del Ecuador convenio MAG COTESU. 96 pp.
- Fernández, J. Gómez, R. 1997. Estudio de los Quesos Tradicionales. Consultado 5 set. 2014. Disponible en:
http://dehesa.unex.es:8080/xmlui/bitstream/handle/10662/486/TDUEX_2013_Ordiales_Rey.pdf?sequence=1
- Ferrandini, E. 2006. Elaboración de Queso de Murcia al vino con cuajo natural en pasta. Tesis Doctor. Murcia, ESP, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. 196 pp.
- Gómez, A., Bedoya O. 2005. Composición Nutricional de la Leche de Ganado Vacuno. Lasallista de Investigación, 2 (1): pp. 38-42. Consultado 3 set. 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Gómez C, Vergara V. 1995. Fundamentos de la Nutrición y Alimentación. Serie Guía didáctica sobre crianza de cuyes, INIA-CIID, Lima -Perú.
- González, M. 2002. Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt. Pdf. Consultado el 11 set. 2014. Disponible en:
http://www.academia.edu/4598259/Tecnolog%C3%ADa_para_la_Elaboraci%C3%B3n_de_Queso_Blanco_Amarillo_y_Yogurt_Expositor_Lic._Manuel_Gonz%C3%A1lez_Villarreal_Licenciado_en_Qu%C3%ADmica.
- Ibarlucea, I. y Lopez, G. 2009. Enzimas del Cuajo para la Producción de Quesos. Consultado 16 set. 2014. Disponible en:
<http://theindustrialenzymologist.blogspot.com/2008/11/enzimas-del-cuajo-para-la-produccion-de.html>

- Loyola, D. 2013. Coagulación Enzimática de la Leche y Determinación de la Fuerza del Cuajo. Consultado el 16 set. 2014. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Cuajo/39016774.html>
- Martín, J. s.f. La Cata de Quesos. Consultado 12 set. 2014. Disponible en: <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/cuadernotecnologico5.pdf>
- Medina, M. y Aragundi, E. 2007. Determinación de los Costos de Calidad en el Proceso Productivo del Queso. Tesis Economista .Guayaquil, ECU. Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas. Escuela Superior Politécnica del Litoral.86 pp.,
- Mondino, M y Ferrato, J. 2011. El Análisis Sensorial, una Herramienta para la Evaluación de la Calidad desde el Consumidor. Consultado 14 set. 2014. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar>
- Navarro, A. s.f. Quesos. Consultado 4 set. 2014. Disponible en: <http://cosasdequesos.es/an%C3%A1lisis-sensorial/>
- Nieto, I., Karlen, J., Olszewski, R., Aimar, B., Picotti, J., 2007. Caracterización del Perfil Sensorial del Quesillo. Consultado 11 set. 2014. Disponible en: <http://www.inti.gob.ar/tecnointi/CD/info/pdf/407.pdf>
- Olszewski, R., Núñez, M., Cisint, J., Bottger, G., Vercellone, M., Lurkovich, N. s.f. Quesillo. Queso Artesanal del Noroeste Argentino. Consultado 10 set. 2014. Disponible en: <http://www.quesosargentinos.gov.ar/paginas/ficha1.asp?id=37>
- Ordoñez R. 1998. Efecto de Dos Niveles de Proteína y Fibra Cruda en el Alimento de Cuyes (*Cavia porcellus*) en Lactación y Crecimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista. Lima, PE. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. 86 p.

- Portocarrero, M. 1993. Composición Química de los Principales Nutrientes de los Alimentos. Consultado 11 set. 2014. Disponible en: <http://www.nutrimedperu.com/composicion.htm>
- Quijano, J. 2010. Quimosinas. Consultado 4 set. 2014. Disponible en: <http://revistarecitia.es.tl>.
- Rivera, V. 2012. Evaluación de Distintos Tipos de Cuajo, Naturales y Procesados (bovinos, ovinos y cuy) para la Realización de Queso Fresco. Tesis Ingeniera zootecnista. Riobamba, ECU. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 140 pp.
- Vásquez, V. 2014. Diseños Experimentales. 1ed. Lima, PE. Concytec Fondecyt. 704 pp.
- Yanza, E. 2010. Utilización de Látex de las Hojas, Tallos y Fruto de la Papaya como Coagulante Natural en la Elaboración de Queso Fresco. Tesis Ingeniero Zootecnista. Riobamba ECU. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Ecuador. 75pp.
- Zamorán, D. s.f. Manual de Procesamiento Lácteo. Consultado 19 set. 2014. Disponible en:
http://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Tarjeta de Evaluación Sensorial del Quesillo, Utilizando Cuajo Bovino y Cuajo de Cuy

Ejecutora : Sandra Mendoza Prado

Asesores : Ing. José Salhuana Granados

Dr. Víctor Vásquez Arce

A continuación se le presentan dos muestras, a las que le asignará un valor de acuerdo a la escala indicada, apelando a realizar una evaluación objetiva.

| Muestra | Característica | Valor | Puntaje general |
|-----------|----------------|-------|-----------------|
| Muestra 1 | Color | | |
| | Olor | | |
| | Sabor | | |
| | Textura | | |
| Muestra 2 | Color | | |
| | Olor | | |
| | Sabor | | |
| | Textura | | |

Escala de valoración de muestras:

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta moderadamente
3. No me gusta, ni me disgusta
4. Me gusta moderadamente
5. Me gusta mucho

Fecha de degustación: _____

Degustante: _____

Anexo 2. Material biológico para la obtención de cuajo.



Figura 8. Estómago de bovino deshidratado



Figura 9. Estómago de cuy deshidratado

Anexo 3. Cuajo líquido o macerado.

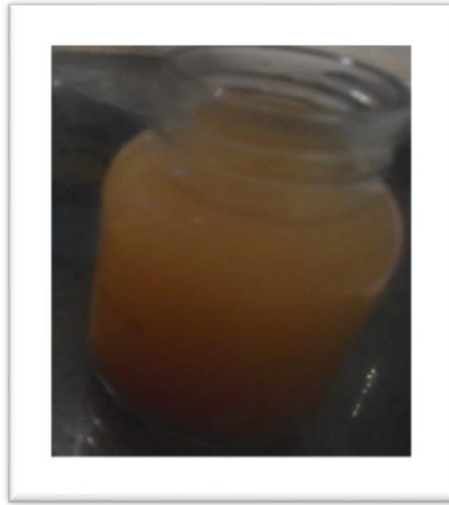


Figura 10. Cuajo de bovino

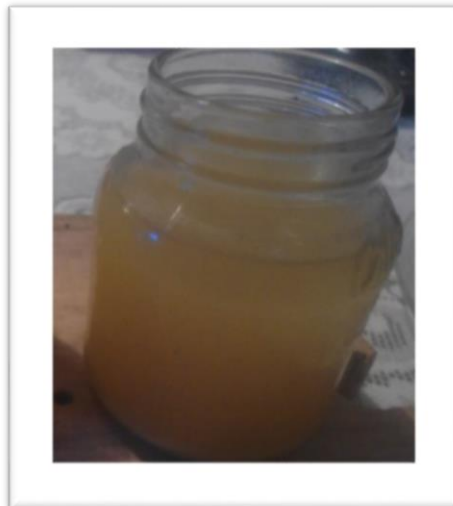


Figura 11. Cuajo de cuy

Anexo 4. Quesillo



Figura 12. Quesillo obtenido con cuajo de bovino criollo



Figura 13. Quesillo obtenido con cuajo de cuy

Anexo 5. Presentación de muestras de queso

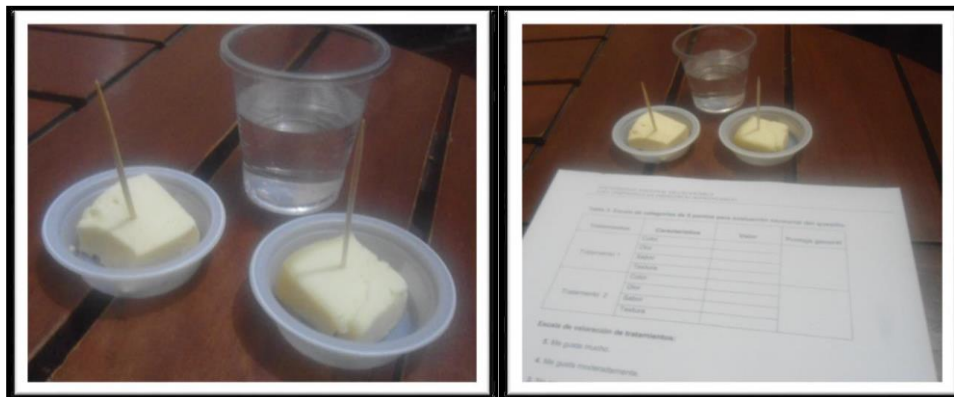


Figura 14. Presentación de muestras para evaluación sensorial