



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**CAMBIOS DE LA COMPOSICIÓN MICROBIANA DE  
QUESOS SEMIMADUROS EN FUNCIÓN DEL CUAJO  
UTILIZADO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

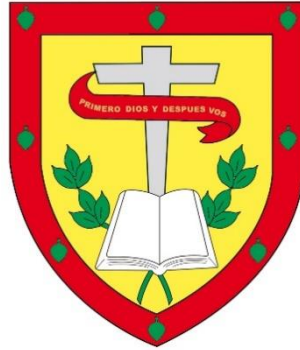
**AUTOR: LUIS EDUARDO YANZA CONTRERAS**

**DIRECTOR: DR. FRANKLIN ALFREDO IÑIGUEZ HEREDIA MGS.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**CAMBIOS DE LA COMPOSICIÓN MICROBIANA DE QUESOS  
SEMIMADUROS EN FUNCIÓN DEL CUAJO UTILIZADO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

**AUTOR: LUIS EDUARDO YANZA CONTRERAS**

**DIRECTOR: DR. FRANKLIN ALFREDO ÑIGUEZ HEREDIA MGS.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

**Luis Eduardo Yanza Contreras** portador de la cédula de ciudadanía N° **0104904644**. Declaro ser el autor de la obra: “**Cambios en la composición microbiana de quesos semimaduros en función del cuajo utilizado**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **20 de mayo de 2024**



**Luis Eduardo Yanza Contreras**

**C.I. 0104904644**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por LUIS EDUARDO YANZA CONTRERAS bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:  
**FRANKLIN ALFREDO  
INIGUEZ HEREDIA**

---

Dr. Franklin Alfredo Iñiguez Heredia Mgs.

**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

A Billy, mi fiel compañero de cuatro patas, cuya lealtad y amor incondicional han iluminado cada día de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco sinceramente a mis padres por su constante apoyo y por guiarme en el camino hacia el crecimiento personal y el desarrollo continuo.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
5. CONCLUSIONES .....	29
BIBLIOGRAFÍA .....	32

## RESUMEN

El uso de cuajos en la elaboración de quesos es una práctica en constante evolución, siendo el cuajo animal una técnica milenaria de gran valor cultural e histórico, a pesar de los riesgos higiénicos que esta aparentemente conlleva. Este estudio observacional cuasi experimental se centró en investigar detallar el proceso de elaboración de quesos semimaduros en función del cuajo utilizado y determinar su efecto en la composición microbiana, en la maduración de quesos durante un periodo de 4 semanas, y fue realizado en los laboratorios de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca. La investigación comparó tres tratamientos realizados con la misma leche utilizando diferentes tipos de cuajo (caprinos lactantes, microbianos y sintéticos). Se elaboraron diez quesos por tratamiento donde cada queso representó una unidad experimental. Se analizaron sus características organolépticas y carga microbiana para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a las propiedades organolépticas, no se encontraron diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, en la carga microbiana hubo diferencias entre los mismos. Por un lado, se observó que existen menor número de Enterobacterias en el queso de cabrito lo cual debería ser más estudiado en futuras investigaciones y también se observó una mayor concentración de *Lactobacillus* en los quesos elaborados con cuajo animal y microbiano en comparación con el cuajo sintético. Esto sugiere que estos cuajos son más efectivos en la aportación de probióticos beneficiosos para la salud intestinal, lo cual podría tener implicaciones significativas en la calidad nutricional de los quesos.

**Palabras clave:** *Cuajo; Lactobacillus; Probióticos, Maduración, Quesos.*

## ABSTRACT

The use of rennet in cheese making is a practice in constant evolution, being animal rennet a millenary technique of great cultural and historical value despite the hygienic risks that this entails. This quasi-experimental observational study focused on investigating the details of the process of making semi-mature cheeses according to the rennet used and determining its effect on the microbial composition in the ripening of cheeses for four weeks. It was conducted in the laboratories of the Academic Department of Agricultural Sciences Faculty of the Catholic University of Cuenca. The research compared three treatments with the same milk using different types of rennet (lactating goat, microbial, and synthetic). Ten cheeses were made per treatment, with each cheese representing one experimental unit; their organoleptic characteristics and microbial load were analyzed to determine significant treatment differences. In terms of organoleptic properties, no differences were found between treatments; however, there were differences in the microbial load between treatments. On the one hand, it was observed that there are fewer enterobacteria in the goat cheese—which should be further studied in future research—and a higher concentration of *Lactobacillus* in the cheeses made with animal and microbial rennet compared to synthetic rennet. This suggests that these rennets are more effective in providing probiotics beneficial to intestinal health, which could have significant implications for the nutritional quality of cheeses.

**Keywords:** Rennet; Lactobacillus; Probiotics; Ripening; Cheeses.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ingesta de alimentos es la vía por la cual el organismo adquiere los nutrientes necesarios para su correcto funcionamiento. Sin embargo, estos alimentos no solo pueden proporcionar nutrientes, sino también introducir algunos patógenos nocivos para la salud, como bacterias, protozoos, hongos, virus y toxinas. Merchán et al. (2019) enfatiza en la importancia de conocer la carga microbiana de un queso artesanal madurado elaborado con cuajo obtenido del estómago de un caprino y asegurarse de que esté dentro de los límites establecidos por las normativas mediante la realización de un recuento microbiano.

El queso es un producto lácteo con una rica historia que abarca varios siglos, desempeña un papel crucial en la nutrición humana. A lo largo del tiempo, su propósito primordial ha sido transformar un alimento altamente perecedero, como la leche, en uno que perdure en el tiempo conservando sus valiosos nutrientes. Para Teso (2023) en la elaboración del queso es necesario cuajar la leche de animales rumiantes; principalmente vaca, cabra y oveja. El proceso de coagulación de la leche desempeña un papel fundamental en la elaboración del queso, siendo una de las fases críticas que determina su calidad y características finales.

Durante este proceso, las proteínas de la leche se agrupan y forman una estructura sólida, creando la base para la textura y el sabor distintivos del queso. La forma en que se lleva a cabo la coagulación ya sea mediante la acción de enzimas naturales o mediante la adición de cuajo, influye significativamente en el perfil sensorial del producto final. Por lo tanto, comprender y controlar este proceso es esencial para garantizar la consistencia y la excelencia en la producción quesera.

El cuajo, también denominado fermento, se obtiene extrayendo complejos enzimáticos del abomaso de rumiantes no destetados, tales como terneros, corderos y cabritos. Entre estas enzimas naturales, destacan la quimosina y la pepsina, capaces de descomponer la caseína

presente en la leche. Este proceso da lugar a una red de proteínas conocida como cuajada, que constituye el primer paso en la elaboración de cualquier tipo de queso.

Según Petroche et al. (2023) la maduración es el proceso que abarca un período de tiempo durante el cual los quesos se mantienen almacenados bajo condiciones específicas de temperatura y humedad relativa, dependiendo del tipo de queso. Los microorganismos desempeñan roles protagónicos tanto en su fabricación como en su maduración. La etapa de maduración en la producción de quesos sea cual sea la escala, se considera prioritaria para prevenir posibles inconvenientes como reacciones incompletas, alta actividad microbiana y contaminación del producto, lo cual podría afectar negativamente la calidad final.

La ingesta de alimentos es crucial para que el organismo humano obtenga los nutrientes esenciales para su correcto funcionamiento. Sin embargo, esta vía no solo proporciona nutrientes beneficiosos, sino que también puede introducir patógenos perjudiciales para la salud, como bacterias, protozoos, hongos, virus y toxinas. Por lo tanto, es fundamental conocer la carga microbiana presente en quesos artesanales madurados elaborados con cuajo de estómagos de caprinos, y asegurarse de que se encuentren dentro de los límites establecidos por las normativas. Esto se logra mediante un recuento microbiano meticuloso.

## **2. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **2.1 Producción del Queso**

El queso ha experimentado un notable dinamismo en los mercados domésticos e internacionales en los últimos años. La occidentalización de las dietas a nivel mundial ha contribuido al aumento del consumo de lácteos, incluyendo el queso en sus diversas variedades. Esta amplia gama de sabores y formas de consumo ha facilitado su adaptación en diferentes países, además de resaltar sus propiedades nutricionales.

Como mencionan Tapia & Iturrieta (2020), “El queso es uno de los productos agrícolas más importantes del mundo. Según la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, se produce al año mundialmente más de 18 millones de toneladas.” (p. 1). El aumento en la demanda de quesos en las próximas décadas será impulsado principalmente por los países asiáticos y las economías emergentes. Por otro lado, el comercio internacional estará ampliamente influenciado por la demanda procedente de Asia.

## **2.2 La leche de vaca**

La leche se caracteriza por ser una compleja mezcla de diversas sustancias, que incluyen agua, caseínas, albúminas, lactosa, grasa, sales minerales, vitaminas, proteínas y sólidos no grasos, que comprenden las proteínas, la lactosa y las cenizas. Los sólidos totales abarcan tanto los sólidos no grasos como las grasas. La misma consta de un equilibrio estable entre los tres componentes directos carbohidratos, grasas y proteínas, así como las vitaminas, minerales y otros componentes. Desde un punto de vista físico, la leche cruda tiene varias fases en las que se dispersan sus componentes: emulsión de ácidos grasos, suspensión de caseína ligada con las sales minerales, solución acuosa compuesta por la lactosa, sales minerales solubles y proteínas solubles.

## **2.3 Pasteurización**

Como mencionan Guaraca & Guaraca (2019) la pasteurización es un proceso que utiliza tiempo y temperatura con el fin de eliminar los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en la leche cruda. Además, este proceso reduce la flora bacteriana asociada, lo que permite prolongar la vida útil del producto sin alterar su composición química ni sus características organolépticas.

*Métodos de pasterización*

Pasteurización a baja temperatura (HTST): Se calienta la leche a 72°C (161.6°F) durante 15 segundos y luego se enfría rápidamente. Este método es común para la leche comercial.

Pasteurización a alta temperatura (LTLT): La leche se calienta a 63°C (145.4°F) durante 30 minutos. Es más lento pero se utiliza en algunos productos lácteos.

Ultra-pasteurización (UHT): La leche se calienta a 138°C (280.4°F) durante 2-4 segundos. Esto prolonga significativamente la vida útil de la leche sin necesidad de refrigeración.

Este proceso es fundamental pues elimina patógenos peligrosos como Salmonella, Listeria y E. coli, al reducir la carga microbiana, la leche y los productos lácteos tardan en deteriorarse y ayuda a la conservación de sus nutrientes. “Cabe recalcar que algunos microorganismos patógenos pueden sobrevivir si no se cumple con las condiciones de tiempo y temperatura. Por otro lado, el sobrecalentamiento de la leche se puede reducir o destruir su valor nutricional.” (Tirado & Escobar, 2017).

La pasteurización tiene efectos directos en el queso pues afecta la flora bacteriana en la leche, lo que a su vez influye en el proceso de maduración del queso. Algunos quesos, como el queso fresco, se elaboran con leche pasteurizada, mientras que otros, como el queso Roquefort, utilizan leche cruda.

## **2.4 Tipos de Cuajo**

El cuajo es una sustancia que, al añadirse a la leche, permite su coagulación. Contiene enzimas coagulantes que facilitan esta transformación de líquido a sólido. Cuando se añade cuajo a la leche, las enzimas actúan sobre la caseína, una proteína presente en la leche. La caseína se agrupa y forma una masa sólida, conocida como cuajada.

### *Cuajo de Origen animal*

El cuajo de origen animal es el más común que se ha utilizado para realizar la mayor cantidad de queso a lo largo de la historia, procede del estómago de los rumiantes, contiene peptidasas encargadas de desestabilizar las proteínas de la leche y aumentar su coagulación. (Vega , 2021).

#### *Cuajo de Origen vegetal*

Garcia (2015) menciona que “Los coagulantes de origen vegetal, son obtenidos a partir de extractos acuosos de flores deshidratadas de diversas especies de plantas, se utilizan desde hace muchos años en la elaboración de diversas variedades de quesos artesanales principalmente en países mediterráneos Europa y África.” Cuando se añade cuajo vegetal a la leche, las enzimas presentes actúan sobre la caseína, la proteína de la leche. Esto provoca que la caseína se agrupe y forme una masa sólida llamada cuajada. Los cuajos vegetales generan un gel gomoso y robusto en la leche. El equilibrio entre la cantidad de cuajo y la velocidad de fermentación determina la textura final del queso.

#### *Cuajo Microbiano*

El cuajo microbiano es una mezcla elaborada en laboratorio que comprende bacterias, hongos y levaduras. Estos microorganismos se combinan para producir un potente coagulante de la leche. A pesar de no ser de origen animal ni vegetal, su capacidad para coagular la leche y formar cuajada es comparable a la de otros tipos de cuajo (Vega , 2021).

#### *Cuajo transgénico*

Se ha logrado obtener quimosina sintética producida por la fermentación del microorganismo *Aspergillus niger*, este microorganismo ha sido modificado genéticamente para producir quimosina y así reemplazar a la quimosina bovina. Para Gomes (2021) existen varios microorganismos que también han sido modificados para elaborar esta enzima transgénica entre ellos podemos encontrar *Kluyveromyces lactis* y *Escherichia coli*.

## **2.5. Estómagos (Abomaso y Enzimas)**

### *Cabritos*

El sistema digestivo de la cabra experimenta transformaciones significativas durante su etapa de crianza y maduración. Desde el nacimiento hasta la tercera semana de vida del cabrito, la leche se dirige directamente al cuarto estómago. En este órgano, se produce la renina, que coagula la leche, permitiendo que los nutrientes se absorban adecuadamente. “El abomaso produce ácido clorhídrico y enzimas digestivas como la pepsina y recibe enzimas digestivas secretadas como la lipasa pancreática” (Gonzales, 2017).

### *Terneros*

La digestión en los terneros es similar a la de otros rumiantes. En el abomaso, la actividad bacteriana se detiene debido al ambiente ácido. Además, el abomaso produce enzimas como la pepsina y la renina

### *Cerdos*

Los cerdos digieren su alimento mediante la acción de enzimas digestivas, las cuales produce naturalmente en su estómago, páncreas e intestino delgado. Sin embargo, estas enzimas no son capaces de descomponer todos los componentes de su alimento. Entre las enzimas digestivas presentes se encuentran las carbohidrasas, proteasas y fitasas. (Gamero, 2015).

## **2.6. Maduración de los quesos**

Según Tunick (2014), citado por Maldonado (2023) “la maduración es la etapa del proceso de elaboración del queso durante la cual la cuajada fresca se transforma en una masa homogénea y se desarrollan las características organolépticas típicas del queso como el aspecto, textura, sabor y olor.” Una vez que el queso ha completado su fase inicial de elaboración y ha alcanzado su forma primaria, comienza la etapa de maduración. En este proceso, el queso experimentará

una serie de cambios físicos y químicos, y también se modificarán sus características organolépticas para adquirir las cualidades deseadas. Durante esta etapa, el queso se expone a condiciones controladas de humedad y temperatura, las cuales varían según el tipo de queso que se pretende obtener como producto final.

El objetivo de la maduración es facilitar la acción de las bacterias beneficiosas, como las bacterias ácido-lácticas, y las enzimas, para transformar la cuajada fresca en un queso con una textura, sabor y apariencia específicos. Los cambios en el queso son principalmente el resultado de la acción de diversas enzimas, las cuales provienen de diferentes fuentes. Estos agentes incluyen el agente coagulante, donde cantidades residuales de renina quedan atrapadas en la cuajada. Además, intervienen los cultivos iniciadores y otros tipos de microorganismos, como los mohos, que se desarrollan tanto en el interior como en la superficie del queso. Con el tiempo, los cultivos secundarios predominan en la microflora bacteriana después de un período de maduración, generalmente entre 60 y 90 días. Asimismo, las enzimas naturales presentes en la leche, como la plasmina, la fosfatasa ácida y la xantina oxidasa, contribuyen a estos procesos de transformación.

## **2.6. Etapas de la maduración de los quesos**

### *Actividad del agua*

La disponibilidad de agua dentro del queso es crucial para las reacciones químicas, microbiológicas y enzimáticas que ocurren durante su maduración. Estas reacciones están estrechamente relacionadas con la cantidad total de agua presente en el queso, la cual disminuye gradualmente hasta alcanzar un equilibrio con la humedad del ambiente circundante.

### *Proteólisis*

La proteólisis es el proceso de degradación de las proteínas mediante la actividad proteolítica de los microorganismos presentes en el cuajo. Este proceso comienza cuando el cuajo se añade a la leche y continúa a lo largo de todo el proceso de maduración.

#### *Lipolisis y ácidos volátiles*

Esta actividad es llevada a cabo por las lipasas presentes en la leche. La mayoría de las moléculas de grasa quedan atrapadas en el cuajo, aproximadamente el 90%, lo que contribuye a la formación del queso. Esta actividad es la responsable de conferir el aroma característico a cada tipo de queso, sin afectar su textura.

#### *Glucolisis*

Se refiere a la degradación de la lactosa por acción de las bacterias lácticas. Este proceso comienza durante la coagulación y el desuerado, y puede continuar durante un período de entre 24 horas y 3 días después de la elaboración del queso, persistiendo a lo largo de su maduración. La eficacia de este proceso depende de las bacterias lácticas añadidas o utilizadas durante la fabricación del queso.

## **2.6. Microorganismos**

Los alimentos no solo proporcionan nutrientes esenciales para el organismo humano, sino que también pueden ser portadores de sustancias potencialmente peligrosas, algunas de las cuales pueden causar trastornos graves e incluso poner en riesgo la vida. Según Martínez et al. (2015) “Estas sustancias pueden incluir organismos patógenos como bacterias, protozoos, gusanos u hongos; agentes no vivos como virus, priones o toxinas naturales; o compuestos químicos como residuos de plaguicidas, hormonas, antibióticos o dioxinas.” Es fundamental tener en cuenta la calidad y seguridad de los alimentos para garantizar la salud y el bienestar de los consumidores.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

En el presente estudio, se emplearon materiales de campo y biológicos, así como materiales de laboratorio para llevar a cabo el proceso experimental. Los materiales de campo incluyeron un cabrito, cuajo de origen químico, cuajo obtenido del abomaso de cabrito, cuajo de origen microbiano y leche. En el ámbito del laboratorio, se utilizaron recipientes para el procesamiento de la leche y el cuajo, estufa para calentar la leche y realizar procesos de maduración, agua para limpieza y diluciones, balanza para pesar los ingredientes y muestras, cronómetro para medir tiempos en el proceso, termómetro para medir temperaturas, vasos medidores para precisión en las mezclas, liras para cortar la cuajada y cámara de maduración.

Para el análisis de los datos se utilizó el software Statistical Package for the Social Sciences (IBM, 2024), y se describieron los resultados en base a las variables independientes y dependientes en el estudio

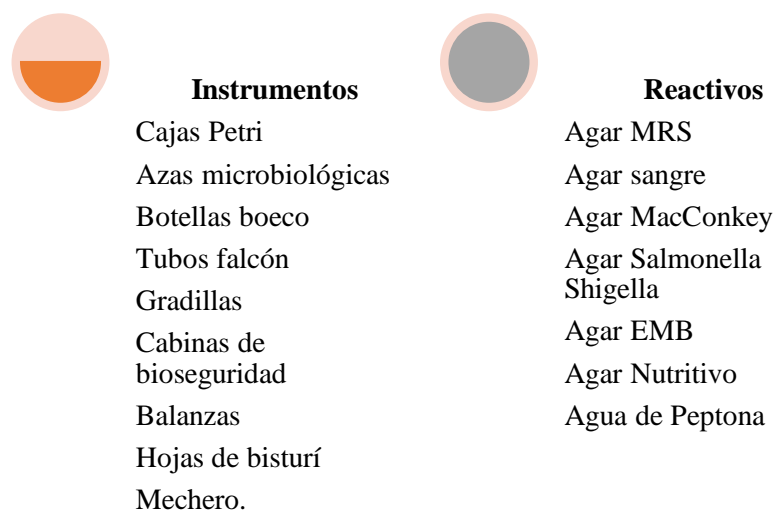
El objetivo del estudio fue analizar el efecto del tipo de cuajo utilizado en la elaboración de quesos (cuajo de origen animal, microbiano y quimosina líquida) en las características del producto final durante el proceso de maduración, considerando el análisis microbiológico y otras covariables relacionadas con el origen de los cabritos y la leche utilizada.

Se empleó un diseño experimental factorial para este propósito. Este tipo de diseño permite estudiar simultáneamente dos o más variables independientes para analizar su efecto en las variables dependientes. En este caso, las variables independientes fueron el tipo de cuajo utilizado en la elaboración de los quesos y el proceso de maduración de los mismos. El diseño factorial permitió analizar cómo cada tipo de cuajo y el proceso de maduración influyeron en las características del queso durante su desarrollo, así como posibles interacciones entre estas variables.

Para el análisis de los datos se utilizó el software Statistical Package for the Social Sciences. Los procedimientos estadísticos avanzados garantizan una alta precisión y toma de decisiones de calidad SPSS abarca todo el ciclo de vida del análisis, desde la preparación y gestión de datos hasta el análisis y la generación de informes. IBM (2024). En primer lugar se definieron las variables independientes y dependientes en el estudio. Luego, se ingresaron los datos en una hoja de datos en SPSS, asegurando la correcta asignación de los niveles de cada factor a las variables correspondientes. Posteriormente, se seleccionó la opción "Análisis de varianza (ANOVA)" en SPSS y se eligió el tipo de modelo adecuado para el diseño factorial utilizado. Se incluyeron las variables dependientes y las variables independientes pertinentes en el análisis para obtener conclusiones significativas.

### 3.1.Procedimiento

**Figura 1.** Instrumentos y materiales utilizados en la investigación.



### 3.2.Procedimiento de elaboración del queso con cuajo de origen animal

#### *Procedimiento de Campo*

El procedimiento de campo se inició con la adquisición de dos cabritos. Antes de su traslado al matadero, se les proporcionó una alimentación adecuada, seguida de un período de ayuno durante la noche previa al sacrificio. Esta medida garantizó el tiempo mínimo requerido para asegurar que el estómago glandular de los rumiantes lactantes estuviera en condiciones óptimas para producir el cuajo.

**Etapa 1.** Se coordinará el faenado en el matadero para asegurar una llegada oportuna de los animales y su sacrificio de manera organizada.

**Etapa 2.** En el matadero, se atarán los dos extremos del abomaso (píloro y cardias) de los cabritos y se identificarán individualmente.

**Etapa 3.** Una vez obtenidos los cuajares de los cabritos, estos se limpiarán para eliminar cualquier adherencia presente.

Este proceso de campo se llevó a cabo siguiendo estrictos protocolos de seguridad y bienestar animal. Dichos protocolos incluyeron medidas exhaustivas para asegurar el cuidado y el confort de los animales en todas las etapas del procedimiento. Se implementaron prácticas de manejo adecuadas, como el transporte seguro, la provisión de alimento y agua, y el control de la temperatura ambiental, para garantizar condiciones óptimas. Estas precauciones no solo fueron cruciales para el bienestar de los cabritos, sino que también contribuyeron a la obtención de un cuajo de alta calidad al minimizar el impacto negativo del estrés y las condiciones adversas en la producción del producto final.

### **3.2.1. Procedimiento de Laboratorio**

#### *Procedimiento de obtención del cuajo*

**Paso 1:** Colocar los abomasos (cuajares) en cubetas de plástico alimentario.

**Paso 2:** Salar los cuajares con un mínimo de 30 gramos de sal gruesa por cada 100 gramos de cuajo.

**Paso 3:** Mantener las cubetas de plástico con los cuajares refrigerados a una temperatura de 4°-6°C durante una semana, retirando periódicamente la salmuera generada.

**Paso 4:** Colgar los cuajares en un lugar aireado, limpio, seco y protegido de insectos y roedores.

**Paso 5:** Una vez secos, limpiarlos por el exterior para eliminar restos de grasa y otros elementos.

**Paso 6:** Abrir, limpiar y triturar los cuajares.

*Procedimiento de elaboración del queso con cuajo de cabrito*

*Preparación del Cuajo de Cabrito*

**Paso 1:** Se procede a cortar un trozo de 5 cm del estómago de cabrito previamente elaborado.

**Paso 2:** Se mide 250 ml de suero de leche.

**Paso 3:** Se agrega 1 cucharada de sal a los 250 ml de suero de leche y se sumergen los 5 cm de cuajo de cabrito. Se deja reposar durante un período de 12 horas.

**Paso 4:** Se pasteuriza la leche a una temperatura de 65 grados Celsius y luego se enfría hasta alcanzar una temperatura de 36-38 grados Celsius.

**Paso 5:** A la leche pasteurizada y a una temperatura de 38 grados Celsius, se le agrega 250 ml de suero de leche por cada 10 litros de leche. Este suero contiene el cuajo de cabrito y se utiliza para coagular la leche y formar la cuajada durante el proceso de elaboración del queso.

**Paso 6:** Colocar el cuajo triturado en envases estériles y almacenarlos refrigerados a una temperatura de 4°-6°C.

### **3.3.Procedimiento de elaboración del queso con cuajo de origen microbiano**

**Paso 1:** Se procede a calentar la leche a una temperatura aproximada de 30°C con el objetivo de inducir la coagulación. En este punto, se agrega el cuajo de origen microbiano, el cual cataliza la transformación de la leche de estado líquido a estado sólido.

**Paso 2:** Utilizando liras, que son cuchillas de acero dispuestas en paralelo, se lleva a cabo el corte de la cuajada para obtener fragmentos uniformes y eliminar el suero.

**Paso 3:** Después del corte, se procede a mezclar la cuajada obtenida y se continúa el proceso de calentamiento para eliminar el suero remanente.

**Paso 4:** La cuajada tratada se coloca en moldes específicos, los cuales determinarán la forma final del queso.

**Paso 5:** Se aplica presión sobre la cuajada moldeada con el fin de eliminar el suero restante y consolidar la forma definitiva del queso.

### **3.4.Procedimiento de elaboración del queso con cuajo de origen químico**

**Paso 1:** Se inicia calentando la leche a una temperatura cercana a los 30°C con el propósito de inducir la coagulación. Durante este proceso, se añade el cuajo de origen químico, el cual desencadena la transformación de la leche de su estado líquido a uno sólido.

**Paso 2:** Posteriormente, se utiliza un juego de liras, conformado por cuchillas de acero dispuestas en paralelo, para realizar el corte de la cuajada, lo que permite la separación del suero del coágulo formado.

**Paso 3:** Una vez realizada la operación de corte, se procede a la agitación y se continúa con el proceso de calentamiento para facilitar la eliminación del suero residual.

**Paso 4:** La cuajada obtenida se dispone en moldes adecuados según las dimensiones y forma deseada para el queso.

**Paso 5:** Finalmente, se ejerce presión sobre la cuajada moldeada para eliminar el suero restante y consolidar la forma definitiva del queso.

### **3.5. Procedimiento de maduración del queso**

**Paso 1:** Se colocan los quesos en una cámara de maduración de quesos.

### **3.6. Procedimiento del recuento de microorganismos durante la maduración de quesos**

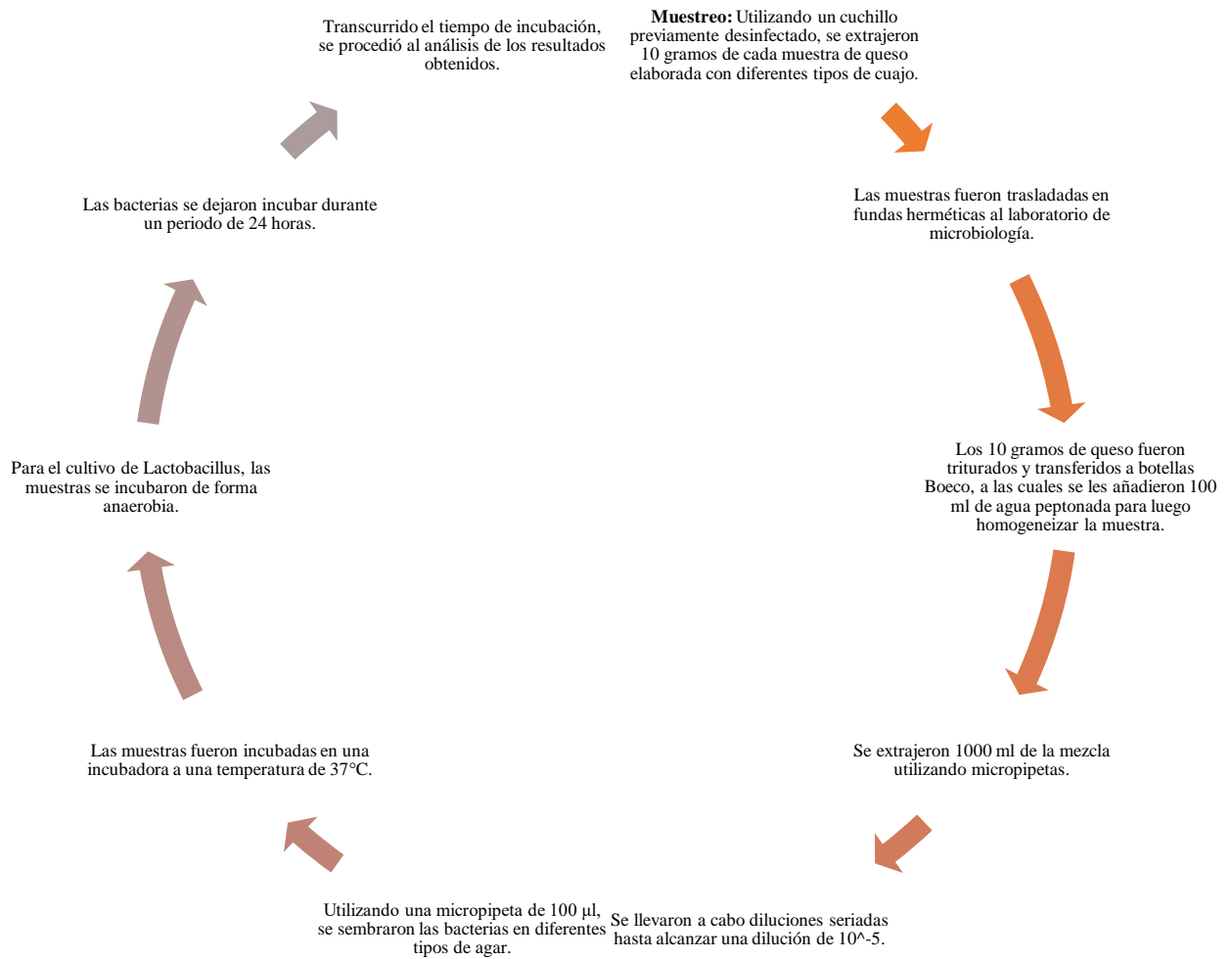
Toma de muestras:

**Paso 1:** Se utiliza una pajuela estéril para tomar la muestra del queso.

**Paso 2:** Se perfora el queso en una de sus esquinas con la pajuela estéril para obtener la muestra representativa.

### **3.7. Análisis microbiológico**

La muestra recogida se transfiere a un medio de cultivo adecuado para favorecer el crecimiento de los microorganismos presentes en el queso. Se incuba el medio de cultivo a la temperatura y durante el tiempo necesario para permitir el desarrollo de las colonias microbianas. Posteriormente se cuentan y registran el número de colonias de microorganismos presentes en la muestra para obtener el recuento microbiológico durante la maduración del queso. Este procedimiento proporciona información sobre la carga microbiana presente en los quesos durante su maduración y permite analizar cómo varía a lo largo del tiempo y en función del tipo de cuajo utilizado en la elaboración de los quesos.



**Figura 2.** Análisis Microbiológico

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio revelan que, a lo largo de tres semanas consecutivas, los quesos elaborados con diversos tipos de cuajo (microbiano, animal -cuajo de cabra-, y sintético) han mantenido niveles de *Staphylococcus Aureus* dentro de los parámetros especificados por las normativas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Asimismo, se ha observado la ausencia de enterobacterias en todas las muestras analizadas.

La observancia de las normativas microbiológicas es esencial para asegurar la calidad y la seguridad de los productos lácteos, especialmente en quesos madurados. Estos resultados sugieren que los quesos examinados cumplen con los estándares establecidos por el INEN, lo que indica un proceso de elaboración y un manejo higiénico adecuados durante la producción.

#### 4.1. Composición microbiana de los quesos

**Tabla 1.** Resultados obtenidos, cuajo de origen microbiano.

<b>CUAJO DE ORIGEN MICROBIANO</b>			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Staphylococcus Aureus UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Enterobacterias UFC/g	219	225	235
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Lactobacillus UFC/g	250	339	402

**Tabla 2.** Resultados obtenidos, cuajo de origen animal.

<b>CUAJO DE ORIGEN ANIMAL (cuajo de cabrito)</b>			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Staphylococcus Aureus UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Enterobacterias UFC/g	215	183	124
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Lactobacillus UFC/g	260	385	450

**Tabla 3.** Resultados obtenidos, cuajo de origen artificial.

<b>CUAJO DE ORIGEN ARTIFICIAL</b>			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Staphylococcus Aureus UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Enterobacterias UFC/g	272	279	283
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Lactobacillus UFC/g	183	268	367

Según la normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) para quesos madurados, se establecen ciertos parámetros microbiológicos que deben cumplirse. En el caso de las bacterias *Staphylococcus Aureus*, se requiere que su presencia esté dentro de un rango mínimo de  $10^2$  y máximo de  $10^3$  unidades formadoras de colonias por gramo de queso. Por otro lado, para las enterobacterias, se establece un límite mínimo de  $2 \times 10^2$  y máximo de  $10^3$  unidades formadoras de colonias por gramo de queso. Estos valores son fundamentales para asegurar la inocuidad alimentaria y la calidad del producto final, protegiendo la salud del consumidor y garantizando estándares sanitarios óptimos en la producción de quesos madurados.

El cumplimiento de los criterios microbiológicos establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización para quesos madurados fue fundamental para garantizar la seguridad y la calidad de los productos. El presente estudio demuestra que se siguieron los procedimientos recomendados por la normativa, lo que se reflejó en resultados de calidad comparables a los encontrados en investigaciones previas, como la realizada por Vásquez et al. (2018) sobre la calidad bacteriológica de quesos.

Los análisis microbiológicos realizados en el estudio abarcaron la evaluación de diversas bacterias indicadoras de contaminación, incluyendo mesófilos viables, coliformes, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Staphylococcus aureus*. Los valores promedio de carga microbiana obtenidos estuvieron dentro de los rangos establecidos por los estándares de calidad, lo que sugiere que el queso producido cumplió con los requisitos sanitarios necesarios para el consumo seguro.

Los resultados obtenidos en este estudio cumplen con los estándares de calidad observados en investigaciones previas, lo que respalda la fiabilidad y la consistencia de los métodos utilizados para la evaluación microbiológica de los quesos. Esto refuerza la confianza en la aplicabilidad de la normativa del INEN en la producción y comercialización de quesos madurados en Ecuador.

El texto *Análisis de las comunidades microbianas autóctonas durante la maduración de quesos artesanales de dos regiones del Sur del Ecuador*, Palacios (2016) proporciona información valiosa sobre la microbiología involucrada en este proceso crucial para la calidad y el sabor del queso. Uno de los hallazgos principales de este estudio fue la prevalencia de bacterias ácido-lácticas del género *Lactobacillus* durante todo el período de maduración.

Estas bacterias producen ácido láctico como producto principal de la fermentación de los carbohidratos, lo que contribuye significativamente al descenso del pH en el queso, necesario para el desarrollo del sabor y la textura característicos del queso durante la maduración. Los microorganismos además participan en la formación de los aromas y sabores característicos del queso, así como en la mejora de su textura.

En el estudio *Análisis microbiológico de queso cuajada en municipios del departamento del Quindío*, Delgado (2018) señala que los quesos elaborados de forma artesanal presentan contaminación de coliformes totales que excede el rango aceptable establecido por la normativa para quesos en Colombia. Esto puede atribuirse a prácticas deficientes de higiene durante la producción, una recolección y manipulación inadecuadas de la materia prima, o contaminación durante el proceso de fabricación del queso. Además, se encontró la presencia de salmonela, lo cual está prohibido por las regulaciones alimentarias.

En contraste, gracias a la aplicación de estrictas normas sanitarias durante la investigación y al uso de materia prima confiable, como la leche y los cuajares, no se detectó contaminación por

salmonela. Las bacterias *Staphylococcus aureus* se encontraron dentro de los límites aceptables, mientras que no se detectó la presencia de enterobacterias en las muestras de queso analizadas. Así se puede concluir que todos los quesos elaborados cumplen con la normativa y estándares de calidad.

El queso elaborado con cuajo de cabra exhibió una notable concentración de probióticos. En este tipo de cuajo, además de la proteasa responsable de la coagulación láctea, se encuentran en actividad otros componentes enzimáticos que contribuyen a la formación de los sabores y aromas característicos del producto. Destacan las lipasas, que desencadenan la producción de ácidos grasos libres, añadiendo complejidad sensorial al queso. (Bonafede, 2017).

Los coagulantes artesanales pueden producirse localmente, aprovechando la disponibilidad de materia prima en el mismo lugar de elaboración. Esta ventaja permite contar con el insumo necesario siempre que sea requerido, sin incurrir en costos adicionales por su adquisición. Desde el punto de vista económico, esto resulta especialmente beneficioso, ya que se trata de subproductos internos de la empresa artesanal.

#### **4.2.Composición nutricional de los quesos**

El género *Lactobacillus* es uno de los taxones más importantes en lo que respecta a la nutrición humana y a la microbiología alimentaria. Las especies pertenecientes a este género no forman esporas y son negativas para la catalasa. Se caracterizan por tener un bajo contenido de GC (Guanina y Citosina) en su composición genética. Además, presentan un metabolismo hetero fermentativo, generando ácido láctico junto con otros compuestos como acetato, etanol, CO<sub>2</sub>, formiato y succinato. (Santamarina et al. 2020).

Los resultados de esta investigación revelan que los quesos elaborados con cuajo natural de origen animal presentan una composición microbiana más rica en *Lactobacillus* en comparación con otros quesos elaborados con cuajos sintéticos. Estos hallazgos sugieren que el uso de cuajo natural puede

influir positivamente en la diversidad y abundancia de lactobacillus en el producto final. Este descubrimiento es relevante no solo en términos de la calidad y características organolépticas del queso, sino también en el contexto de la salud, puesto que las bacterias del género lactobacillus ofrecen beneficios probióticos para el sistema digestivo humano.

En el contexto de los probióticos, existe una evidencia sólida de sus efectos beneficiosos. En particular, el Lactobacillus, presente en el queso elaborado con cuajo de cabrito, demuestra la capacidad de ser consumido sin riesgos significativos por personas intolerantes a la lactosa, la cual se presenta cuando intestino delgado no produce suficiente enzima lactasa. (Ramírez et al., 2011).

Es relevante destacar que el queso se produce utilizando leche de vaca y cuajo de cabrito, lo que lo clasifica como un queso de origen bovino, no caprino. Aunque el cuajo proviene del cabrito, la base láctea es la leche de vaca. Este matiz es fundamental para comprender la naturaleza de este queso específico en términos de su composición y sabor.

## **5. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos revelaron notables diferencias en la composición microbiana de los quesos, dependiendo del tipo de cuajo utilizado en su producción. Este hallazgo destaca la influencia significativa que el tipo de cuajo puede tener en el microbiota presente en el producto final, lo cual ofrece importantes implicaciones tanto para la calidad como para la seguridad alimentaria de los quesos.

Se llevó a cabo la elaboración artesanal de quesos utilizando tres tipos de cuajos de distintos orígenes, asegurando el cumplimiento estricto de todas las normativas sanitarias y siguiendo un protocolo unificado para su elaboración. Este proceso meticuloso y controlado permitió comparar y analizar exhaustivamente las características y cualidades de los quesos resultantes, evaluando cómo influye la variación en el tipo de cuajo en el producto final. Los resultados obtenidos ofrecen una valiosa perspectiva sobre las diferencias sensoriales, nutricionales y

microbiológicas entre los distintos quesos, aportando información relevante para la industria quesera y para garantizar la calidad y seguridad de los productos lácteos.

Se logró determinar las cargas bacterianas de enterobacterias y *Staphylococcus aureus*, revelando que el cuajo de cabra es igualmente seguro para su utilización en la elaboración de quesos en comparación con los cuajos comerciales. En cuanto a los *Lactobacillus*, se observó que tanto el cuajo de origen animal como el microbiano mostraron una mayor cantidad de estos microorganismos en comparación con el cuajo sintético. Estos hallazgos destacan la viabilidad y seguridad del uso del cuajo de cabra y de los cuajos de origen animal y microbiano en la producción de quesos, además de proporcionar información valiosa sobre su contenido microbiano en comparación con los cuajos sintéticos.

Durante el proceso de maduración, se estableció una correlación entre las cargas bacterianas, lo que evidenció que el cuajo de origen animal (cuajo de cabra) es igualmente confiable que los cuajos convencionales utilizados en la industria quesera. Además, en términos de sabor, se observó que el cuajo de origen animal ejerce una influencia más positiva en el producto final, destacando su papel en el desarrollo de características sensoriales deseables en el queso. Estos hallazgos respaldan la viabilidad y calidad del cuajo de origen animal, subrayando su importancia en la producción de quesos de alta calidad.

Es importante destacar que el cuajo de origen animal y el cuajo microbiano muestran una mayor concentración de *Lactobacillus* en comparación con el cuajo sintético, lo que sugiere que estos son más efectivos en términos de aporte de probióticos beneficiosos para la salud intestinal. Esta diferencia en la cantidad de *Lactobacillus* entre los tipos de cuajo puede tener implicaciones significativas en la calidad nutricional y en los posibles beneficios para la salud asociados con el consumo de queso elaborado con estos tipos de cuajo específicos.

Los objetivos de este estudio se han cumplido satisfactoriamente. La comparación realizada entre los tres tipos de cuajo ha permitido identificar sus diferencias en términos de

características organolépticas, carga bacteriana y tiempo de maduración. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para la industria quesera, respaldando así la seguridad y calidad de los productos lácteos elaborados con cuajo de cabrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Berger, N. (2021). La Historia del Queso. Quesos Y Mantequilla, 1. Obtenido de <https://www.naturarla.es/historia-del-queso/>
- Bonafede, M. (2017). Coagulantes en la industria láctea artesanal: análisis del. *Universidad Nacional del Litoral*. <https://doi.org/https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1135/TFI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Datsa, C. (2017). Quesos madurados, composición química, clasificación, características, formas de procesamiento y equipos y maquinarias. (monografía). Universidad nacional de educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú.
- Fernández , H., Martínez, J., Martínez, V., Moreno, J., & Francisco, M. (2015). Importancia nutricional y metabólica de la leche. *Scielo*, 92-110.
- Gamero, I. (2015). Descubre cómo funcionan las enzimas digestivas para cerdos. CKMPeru, 3. Obtenido de <https://www.ckmperu.com/funcion-enzimas-digestivas-cerdos/#:~:text=Debido%20a%20que%20el%20cerdo,denomina%20carbohidrasas%20C%20proteasas%20y%20fitasas>.
- García, V. (2015). Estudio del empleo de coagulantes vegetales en la elaboración de queso de cabra. (Tesis). Universidad de Murcia, Murcia , España.
- Gomes , P. (2021). síntesis heteróloga de químicos bovina en Escherichia coli para su uso de alimentación. (Tesis). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid .
- Gonzales, C. (2017). Conceptos de nutrición animal. Cazalac, 5-6. Obtenido de [https://www.cazalac.org/publico/fileadm/templatess/documentos/FVHA/Sr.\\_Camilo\\_Gonzalez\\_del\\_Rio\\_I.pdf](https://www.cazalac.org/publico/fileadm/templatess/documentos/FVHA/Sr._Camilo_Gonzalez_del_Rio_I.pdf)
- Guaraca , E., & Guaraca, L. (2019). Guía técnica para la pasteurización de la Leche. *VIGLAC*, 10.
- Idarraga, M., Delgado, V., León, A., & Osorio, J. (2018). Análisis microbiológico de queso cuajada en municipios del departamento del Quindío. *Revista ION*. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/3420/342060884009/html/>
- Lorenzutti, A. (2016). Consideraciones anatomo-fisiológicas. *Pam*, 12-13.

- López , A., & Barriga, D. (2016). La leche composición y características. Europa, 4-5.
- Martinez, K., Hernández, M., Recino, B., Cortés, N., & Vera, R. (2015). Tiempo de maduración y perfil microbiológico del queso de poro artesanal. *Iberoamericana de Ciencias* , 1-15.
- Martinez, M., Remón, D., Hernández, A., Riverón, Y. Martinez, A. (2019). Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos de un coagulante lácteo de estómago de cerdo. *Revista de Salud animal*, 1-6.
- Palacios, R. (2016). Análisis de las comunidades microbianas autóctonas durante la maduración de quesos artesanales de dos regiones del Sur del Ecuador. Universidad del Azuay . <https://doi.org/https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6671>
- Perez, F. (2016). Descripción del sistema digestivo . CIPEJ, 3-4. Obtenido de [http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=388&Itemid=138#:~:text=El%20abomaso%20secreta%20el%20%C3%A1cido,las%20enzimas%20C%20pepsina%20y%20renina](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=388&Itemid=138#:~:text=El%20abomaso%20secreta%20el%20%C3%A1cido,las%20enzimas%20C%20pepsina%20y%20renina).
- Petroche, D., Holguín , V., & Alarcón, A. (2023). Evaluación de la actividad microbiana, antioxidantes y péptidos en la maduración de quesos. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 330-338. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.330-338](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.330-338)
- Pombal Alvarez, M. (2015). evolución físico-química y organoléptica del queso afuega l'pitu durante su proceso de maduración. Máster universitario en biotecnología alimentaria. Universidad de Oviedo, Oviedo, España.
- Ramírez, J., Rosas, P., Velázquez, M., Ulloa, A., & Romero, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente*, 1-16. <https://doi.org/http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/436/1/Bacterias%20l%C3%A1cticas%20Importancia%20en%20alimentos%20y%20sus%20efectos%20en%20la%20salud.pdf>
- Reinheimer, J. (2021). Avances y tendencias en la industria láctea. UNL, 1-266.
- Santamarina, G., Fresno, J., Virto , M., Amores, G., & Aranceta, J. (2020). La microbiota del queso y su importancia funcional. *Revista Especializada de Nutrición Comunitaria*, 1-16. [https://doi.org/https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC\\_2020\\_4\\_10.\\_-RENC-D-20-0037.pdf](https://doi.org/https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2020_4_10._-RENC-D-20-0037.pdf)

- Solís, A. (2016). Lactinios. industrialización de productos y subproductos de origen animal. Universidad Autónoma del Estado de México, Ciudad de México, México. O
- Tapia , B., & Iturrieta, G. (2020). Comercio exterior de quesos. Odepa, 1-18
- Teso, C. (2023). Bases biológicas de los patrones de producción y resistencia de péptidos antimicrobianos. Universidad de Granada, 21-27. <https://doi.org/https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/84443/95769.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Tirado, F., & Escobar, M. (2017). Pasteurizador de leche para la elaboración de suero costeño. Scielo , 37-38.
- Vega , M. (11 de Marzo de 2021). ¿Qué es el cuajo del queso y por qué es necesario? Palancares, 3-4.

**Luis Eduardo Yanza Contreras** portador de la cédula de ciudadanía N° **0104904644**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Cambios de la composición microbiana en quesos semimaduros en función del cuajo utilizado”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **20 de mayo del 2024**

F: 

**Luis Eduardo Yanza Contreras**

**C.I. 0104904644**