

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS, HONGOS Y LEVADURAS EN EL QUESO
AHUMADO**

POR:

JORGE FRANCISCO CACERES UMANZOR



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS, HONGOS Y LEVADURAS EN EL QUESO
AHUMADO**

POR:

JORGE FRANCISCO CACERES UMANZOR

DEBORA KAROLINA MEJIA MENDEZ, MSc.

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITUTLO DE:
INGENIERIA EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo y dedicación empleada en esta tesis se la dedico a **Dios** por darme la sabiduría, fortaleza, paciencia para seguir adelante y así poder alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres: **Jorge Arnulfo Cáceres Valladares y Arcelia Umanzor Núñez** por el apoyo incondicional que me han brindado y por depositar su confianza en mí; quien, con sus cariños, paciencia, sacrificios, esfuerzos y ejemplo de superación, me han enseñado a ser humilde y a luchar por cada meta.

A mis Hermanos: **Keydi Yareli Cáceres Umanzor, Nahomi Sarahi Cáceres, Erlin Xavier Cáceres Umanzor**, por siempre darme las fuerzas necesarias para salir adelante y poder cumplir esta meta.

A mis abuelos: **Cándida Valladares, Josefa Núñez y Isidro Umanzor** por cada oración que hicieron por mí para que todo me saliera bien gracias a Dios para ser un ejemplo viviente de humildad, honradez, fortaleza, honestidad para nunca rendirme.

A mis tíos; **Quenia Núñez, José Thomas Cáceres Valladares, Martha Caceres Valladares**, por ser una bendición en mi vida donde han estado dispuesto a sostener mi mano y demostrarme que siempre han estado conmigo en este gran trabajo deseándome el bien en todo momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a **Dios** por haberme dado la oportunidad de estudiar en la Universidad Nacional de Agricultura y haber cuidado de mi durante toda la estadía en ella.

A mi alma mater Universidad Nacional de Agricultura por todo el conocimiento adquirido durante estos cuatros años.

A mis asesores de este trabajo de investigación: **M.Sc. Débora Karolina Mejía Méndez, M.Sc. Loren Paola Macias Bu, PhD. Mario Josué Gonzales Santos**, ellos han sido pieza fundamente donde me han brindado todo el apoyo para realizar la investigación.

De igual manera agradecerles a mis amistades: **Juan José Castro, Luis Fernando Elvir, Seleste Borjas, María Acuña, María Carrasco, Maylin Cruz, Olga Gonzales, Brayan Archaga, Ricardo Bonilla, Ricardo Banegas, Alex Funez, Ana Irías, Vivian Canales, María Izaguirre**, por ser una obra formidable en esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira por brindarme la oportunidad de realizar mi tesis y apoyarme durante todo el proceso de investigación, de igual manera a la **PhD. Liliana Serna, PhD. Omar Rodríguez** que me ayudaron para que este estudio se llevará a cabo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
LISTA DE FIGURA	III
LISTA DE TABLAS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivos Generales	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Microbiota del queso	3
3.1.1. Bacterias lácticas.	4
3.1.2. Bacterias aeróbicas mesófilas.	4
3.1.3. Hongos	4
3.1.4. Levaduras.	5
3.2. Importancia en la microbiota benéfica en la calidad del queso.	5
3.3. Impacto del proceso de ahumado en la microbiota del queso ahumado.....	6
3.4. Ahumado.....	6
3.5. Queso ahumado.....	6
3.5.1. Valor nutricional del queso ahumado.	7
3.5.2. Características físicas del queso ahumado.	7
3.6. Clasificación de los quesos.	7
IV. MATERIALES Y METODOS	9
4.1. Ubicación	9
4.2. Materiales, equipo y reactivo.....	10
4.2.1. Materia prima	10
4.2.2. Para la elaboración del queso fresco ahumado.....	10
4.2.3. Análisis físico-químicos.....	10
4.2.4. Análisis Microbiológicos.	11

4.3.	Metodología	11
4.3.1.	Etapa 1: Elaboración del queso ahumado.....	12
4.3.2.	Análisis físico-químicos.....	13
4.3.3.	Etapa3: Análisis microbiológicos.....	16
4.4.	Tratamientos.....	17
V.	RESULTADOS Y DISCUCIONES	18
5.1.	Análisis físico-químicos	18
5.1.1.	pH.....	18
5.1.2.	Acidez	19
5.1.3.	Actividad de agua (AW).....	19
5.1.4.	Contenido de humedad.....	19
5.1.5.	Materia seca.....	20
5.1.6.	Contenido de ceniza	20
5.1.7.	Color.....	20
5.2.	Análisis microbiológicos	22
VI.	CONCLUSIONES.....	24
VII.	RECOMENDACIONES.....	25
VIII.	BIBLIOGRAFIA	26
ANEXOS		30

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Planta procesadora de lácteos (UNAG).	pag.9
Figura 2: Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira	pag.9
Figura 3: Etapas del proceso de investigación	pag.12

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Materiales, aditivos y equipos utilizados para la elaboración del queso ..	pag.10
Tabla 2: Materiales, reactivos y equipos para análisis físicoquímicos.....	pag.10
Tabla 3: Materiales, reactivos y equipos utilizados en los análisis microbiológicos.....	11
Tabla 4: Condiciones de incubación.....	pag.17
Tabla 5: Tratamientos	pag.17
Tabla 6: Resultado de análisis físico-químicos.....	pag.18
Tabla 7: Resultados de análisis microbiológicos al queso ahumado	pag.22

RESUMEN

El queso ahumado es un producto lácteo con atributos únicos de sabor y propiedades microbiológicas y fisicoquímicas que impactan en su calidad y seguridad. Este estudio se enfocó en analizar la microbiota y las característica fisicoquímicas en el queso ahumado, evaluando la presencia o ausencia de microorganismo. Se analizó una muestra optimizada a escala de laboratorio, se hicieron análisis fisicoquímicos (pH, acidez, cenizas, actividad de agua, contenido de humedad, materia seca) y microbiológicos (bacterias lácticas, aerobios mesófilos, hongos y levaduras) en la corteza e interior del queso ahumado. El pH oscilo entre 5.6, caracterizando al queso como ácido, con una Aw promedio de 0.86 lo que indica que puede influir en su estabilidad microbiológica y su vida útil, con un contenido de cenizas de 5.31%, que depende de gran medida de alimentación del ganado y el tipo de madera también influye. Microbiológicamente se detectó la ausencia de hongos y levaduras y la presencia de bacterias aerobias y lácticas. Estos resultados sugieren que el proceso de ahumado ejerce un efecto inhibitorio selectivo, favoreciendo el crecimiento de bacterias y suprimiendo el desarrollo de hongos y levaduras.

Palabras claves: actividad de agua, contenido de humedad, inhibitorio.

ABSTRACT

Smoked cheese is a dairy product with unique flavor attributes and microbiological and physicochemical properties that impact its quality and safety. This study focused on analyzing the microbiota and physicochemical characteristics in smoked cheese, evaluating the presence or absence of microorganisms. An optimized sample was analyzed on a laboratory scale, physicochemical (pH, acidity, ash, water activity, moisture content, dry matter) and microbiological (lactic bacteria, mesophilic aerobes, fungi and yeasts) analyzes were carried out on the bark and interior. of smoked cheese. The pH ranged between 5.6, characterizing the cheese as acidic, with an average A_w of 0.86, which indicates that it can influence its microbiological stability and its useful life, with an ash content of 5.31% that depends largely on livestock feeding. and the type of wood also influences. Microbiologically, the absence of fungi and yeasts and the presence of aerobic and lactic acid bacteria were detected. These results suggest that the smoking process exerts a selective inhibitory effect, favoring the growth of bacteria and suppressing the development of fungi and yeasts.

Keywords: water activity, moisture content, inhibitory.

I. INTRODUCCIÓN

El queso ahumado es un producto lácteo que ha ganado popularidad debido a su sabor característico y su proceso de elaboración artesanal. Este tipo de queso se somete a un proceso de ahumado que, además de conferirle un sabor y aroma distintivos, puede influir en su perfil microbiológico. La microbiota presente en el queso ahumado incluye bacterias, hongos y levaduras, ya que contribuyen al desarrollo de propiedades organolépticas, como el sabor, la textura y la conservación del producto. Además, estos microorganismos pueden tener un impacto positivo en la salud del consumidor al promover una microbiota intestinal equilibrada.

Estudios previos como señala Aurelio (2009), el queso fresco el cual luego es sometido al proceso de ahumado en el que es expuesto a una cámara de humo, proporcionándole características organolépticas como: sabor, color, olor. Sin embargo (Antonio Borjas Guifarro Julio Oscar Colorado Panameño Zamorano, 2010) el humo es un método de conservación la cual proporciona compuestos activos antibacterianos que son ácidos principalmente orgánicos, que bajan pH y destruyen paredes celulares de bacterias.

El ahumado en frío del queso puede ser contradictorio cuando las temperaturas de aire y la humedad son altas ya que el color superficial del queso ahumado no será uniforme, enturbiará el color marrón característico, No se debe exceder el tratamiento de ahumado ya que el sabor a humo será excesivo compuestos fenólicos pueden ser muy ásperos y amargos en el mismo.(Antonio Borjas Guifarro Julio Oscar Colorado Panameño Zamorano, 2010)

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo general identificar la microbiota compuesta por bacterias, hongos y levaduras que participan en el queso ahumado. Para lograrlo, se plantea elaborar queso ahumado a partir de una fórmula optimizada a escala de laboratorio, evaluar la presencia de microorganismos tanto en la cáscara como en el interior del queso, y realizar análisis físico-químicos que permitan caracterizar el producto y sus propiedades.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Generales

Determinar la microbiota en bacterias, hongos y levaduras que participan en el queso ahumado, con el fin de optimizar su calidad microbiológica y características físico-químicas.

2.2. Objetivos Específicos

Desarrollar una formula optimizada para la elaboración de queso ahumado a escala de laboratorio, que permita un control adecuado del proceso y facilite la evaluación microbiológica.

Evaluar la presencia de microorganismo (bacterias, hongos y levaduras) en la cascara y en el interior del queso ahumado.

Realizar análisis físico-químicos exhaustivo del queso ahumado (como pH, humedad, acidez, cenizas, materia seca) para correlacionar estas propiedades con la presencia de microorganismos y evaluar su impacto en la calidad final del producto.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Microbiota del queso

La microbiota de queso, cuya estructura comunitaria evoluciona a través de una sucesión de diferentes grupos microbianos, juega un papel central en la fabricación de quesos, las sutilezas del carácter queso, así como la vida útil del queso y la seguridad, están determinadas en gran medida por la composición y evolución de esta microbiota (Irlinger & Mounier, 2009).

Hay más de 1000 variedades de quesos producidos a escalas artesanales e industriales, la microbiota asociado contribuye a la biopreservación y al desarrollo de propiedades organolépticas de los quesos, por lo tanto, desentrañar la diversidad microbiana y el funcionamiento de estos ecosistemas es un reto extraordinario para controlar más eficazmente la calidad y la seguridad de los quesos, todavía no se ha logrado un mayor grado de seguridad microbiológica en los quesos (Irlinger & Mounier, 2009).

La diversidad microbiana de los quesos artesanales ha sido explorada cada vez más extensamente en los últimos años. Muchos nuevos estudios se han centrado especialmente en la detección e identificación de hongos asociados con las cortezas de queso, esto no es sorprendente dado que la composición y abundancia de hongos en la superficie del queso pueden contribuir significativamente a cualidades sensoriales deseables, al tiempo que contribuyen a defectos, particularmente durante la maduración, y los riesgos asociados con la producción de micotoxinas (Martin & Cotter, 2023).

En la producción de queso a escala industrial, el procesamiento generalmente se realiza mediante tratamiento térmico de la leche para controlar las poblaciones microbianas, seguido de inoculación en cultivo iniciador para garantizar la seguridad y reducir la variabilidad en el producto final, pero afectando a las características sensoriales originales (Silva, 2018). Aunque la mayor parte de microorganismos, incluyendo bacterias, levaduras y mohos, están presentes en quesos en toda la maduración. por lo tanto, contribuyen a la maduración, ya sea directamente a través de su actividad

metabólica, o indirectamente a través de la liberación de enzimas en la matriz del queso, después de la autólisis (Pereira et al., 2010).

3.1.1. Bacterias lácticas.

Las bacterias del ácido láctico pueden ser homofermentativas, produciendo lactato a partir de lactosa, y las bacterias heterofermentativas metabolizan la lactosa y producen lactato, acetato, etanol y CO₂, el microorganismo más importante en el proceso de elaboración del queso es el cultivo láctico porque se trata de bacterias ácido lácticas, la mayoría de las cuales pertenecen a los géneros *Lactobacillus spp.*, *Leuconostoc spp.* y *Lactococcus spp.* Pero también podemos encontrar microorganismo patógenos y alterantes que pueden colonizar el queso como ser *Pseudomonas spp.*, Coliformes, *Costridium spp.* *Listeria spp.* *Salmonella* (Sanz, 2021).

3.1.2. Bacterias aeróbicas mesófilas.

Se denomina aerobios porque son microorganismos dependientes de oxígenos y mesófilos porque son afines a temperatura media de (30-37°C), esta determinación refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, además de las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma como fueron manipulados durante su elaboración. Un recuento total de aerobios mesófilos bajo no certifica que un alimento esté libre de patógenos o sus toxinas; tampoco un recuento alto simboliza, ineludiblemente, la existencia de flora patógena (Pascual Anderson, 2000).

Sin embargo (Pascual Anderson, 2000) la presencia de aerobios mesófilos en los alimentos tiene varios significados, como:

- Materia prima excesivamente contaminada.
- Incorrectos métodos de manipulación durante la elaboración de los quesos.
- Por tratarse de microorganismos mesófilos, la posibilidad, de que entre ellos pueda haber patógenos, dado que esta flora suele ser mesófila.
- Altos recuentos suelen ser signo de inmediata alteración del producto. Tasas superiores a 10⁶ - 10⁷ gérmenes por gramo suelen ser ya inicio de descomposición.

3.1.3. Hongos

Los hongos juegan un papel muy importante en los quesos, ya que pueden formar parte del proceso de elaboración de muchos tipos de quesos, en algunos casos, el crecimiento de determinadas especies fúngicas son consideradas como benéficas puesto que aportan características organolépticas y deseables, como ser *Penicillium camemberti*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Epicoccum* y *Sporotrichum*, pero si el crecimiento de estos hongos no es controlable puede producir micotoxinas en ciertas condiciones de crecimiento dando una serie de alteraciones en la producción de olores y sabores (NAVARRO, 2023).

3.1.4. Levaduras.

Los quesos artesanales poseen una gran variedad de especies de levaduras que pueden ser benéficas o perjudiciales para nuestra salud, principalmente estas levaduras son pertenecientes a los géneros *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Clavispora lusitaniae*, *Kluyveromyces lactis* y *Galactomyces geotrichum*, todas estas cepas crecen a un pH de 4,7 a 5,5 y temperaturas entre 15 y 35 °C (Binetti et al., 2013). Las levaduras se encuentran en varios tipos de quesos, muchos preparados comerciales contienen levaduras *G. candidum*, *Candida utilis*, *Debaryomyces hansenii*, *Kluyvero* (NAVARRO, 2023).

Según (Cardozo et al., 2018) las levaduras se pueden encontrar en diferentes variedades, frecuentemente en alto número, ya que son microorganismo que puede contribuir de manera significativa al queso, o por el contrario podría producir alteraciones en ellos.

3.2. Importancia en la microbiota benéfica en la calidad del queso.

Todas las BAL que forman cultivos iniciadores son bacterias Gram-positivas, catalasa negativas, no móviles y no formadoras de esporas, no obstante los cultivos iniciadores se dividen entre mesófilos con una temperatura óptima de crecimiento de aproximadamente 30°C y termófilos, con una temperatura más elevada a 42°C, los cultivos mesófilos están formados por especies acidificantes las cuales emplea lactosa como fuente de carbono, la cual estas bacterias fermentadoras de citrato y como resultado, generan compuestos saborizantes, por otro lado los cultivos termófilos incluyen cepas de la especie *Streptococcus thermophilus* la cual actualmente ha sido utilizada en mejoramiento de texturas (Santamarina-garcía et al., 2020)

3.3. Impacto del proceso de ahumado en la microbiota del queso ahumado.

Los compuestos activos antibacteriales que genera el humo son: ácidos principalmente orgánicos, los cuales bajan el pH y destruyen las paredes celulares de las bacterias, además proporcionan compuestos fenólicos que generan sabor y aroma característicos (Bonilla & Gurdíán, 2011).

3.4. Ahumado.

El ahumado de alimentos es una técnica de conservación más antigua utilizada por el hombre desde que maneja el fuego, observando que las carnes y pescados expuestos al humo perduraban por más tiempo sin descomponerse, agregado a esto mejora en sabor, aroma y textura, con el tiempo esta técnica fue dominada y utilizada en productos lácteos quesos madurados y frescos para alargar su vida anaquel (IRIGOIN, 2017).

El ahumado de alimentos tiene dos objetivos principales; el primero es brindar características únicas de sabor y aroma al alimento, el segundo objetivo de ahumar consiste en preservar el alimento por más tiempo, los compuestos activos antibacterianos en el humo son ácidos principalmente orgánicos, incluyendo acético y propiónico, que bajan pH, destruyendo paredes celulares de bacteria, también compuestos fenólicos, que tradicionalmente están implicados en la formación de sabor y aroma, son bactericidas conocidos (IRIGOIN, 2017).

3.5. Queso ahumado.

Es el queso que ha sido sometido a un proceso de ahumado en un tiempo y temperatura controlable con la intención de conservar y mejorar sus características sensoriales, sabor, aroma y textura, el ahumado es el sabor diferenciado que el consumidor busca en este tipo de queso (Petit & Moreno, 2005).

✓ Fuertemente Ahumado

Se trata de quesos que han estado expuestos al humo durante más de ocho horas o incluso varios días, la textura es muy seca con una superficie muy rígida, color dorado y un sabor y olor a humo muy fuerte.

✓ Ligeramente Ahumado

Se trata de un queso cuya exposición al humo es relativamente corta, de 4 a 6 horas, la textura es algo flexible, el color es amarillento, el sabor y olor a humo es muy tenue o ligero.

3.5.1. Valor nutricional del queso ahumado.

Este queso posee un valor nutricional con un porcentaje de proteínas de 25%, grasas 27%, cenizas 4% y su contenido de agua en un 42,5%, pero estos porcentajes de pueden varían dependiendo el tipo de leche que se utilizara al momento de elaborar el queso, sin embargo, este alimento forma parte del grupo de alimentos de humedad intermedia por lo cual tiene una vida útil en ambientes controlables (Najas, 2020).

3.5.2. Características físicas del queso ahumado.

El ahumado de los quesos se utiliza actualmente para proporcionar características sensoriales de color, olor y textura, la caracterización de elaboración y ahumado de los quesos, ha cobrado gran importancia para garantizar a los consumidores la certeza que están consumiendo productos de calidad determinada.

3.6. Clasificación de los quesos.

Según (Silva, 2018) los quesos se pueden clasificar de diversas formas atendiendo a aspectos como la coagulación, tecnología, corteza, humedad, etc. Concretamente, el Real Decreto 1113/2006 establece los siguientes criterios de clasificación:

- Según el origen de la leche

Existen diversos tipos de leche, las más utilizadas para elaborar quesos son la leche de vaca, oveja, cabra y mezclas de las mismas, los productos elaborados con una mezcla de leches son definidos como queso, pero los quesos elaborados con leche de dos o más especies deberán enumerar sus nombres en orden de proporción descendente. Se puede sustituir por el nombre del “queso mezcla”.

- Según su maduración
 - Queso fresco
 - Queso blando
 - Queso madurado

- Según el contenido de grasa (%) sobre el extracto seco:
 - Extra graso: el que contenga un mínimo de 60%.
 - Graso: el que contenga un mínimo de 45% y un máximo de 60%.
 - Semigraso: el que contenga un mínimo de 25% y un máximo de 45%.
 - Semidesnatado: con un contenido mínimo del 10% y un máximo del 25%.
 - Desnatado: contiene como mínimo un 10% de grasa.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación

La elaboración del queso ahumado fue echo de manera artesanal se llevó a cabo en la planta procesadora de lácteos (Figura 1) ubicada en las instalaciones de la Universidad Nacional de Agricultura localizada en el barrio, El Espino de la ciudad de Catacamas-Olancho, Honduras.



Figura 1:Planta procesadora de lácteos (UNAG).

Los análisis microbiológicos y fisicoquímicos en los laboratorios tecnología de la leche y el laboratorio de bioconversiones en la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Valle del Cauca.



Figura 2:Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

4.2. Materiales, equipo y reactivo.

4.2.1. Materia prima

La leche de vaca que se utilizó fue obtenida de la sección de bovinos de la Universidad Nacional de Agricultura.

4.2.2. Para la elaboración del queso fresco ahumado.

Tabla 1: Materiales, aditivos y equipos utilizados para la elaboración del queso.

Materiales	Aditivos	Equipos
Olla pasteurizadora	Cuajo liquido	Ahumador artesanal
Mesa de molde	Cloruro de sodio (sal)	Termómetro
Molde de plástico		
Agitador		
Cuchillo		
Prensa manual		
Tela de filtrado		
Lira		
Tina de acero		
Leña de roble		

4.2.3. Análisis físico-químicos.

Tabla 2: Materiales, reactivos y equipos para análisis fisicoquímicos.

Materiales	Reactivos	Equipos
Erlenmeyer 100 ml	Fenolftaleína	Horno.
Probeta 500 ml	Hidróxido de sodio 0.1%	pH-metro
Bureta 25 ml	Agua destilada	Colorímetro
Pipeta graduada 10 ml		Balanza analítica
Papel filtro		Aqualab Series 3 TE

Crisoles	Ultra turrax
Pinzas	

4.2.4. Análisis Microbiológicos.

Tabla 3: Materiales, reactivos y equipos utilizados en los análisis microbiológicos.

Materiales	Reactivos	Equipos
Mortero	Agar nutricional Broth para	Autoclave
Cuchillo	aerobias mesófilas	Plancha de agitación y
Frascos de vidrio 1000 ml	Agar PDA para hongos y	calentamiento
Micro pipeta 1000	levaduras	Cámara de flujo laminar
Puntas plásticas azules	Agar MRS para bacterias	Incubadora
Placas petrifilm	lácticas	Balanza de precisión
Tubos de ensayo com tapa	Agua peptona 0.1%	
de 10 ml	Agar - gar	
Algodón		
Toallas		
Mecheros		

4.3. Metodología

El proceso de la investigación se llevó a cabo en tres etapas (**Figura 3**).

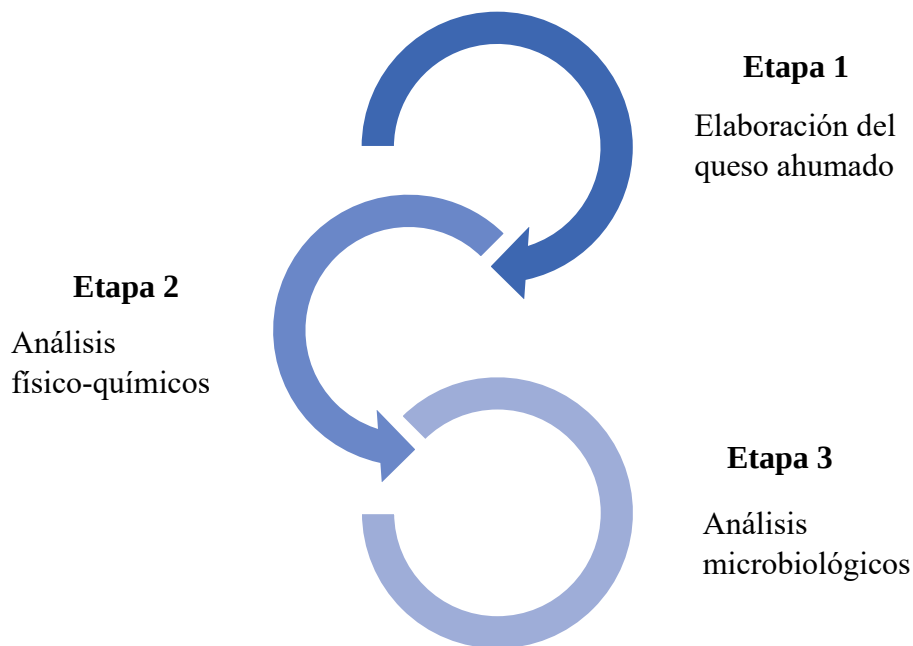


Figura 3: Etapas del proceso de investigación

4.3.1. Etapa 1: Elaboración del queso ahumado

El proceso de elaboración del queso fresco ahumado se llevó a cabo mediante una formula optimizada de una tesis de grado de (WIEMER, 2024).

Para la elaboración del queso fresco, se hizo primero recepción de la materia prima (leche cruda) la cual paso por proceso de filtrado para eliminar cualquier partícula extraña (piedras, pelos, etc), para luego ser pasteurizada a una temperatura de 65°C por 15 minutos, una vez pasteurizada se dejó enfriar hasta alcanzar una temperatura de 45°C para hacer adición de cuajo marca Marshall adicionando 1 ml. por cada 10 litros de leche, y cultivo láctico la cual se utilizó el microorganismo *Lactococcus lactis*, adicionándose 2.5 gramos/100kg de leche dejando reposar durante 45 minutos, una vez paso los 45 minutos la cuajada fue cortada con una lira o cuchillos, en cuadros pequeños para darle un mejor desuerado por lo que se removerá la cuajada cortada durante 3 minutos para hacer una mejor extracción del suero, seguido se dejará reposar por 5 minutos, en esta etapa se debe alcanzar una acidez entre 11 – 12 ° Dornic. Se adicionó por cada 100 litros de leche 2 Kg de sal, luego se agitará para darle una mejor distribución dejándose reposar durante 20 minutos, la cuajada obtenida se colocó en moldes de forma cuadrada o rectangular, los cuales serán invertidos cada 30 minutos (WIEMER, 2024).

Proceso de ahumado.

El proceso de ahumado comenzó con la selección de la leña de roble, ideal para este fin por su dureza, que proporciona un humo suave y calor constante. Luego, el queso fresco fue ahumado a 55°C durante 6 horas, permitiendo que absorbiera los compuestos aromáticos de la madera, los cuales le dieron un sabor característico y mejoraron su conservación (Petit & Moreno, 2005). Al finalizar el ahumado, el queso fue dejado enfriar y, para prolongar su frescura, fue empacado al vacío, evitando el contacto con el oxígeno y preservando así su calidad y sabor único.

4.3.2. Análisis físico-químicos

4.3.2.1. pH.

Para la medición de pH, se utilizó un pH-metro SI ANALYTICS Lab 855 con la (Nmx-V-042-1972, 1972), previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y pH 7 a una temperatura de 28°C. Se preparó una mezcla manualmente, combinando 20 ml de agua destilada con 2 gramos de queso ahumado. La mezcla fue homogenizada con un Ultra-Turrax T25 y luego se realizó la medición electrométrica de la actividad de los iones de hidrógeno presentes en la muestra, sumergiendo el electrodo a una profundidad de 1 cm. La medición se efectuó por triplicado para garantizar la precisión de los resultados.

4.3.2.2. Acidez

Para el análisis de acidez se hizo uso de la (NOM-243-SSA1-2010, 2008). Se pesaron 2 gramos de queso ahumado y se le adiciono 20 ml de agua destilada, luego se utilizó el Ultra Turrax T25 para homogenizar la muestra y reducir el tamaño de partículas y crear una mezcla uniforme, al tener la muestra homogénea se agregó y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio y 3 gotas de fenolftaleína hasta conseguir un color rosado persistente que desaparece lentamente.

$$\%Acidez = \frac{(VL^{eq} - \frac{g}{L} * N * 0.090 * \frac{g}{eq - g})}{M (ml)} * 100$$

Ecuación 1

VL= Volumen de la solución de NaOH gastado.

N= Normalidad de la solución NaOH (0.1N).

M=Volumen de la muestra en ml

0.090= equivalente de ácido láctico.

4.3.2.3. Determinación de contenido de humedad.

Para la medición del contenido de humedad se hizo mediante el método directo (secado de horno Blinder) también conocido como el método gravimétrico (Instituto Nacional de Metrología de Colombia., 2021). Los crisoles de porcelana fueron lavados y secados en el horno a 62°C durante 24 horas, y luego se dejaron enfriar en un desecador. Se pesaron 2 gramos de quesos ahumado y se colocaron en el horno a 62°C durante 12 horas. Transcurriendo ese tiempo, la temperatura se incrementó a 105°C y se mantuvo durante otras 12 horas. Finalmente, la muestra fue enfriada en el desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente, después de lo cual se volvió a pesar y se utilizó la ecuación 2 para calcular el contenido de humedad expresada en base humedad y base seca.

$$\frac{P_i - P_f}{P_i} \quad \text{Ecuación 2}$$

Fórmula para el contenido de humedad a base seca:

$$\frac{P_i - P_f}{P_f} \quad \text{Ecuación 3}$$

Pi= Peso inicial

Pf= Peso final

4.3.2.4. Actividad de agua.

La aw se hizo por triplicado sobre la misma muestra, se utilizó un medidor de agua (Aqualab Series 3 TE). Se pesaron 0.30 gramos de queso ahumado lo cual se colocaron en un pequeño baso de muestra y se introdujo en la cámara del Aqualab, la cámara se cierra herméticamente para asegurar que el equilibrio se establece rápidamente.

Dentro de la cámara, la muestra y el aire alcanzan un equilibrio, el agua se evapora de la muestra hasta que la presión de vapor del agua en el aire se iguala a la presión de vapor del agua sobre la muestra, un sensor óptico detecta la formación de condensación en un espejo enfriado dentro de la cámara. La temperatura a la que se produce la condensación es el punto de rocío, a partir del punto de rocío, el instrumento calcula la humedad relativa del aire en la cámara, que es equivalente a la actividad de agua de la muestra (Saenz, Arevalo, 2017).

4.3.2.5. Determinación de contenido de cenizas

La determinación del contenido de ceniza se hizo mediante (NMX-AA-018-1984, 1984), se utilizó un método seco, la muestra se incinero en un crisol de porcelana se añadieron 2 gramos de muestra la cual se hizo por triplicado, posteriormente con unas pinzas se colocaron los crisoles dentro de la mufla a una temperatura de 550 °C por un periodo de 3 horas para incinerar las muestras, después de haber cumplido el tiempo se dejó enfriar en el desecador una vez enfriada se pesó la muestra incinerada; para calcular el porcentaje de cenizas se utilizó la siguiente formula.

$$\%C = \frac{\text{Peso del crisol con cenizas (g)} - \text{Peso del crisol solo (g)}}{\text{gramos de muestra}} * 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

4.3.2.6. Determinación de materia seca

Se utilizo la técnica del horno Blinder, la materia seca total se obtuvo al evaporar totalmente la humedad aplicando temperaturas de 64-105°C.

En una báscula analítica se pesaron 1.50 gramos de queso ahumado luego se metieron dentro del horno a 62°C por 24 horas al pasar las 24 horas se subió la temperatura a 105°C por 24 horas.

Se dejó que la muestra se enfriara en el desecador que llegara a temperatura ambiente para luego volver a pesar y utilizar la siguiente fórmula para saber el porcentaje de materia seca:

$$\%MS = 100 - \text{Humedad} \quad \text{Ecuación 5}$$

MS= Materia seca

4.3.2.7. Color.

Para el análisis de color del queso ahumado se tomaron 4 gramos de la muestra utilizando un colorímetro CR-400/410, haciendo referencia del software CIE-LAB. Se determinaron los valores L^* , a^* , b^* los cuales describen la coloración en un eje tridimensional. Se midió color en la corteza y en el interior del queso ahumado por duplicado. El valor L^* cuantifica la claridad en una escala de 0-100, el 0 corresponde a negro absoluto (oscuro) y 100 a blanco absoluto (claridad), el valor a^* cuantifica el espectro de coloración de “-a” a verde y “+a” corresponde a rojo y el valor b^* cuantifica de “-b” azul a “+b” amarillo, el colorímetro basa su principio en el funcionamiento de la absorbancia de la luz de un cuerpo relacionado a su concentración, ya que a mayor concentración mayor absorbancia y menor transmisión (Bonilla & Gudián, 2011).

4.3.3. Etapa3: Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico se utilizaron placas petrifilm la cual se esterilizaron con el autoclave Sturdy SA – 252f. Los métodos oficiales son: para bacterias aerobias mesófilas es el AOAC 990.12, hongos y levaduras AOAC Método Oficial 997.02. Se pesaron 10 gramos de la muestra de queso ahumado (por triplicado) para analizar la corteza y el interior. Se registro el peso, y la muestra fue triturada con un mortero. A continuación, se calculó el volumen de diluyente estéril (agua peptona al 0.1%), para preparar una dilución inicial de 1:10.

Para la siembra de bacterias aerobias mesófilas y bacterias lácticas se realizó mediante el método de profundidad. Con una micropipeta, se añadió 1 ml de muestra a la placa petrifilm. Para el recuento de bacterias aerobias mesófilas, se preparó un medio de cultivo con 13g de caldo nutritivo broth y 12g de agar-agar como gelificante por litro de agua destilada. Para el recuento en bacterias lácticas, se utilizó un medio con 52g de agar MRS y 12g de agar-agar como gelificante por litro de agua destilada. El recuento en hongos y levaduras se realizó mediante el método en superficie, empleando un medio de cultivo con 39g de PDA por litro de agua de destilada.

Finalmente, las placas Petrifilm se incubaron (incubadora Mermet) bajo condiciones específicas, las cuales se detallan en la tabla 4 para cada tipo de microorganismo.

Tabla 4: Condiciones de incubación de microorganismo.

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de incubación
Aerobios mesófilos	37 °C	24-48 horas
Bacterias lácticas	37°C	48 horas
Hongos y levaduras	27°C	3-7 días

4.4. Tratamientos.

Tabla 5: Tratamientos

	Temperatura (°C)	Tiempo de ahumado (h)
T1	55	4h
T2	55	5h
T3	55	6h

Nota: Estos son los tratamientos que utilizó (WIEMER, 2024) en su Tesis de pregrado donde el buscaba evaluar la parte de aceptabilidad del queso ahumado, por la cual obtuvo mayor aceptabilidad en el T3 con un 83% y para darle continuidad al tema se trabajará con la fórmula del T3 a la cual se le realizarán análisis físicoquímicos y microbiológicos.

V. RESULTADOS Y DISCUCIONES

5.1. Análisis físico-químicos

Los resultados de los análisis físico-químicos del queso ahumado se presentan en la Tabla 6, donde se detallan la composición química, la actividad de agua, pH, contenido de humedad, acidez, cenizas y materia seca.

Tabla 6: Resultado de análisis físico-químicos

Muestra	Parámetros físico-químicos	Promedio $\pm$ desviación estándar
Queso ahumado	pH	5.6 ± 0.077
	Acidez	0.16 ± 0.9
	AW	0.86 ± 0.0046
	CHBH	35.58 ± 0.95
	CHBS	55.26 ± 2.27
	MS	64.42 ± 0.95
	Cenizas	5.31 ± 0.11

NOTA: AW= Actividad de agua, CHBH= contenido de humedad base humedad; CHBS= Contenido de humedad en base seca, MS= Materia seca.

5.1.1. pH

Los resultados obtenidos del pH del queso ahumado muestran un promedio de 5.6 con una desviación estándar de 0.077. Este valor se encuentra dentro del rango reportado por (Salguero & Arguello, 2016) quienes reportaron un pH de 5.96 y 5.4 en su composición fisicoquímica del queso. Según (Cruz, 2021), el pH del queso está influenciado por la actividad de microorganismo, ya que las proteasas, que son enzimas responsables de la descomposición de las proteínas, actúan de manera óptima en un rango de pH que oscila entre 5.5 y 6.5. Esto indica que el pH del queso ahumado no solo se encuentra en un nivel adecuado que favorece la actividad enzimática necesaria para la calidad del producto.

5.1.2. Acidez

Se evidenció que el porcentaje de acidez del queso ahumado presenta un promedio de 0.16% con una desviación estándar de 0.9. En comparación con los datos obtenidos de (Salguero & Arguello, 2016) con un rango de 0,10% de acidez. La discrepancia en estos promedios puede atribuirse a la actividad de las bacterias lácticas presentes en el fermento, las cuales son responsables del ácido láctico a partir de la lactosa.

5.1.3. Actividad de agua (AW)

Los resultados obtenidos sobre la actividad de agua (aw) del queso ahumado revela un promedio de 0.86 con una desviación estándar de 0.0046. Este nivel de aw es significativo, ya que puede influir en su estabilidad microbiológica y su vida útil. Según (Cruz, 2021), una actividad de agua por debajo de 0.93 generalmente inhibe al crecimiento microbiológico de la mayoría de los microorganismos como ser bacterias patógenas.

Además (Ruiz, 2017) señala que el queso es una matriz tridimensional compuesta por gránulos de cuajada y partículas grasas, la estructura depende en gran medida del contenido de agua, el cual es variable y está influenciado por diversos factores como la coagulación, el desuerado, el prensado y la maduración del queso.

5.1.4. Contenido de humedad

Los resultados obtenidos en relación con el contenido de humedad del queso ahumado presentan variaciones significativas entre las mediciones en base húmeda y en base seca. En base húmeda, el promedio es de 35.58%, mientras que, en base seca, el promedio asciende a 55.26%. Estos hallazgos son fundamentales para comprender la estabilidad y calidad del queso ahumado, dado que el contenido de humedad influye directamente en su textura, sabor y microbiológicamente. Al comparar estos resultados obtenidos con los de (Salguero & Arguello, 2016), observa que su estudio reportó un contenido de humedad en base seca del 53%.

Estos resultados son coherentes con investigaciones previas que indican que el ahumado y el método de secado al horno reducen el peso inicial y el contenido de humedad en los quesos (S. Álvarez, A. Arguello, V. Rodríguez, M. E. Ruiz, N. Castro, 2005).

5.1.5. Materia seca

El contenido promedio de materia seca en el queso analizado es de 64.42%, con una desviación estándar de 0.9516. Este valor está en línea con la literatura, que señala que los sólidos y la humedad se comporta de manera inversa, es decir, a medida que disminuye el contenido de humedad, la concentración de los sólidos aumenta (Guzmán, 2011). Otros estudios han reportado valores más bajos, por ejemplo, (Cruz, 2021) encontró un promedio de 54.18% de materia seca en productos similares. Esta variabilidad podría ser influenciada por diferentes factores, como las condiciones de procesamiento, tipo de queso, o las prácticas de almacenamiento, lo que resalta la importancia de estos parámetros en la determinación de las propiedades fisicoquímicas del queso.

5.1.6. Contenido de ceniza

Se evidenció que el queso ahumado presenta un promedio de 5.31% con una desviación estándar de 0.11. Este valor es notablemente superior al promedio de 1.69% reportado por (Salguero & Arguello, 2016). Según (Concepción et al., 2020), el contenido de minerales en el queso depende en gran medida de la alimentación del ganado y de la raza. Además, factores como el proceso de ahumado, incluyendo el tiempo, la temperatura y el tipo de madera utilizada también influye el contenido de cenizas.

5.1.7. Color

Las medias obtenidas de L*, a*, b en el queso ahumado en la corteza e interior se reportan en la Tabla 7.

Tabla 7: Análisis de color en el interior y corteza del queso ahumado.

Parámetros	Luminosidad (L)*	Coordenadas rojo-verde a*	Coordenadas amarillo-azul b*
------------	---------------------	---------------------------------	------------------------------------

Interior	85.28 ± 0.1131	-3.12 ± 0.0283	26.30 ± 0.1485
Corteza	59.49 ± 5.98	11.1050 ± 3.01	32.475 ± 8.59

Los valores de luminosidad (L^*) en el interior del queso ahumado, según se presenta en la Tabla 7, mostraron un promedio de 85.28 con una desviación estándar de 0.1131. En comparación, (Cruz, 2021) reportó valores de luminosidad de 77.41. La diferencia observada se atribuye principalmente al contenido de humedad, que tiende a hacer que el queso sea más luminoso y menos saturado. (Quirós-Martínez et al., 2022) indican que la L^* del queso está condicionada por el contenido de humedad, lo que explica la correlación positiva entre la luminosidad y la humedad.

En cuanto al parámetro de la coordenada rojo-verde (a^*), el interior del queso presentó un promedio de -3.12 con una desviación estándar de 0.0283, mientras que los parámetros de amarillo-azul (b^*) mostraron un promedio de 26.30 con una desviación estándar de 0.1485. Otros estudios, como el de (Cruz, 2021) reportaron valores de 0.30 para la coordenada (a^*) y 24.15 para la coordenada (b^*) en el interior del queso. La inclinación hacia el color amarillo en estos valores se debe principalmente a la presencia de vitamina A y β -carotenos en la leche bovina. Estos carotenoides se transfieren al tejido adiposo y a la leche, lo que resulta en un color amarillo en los productos elaborados, como el queso. Además, esta coloración está relacionada con otros pigmentos, como la luteína: a mayor concentración de este pigmento, mayor será la intensidad del color amarillo en la leche y las grasas (Quirós-Martínez et al., 2022). El aumento en los valores de b^* se relaciona con las reacciones bioquímicas que ocurren en el queso, principalmente la proteólisis y las reacciones de pardeamiento (Medina et al., 2013)

En cuanto a los valores de luminosidad (L^*) en la corteza, se observó un promedio de 59.49 con una desviación estándar de 5.98. En comparación, otros estudios reportaron una luminosidad de 55.90. Esta diferencia, como se mencionó anteriormente, se debe al contenido de humedad presente en el queso.

El parámetro de la coordenada rojo-verde (a^*) en la corteza del queso ahumado presentó un promedio de 11.1050 con una desviación estándar de 3.01, mientras que los parámetros amarillo-azul (b^*) mostraron un promedio de 32.473 con una desviación estándar de 8.59. Según los datos de (Cruz, 2021), en las coordenadas rojo-verde se obtuvo un promedio de 9.74 y en las coordenadas amarillo-azul, un promedio de 38.41. La luminosidad en la

corteza se comportó de manera diferente en comparación con el interior del queso; esta se incrementó a medida que aumentó el tiempo de maduración. Además, los compuestos generados por la descomposición térmica de la madera, como la celulosa, producen grupos carboxílicos que alteran el color de los quesos. Otros factores que pueden influir en la luminosidad (L^*), así como en la intensidad del color rojo (a^*) y amarillo (b^*), están relacionados con la temperatura y el tiempo de maduración (Antonio Borjas Guifarro Julio Oscar Colorado Panameño Zamorano, 2010)

5.2. Análisis microbiológicos

En la Tabla 8 se presentan los resultados microbiológicos sobre aerobios mesófilos, bacterias lácticas, hongos y levaduras que se obtuvieron de la corteza y el interior del queso ahumado.

Tabla 8: Resultados de análisis microbiológicos al queso ahumado

Muestra	Microorganismo (log ufc/g)		Recuento ufc/g
Queso ahumado	Aerobios mesófilos	Corteza	38×10^2 UFC/g
		Interior	5×10^2 UFC/g
	Bacterias lácticas	Corteza	1×10^1 UFC/g
		Interior	34×10^1 UFC/g
	Hongos y levaduras	Corteza	< 10 UFC/g
		Interior	<10 UFC/g

Los resultados del análisis microbiológico del queso ahumado se presentan en la Tabla 7, donde los valores están expresados en log UFC/g. El recuento total de aerobios mesófilos en la corteza fue de 38×10^2 UFC/g, mientras que en el interior se registró un valor de 5×10^2 UFC/g. En cuanto a las bacterias lácticas, el recuento en la corteza fue de 1×10^1 UFC/g y en el interior alcanzo 34×10^1 UFC/g. En contraste, no se detectó la presencia de hongos y levaduras ni en la corteza e interior del queso ahumado.

Al comparar estos resultados con otro estudio realizado por (Vásquez et al., 2012), se observó que encontraron valor de 302×10^5 y 28×10^5 , que supera los límites establecidos por la norma COVNIN 333897. Estos hallazgos indicando posibles malas prácticas de manufactura representando un riesgo para la salud del consumidor

El proceso de ahumado revela haber inhibió el crecimiento de hongos y levaduras en el interior y corteza del queso ahumado, mientras que el crecimiento de bacterias aerobias mesófilas y lácticas se encontraron en concentraciones bajas. Según (IRIGOIN, 2017), el ahumado reduce la carga microbiana, ya que el humo tiene propiedades antioxidantes y antimicrobianas que inhiben el crecimiento microbiano, además, las altas temperaturas al que se expone el queso durante el proceso también contribuyen a la inhibición de microorganismos.

VI. CONCLUSIONES

La caracterización del queso ahumado reveló una microbiota dominada por bacterias lácticas y aerobias mesófilas con la ausencia de hongos y levaduras, estos resultados resaltan que el proceso de ahumado ejerce un efecto significativo sobre el crecimiento de estos microorganismos, posiblemente debido a los compuestos fenólicos y otros agentes antimicrobianos presentes en el humo.

Se logró elaborar exitosamente el queso ahumado utilizando la fórmula optimizada a escala de laboratorio, el proceso incluyendo etapas de pasteurización, cuajo, desuerado, salado, moldeado y ahumado.

El análisis microbiológico del queso ahumado reveló una distribución heterogénea de microorganismos, con presencia de bacterias aerobias y lácticas tanto en la corteza como en el interior. Sin embargo, se identificó la ausencia de hongo y levaduras en ambas matrices. Estos resultados sugieren que el proceso de ahumado ejerce un efecto inhibitorio selectivo, favoreciendo el crecimiento de bacterias y suprimiendo el desarrollo de hongos y levaduras.

Se realizaron diversos análisis físico-químicos del queso ahumado, obteniendo resultados específicos para parámetros como pH, acidez, actividad de agua, contenido de humedad en base humedad, materia seca y contenido de cenizas. Estos análisis proporcionaron una caracterización detallada del producto final, indicando que el queso ahumado tiene propiedades físico-químicas que contribuyen a su estabilidad microbiológicas. Los resultados son congruentes con estudios previos sobre quesos ahumados artesanales, aunque con algunas variaciones que pueden atribuirse a factores como el método de elaboración, tipo de leche utilizada y las condiciones del proceso ahumado.

VII. RECOMENDACIONES

Implementar análisis moleculares avanzados que faciliten la identificación precisa de las especies de bacterias lácticas y aerobias mesófilas presentes en el queso ahumado. Este enfoque no solo mejorará nuestra comprensión de la microbiota del queso, sino que también contribuirá a optimizar su calidad y seguridad.

Evaluar como las diversas técnicas de ahumado, ya sea en frío o caliente, impactan la microbiota y las propiedades físico-químicas del queso ahumado

Investigar y desarrollar métodos rápidos y eficientes para la detección de microorganismos patógenos en el queso ahumado, lo que permitiría a los productores implementar controles de calidad más rigurosos y efectivos, asegurando la inocuidad del producto y fortaleciendo la confianza del consumidor en la industria láctea.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Antonio Borjas Guifarro Julio Oscar Colorado Panameño Zamorano, F. (2010). *Efecto del tiempo de ahumado y temperatura en las características físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano*.
- Aurelio, R. (2009). *Tecnología de la leche* / (5a ed.). Zamorano Academic Press ;
- Binetti, A., Carrasco, M., Reinheimer, J., & Suárez, V. (2013). Yeasts from autochthonal cheese starters: technological and functional properties. *Journal of Applied Microbiology*, 115(2), 434–444. <https://doi.org/10.1111/jam.12228>
- Bonilla, C., & Gurdián, C. (2011). *Evaluación de dos temperaturas de ahumado y empaque en atmósferas modificadas en las propiedades físico-químicas y sensoriales del queso Cheddar*. 27. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/883>
- Cardozo, M. C., Fusco, Á. J. V., & Carrasco, M. S. (2018). Yeast microbiota in artisanal cheeses from Corrientes, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(2), 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.06.006>
- Concepción, N., Salvador, E., Producers, A., Salvador, E., & Ortiz, T. De. (2020). *Evaluación del proceso de elaboración de queso fresco con dos tipos de leche y su incidencia en parámetros productivos y calidad en la Asociación de Productores Agropecuarios de its incidence on production parameters and quality in the Association of*.
- Cruz, S. Y. C. (2021). *Universidad del mar* (Vol. 169).
- Guzmán, I. K. L. (2011). Propiedades físico-químicas, texturales y sensoriales del queso elaborado en el municipio de Vega de Alatorre, Ver., y su relación con algunas características del queso de La Joya, Ver. *Universidad Veracruzana*, 1–60. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46427/QuirozCortesMCarmen.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Instituto Nacional de Metrología de Colombia. (2021). *Guía-Determinación-Contenido-De-Humedad* (Issue 1).
- IRIGOIN, J. C. S. (2017). *EFFECTOS TOXICOLÓGICOS DEL HUMO EN AHUMADO DE QUESO PROVOLONE. 1*, 85.
- Irlinger, F., & Mounier, J. (2009). Microbial interactions in cheese: implications for cheese quality and safety. *Current Opinion in Biotechnology*, 20(2), 142–148. <https://doi.org/10.1016/J.COPBIO.2009.02.016>
- Martin, J. G. P., & Cotter, P. D. (2023). Filamentous fungi in artisanal cheeses: A problem to be avoided or a market opportunity? *Heliyon*, 9(4), e15110. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2023.E15110>
- Medina, Z., Igual, M., Contreras, C., & Camacho, M. M. (2013). Caracterización de quesos fresco y curado fabricados a partir de leche de cabras alimentadas con diferentes dietas. *Universitat Politècnica de Valencia.*, 1–22. <http://hdl.handle.net/10251/33813>.
- Najas, Y. (2020). *Efecto Del Tiempo De Ahumado En El Queso Mozzarella*. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NAJAS_ARRIAGA_YARISSA_JULEX.pdf
- NAVARRO, P. M. R. (2023). *Univerdad Politécnica De Madrid Escuela Universitaria De Ingeniería Técnico Agrícola Trabajo Fin De Grado Estudio De La Degradación De Un Medio Análogo De Queso Por Diferentes Especies Fúngicas Bajo La Influencia De Distintas Condiciones Ambientales*. https://oa.upm.es/73823/1/TFG_PABLO_MIGUEL_RUIZ_NAVARRO.pdf
- NMX-AA-018-1984. (1984). *FOMENTO INDUSTRIAL NORMA MEXICANA NMX-AA-018-1984 SOLID RESIDUES-ASHES DETERMINATION*.
- Nmx-V-042-1972. (1972). *Fometo Industrial Norma Mexicana Nmx-V-042-1972 Metodo De Prueba Para La Determinacion De Acidez Total En Pulque Total Acidity Determination - in Pulque Test Method*.
- NOM-243-SSA1-2010. (2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios*. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>
- Pascual Anderson, M. del R. P. (2000). *Microbiología Alimentaria*. 463.

- Pereira, C. I., Graça, J. A., Ogando, N. S., Gomes, A. M. P., & Xavier Malcata, F. (2010). Influence of bacterial dynamics upon the final characteristics of model Portuguese traditional cheeses. *Food Microbiology*, 27(3), 339–346. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2009.10.012>
- Petit, H. H. J., & Moreno, S. R. J. (2005). Elaboración de queso ahumado. *MINISTERIO PARA LA ECONOMIA POPULAR, VENEZUELA*.
- Quirós-Martínez, M. C., Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Alfaro-Álvarez, I. (2022). Physicochemical and sensory characteristics of goat and bovine milk chocolates. *Agronomia Mesoamericana*, 34(1). <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.49092>
- Ruiz, M. A. de la H. (2017). *Caracterización Físico-Química Y sensorial de los quesos artesanos andaluces*. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/15085/2017000001699.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- S. Álvarez, A. Arguello, V. Rodríguez, M. E. Ruiz, N. Castro, M. F. (2005). *UTILIZACIÓN DE DIFERENTES MATERIALES PARA AHUMAR COMO ELEMENTO*. 335–337.
- Saenz, Arevalo, S. T. (2017). *Agua En Los Alimentos*. [http://www.qo.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/12-8 EL AGUA EN LOS ALIMENTOS.pdf](http://www.qo.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/12-8%20EL%20AGUA%20EN%20LOS%20ALIMENTOS.pdf)
- Salguero, C. C. E., & Arguello, P. (2016). Efecto del ahumado sobre la vida útil y la calidad sensorial del queso fresco. *Facultad de Ciencias, Bachelor*, 97. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5717>
- Santamarina-garcía, G., Fresno, J. M., Virto, M., Amores, G., & Aranceta, J. (2020). *La microbiota del queso y su importancia funcional Introducción*. 26(4).
- Sanz, M. (2021). *Todos los microorganismos que se encuentran en el queso son beneficiosos*. BETELGEUX CHRISTEYNS FOOD HYGIENE. <https://www.betelgeux.es/blog/2021/06/04/todos-los-microorganismos-que-se-encuentran-en-el-queso-son-beneficiosos/>

- Silva, L. (2018). *Quesos De Pasta Blanda En Extremadura. 1*, 78.
[http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3976/1/Industrialización de la leche para obtener lácteos de especialidad.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3976/1/Industrialización%20de%20la%20leche%20para%20obtener%20lácteos%20de%20especialidad.pdf)
- Vásquez, N., Duran, L., Sánchez, C., & Acevedo, I. (2012). Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores, estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 30(3), 217–223.
- WIEMER, C. C. J. (2024). *EFEECTO DEL TIEMPO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICA Y SENSORIALES DEL QUESO AHUMADO*.

ANEXOS



Figura 1: Ahumado del queso



Figura 2: Después de 48 horas en el horno



Figura 3: Titulación al queso ahumado.





Figura 5: Maceración del queso ahumado.



Figura 6: Muestra en horno mufla



Figura 7: maceración de la muestra con agua peptona



Figura 8: Medición de actividad de agua en Aqualab



Figura 9: Incubación de bacterias