



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

**“EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICO ORGANOLÉPTICA DEL QUESO
GOUDA PIGMENTADO CON DIFERENTES NIVELES DE ACHIOTE
(*Biza Orellana*), DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA:

MADÉLINE NAYELI CONDO ARÉVALO

Macas – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

**“EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICO ORGANOLÉPTICA DEL QUESO
GOUDA PIGMENTADO CON DIFERENTES NIVELES DE ACHIOTE
(*Biza Orellana*), DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: MADELINE NAYELI CONDO ARÉVALO

DIRECTOR: ING. JAVIER IGNACIO BRIONES GARCÍA M.Sc

Macas – Ecuador

2024

© 2024, Madeline Nayeli Condo Arévalo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, Madeline Nayeli Condo Arévalo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 03 de junio de 2024



Madeline Nayeli Condo Arévalo

1400760904

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación “**EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICO ORGANOLEPTICA DEL QUESO GOUDA PIGMENTADO CON DIFERENTES NIVELES DE ACHIOTE (*Biza Orellana*)**”, DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN”, realizado por la señorita: **MADÉLINE NAYELI CONDO ARÉVALO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. María Fernanda Baquero Tapia PRESIDENTA DEL TRIBUNAL		2024-06-03
Ing. Javier Ignacio Briones García DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03
Ing. Diana Nereida Villa Uvidia ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico en primer lugar a Dios, porque Él fue mi motivación e inspiración para lograr este objetivo. A mis padres por su apoyo incondicional y amor infinito a lo largo de mi carrera académica; su sacrificio, aliento y constante motivación han hecho que hoy sea posible este logro. A mis amigos, por su apoyo y amistad durante los momentos de descanso. A mis profesores y mentores que a lo largo de la carrera me han ayudado a crecer como profesional y como persona. Gracias a todos los que de una forma u otra contribuyeron a este logro.

Madeline

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, Isabel Arévalo y Carlos Condo, por sus palabras de aliento y cada gesto de apoyo y sacrificio durante la realización de esta investigación siendo un recordatorio constante de que no estoy sola en este camino enseñándome la perseverancia y el verdadero valor del esfuerzo y dedicación. Agradezco a Carlos por su amistad inquebrantable y por estar siempre dispuesto a escucharme y ayudarme cuando lo necesitaba, por dedicar su tiempo a revisar mi trabajo y ofrecerme sugerencias constructivas. Gracias por ser parte de este logro y celebrar cada paso conmigo a lo largo de esta carrera. Además, quiero agradecer al Ing. Javier Briones y a la Ing. Diana Villa, por su orientación, apoyo y dedicación durante todo el proceso de investigación. Gracias por su paciencia, motivación y generosidad al compartir su tiempo y conocimiento conmigo; este logro no hubiera sido posible sin su ayuda.

Con todo mi amor y gratitud.

Madeline

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. Problema de investigación	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Limitaciones y delimitaciones	3
1.2.1. <i>Limitaciones</i>	3
1.2.2. <i>Delimitaciones</i>	3
1.3. Problema General.....	3
1.3.1. <i>Problemas específicos</i>	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.5. Justificación	4
1.5.1. <i>Justificación teórica</i>	4
1.5.2. <i>Justificación metodológica</i>	5
1.5.3. <i>Justificación practica</i>	5
1.6. Hipótesis	6
1.6.1. <i>Hipótesis Alternativa</i>	6
1.6.2. <i>Hipótesis Nula</i>	6

CAPÍTULO II

2.	ANTECEDENTES HISTORICOS	7
2.1.	Revisión literaria	8
2.1.1.	<i>Leche cruda de vaca</i>	8
2.1.2.	<i>Propiedades fisicoquímicas de la leche</i>	8
2.2.	Quesos	9
2.2.1.	<i>Producción quesera en el Ecuador</i>	10
2.2.2.	<i>Queso Gouda</i>	10
2.2.3.	<i>Características Sensoriales</i>	11
2.2.4.	<i>Características Fisicoquímicas</i>	11
2.2.5.	<i>Cambios bioquímicos en la maduración de los quesos.</i>	12
2.3.	Cuajo	12
2.3.1.	<i>Tipos de cultivos mesófilos</i>	12
2.3.2.	<i>Maduración con bacterias ácido lácticas</i>	13
2.4.	Achiote (<i>Bixa Orellana</i>)	13
2.4.1.	<i>Origen</i>	13
2.4.2.	<i>Características generales del achiote</i>	14
2.4.3.	<i>Composición química del achiote</i>	15
2.4.4.	<i>Rendimiento</i>	15
2.4.5.	<i>Los carotenoides</i>	15
2.4.6.	<i>Carotenoides presentes en <i>Bixa orellana</i> (achiote)</i>	16
2.5.	Uso del producto	16
2.6.	Métodos de extracción del colorante natural de achiote	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	18
3.1.	Enfoque de la investigación	18
3.2.	Nivel de la investigación.	18
3.3.	Tipo de estudio	18
3.4.	Diseño de la investigación	18
3.5.	Localización duración del experimento	19

3.6.	Población y Muestra.....	19
3.7.	Materiales	20
3.7.1.	<i>Materiales de campo</i>	20
3.7.2.	<i>Aditivos</i>	20
3.8.	Tratamientos y diseño experimental	20
3.8.1.	<i>Esquema Experimental</i>	21
3.9.	Valoración físico química y microbiológica de la materia prima (leche).....	21
3.10.	Valoración físico química, organoléptica y microbiológica del queso Gouda	22
3.10.1.	<i>Valoración Microbiológica</i>	23
3.10.2.	<i>Valoración organoléptica</i>	24
3.11.	Procedimiento experimental.	25
3.11.1.	Proceso de obtención del extracto de achiote.....	25
3.11.2.	Proceso de obtención del queso gouda	26

CAPITULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.	Extracción del pigmento del achiote	28
4.1.1.	<i>Determinación de concentración de pigmento a partir del extracto de Bixa Orellana</i>	29
4.2.	Análisis de la calidad de la leche.	31
4.2.1.	<i>Análisis Físicoquímico de la leche cruda.</i>	31
4.2.2.	<i>Análisis microbiológico</i>	33
4.3.	Obtención del queso holandés Gouda del queso.....	36
4.3.1.	<i>Análisis físicoquímicos y microbiológicos del queso gouda.</i>	37
4.3.2.	<i>Análisis microbiológico del queso gouda.</i>	43
4.3.3.	<i>Evaluación de las características organolépticas el queso gouda elaborado con diferentes niveles de pigmento.</i>	44
4.4.	Prueba de hipótesis.....	47
4.4.1.	<i>Evaluación de las características físicoquímicas del queso gouda elaborado con diferentes niveles de pigmento y tiempo de maduración</i>	47
4.5.	Evolución físicoquímica del queso gouda.	49
4.5.1.	<i>Evolución del porcentaje de grasa</i>	49
4.5.2.	<i>Evolución de porcentaje de proteína</i>	50
4.5.3.	<i>Evolución del porcentaje de Humedad</i>	51

CAPITULO V	52
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. Conclusiones	52
5.2. Recomendaciones	53

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Propiedades fisicoquímicas de la leche cruda	9
Tabla 1-2: Composición fisicoquímica del queso Gouda	11
Tabla 1-3: Clasificación botánica del achiote	14
Tabla 1-4: Composición química del achiote	15
Tabla 2-1: Esquema Experimental	21
Tabla 2-2: Requisitos de la leche cruda.....	22
Tabla 2-3: Requisitos microbiológicos de la leche cruda	22
Tabla 2-4: Requisitos del queso gouda.....	22
Tabla 2-5: Requisitos microbiológicos del queso gouda	23
Tabla 2-6: Niveles de tolerancia de microorganismos en quesos	24
Tabla 3-1: Rango de gotas por litro de agua.....	30
Tabla 3-2: Análisis microbiológico de la leche	34
Tabla 3-3: Medias estadísticas de las características fisicoquímicas según la interacción AB	37
Tabla 3-4: Escala numérica de evaluación sensorial del queso	44
Tabla 3-5: Resultados de las encuestas del análisis organoléptico	45
Tabla 3-6: Parámetros fisicoquímicos en el queso Gouda	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Semillas de Achiote dentro de su cápsula.....	14
Ilustración 3-1: Ubicación del lugar del experimento	19
Ilustración 4-1: Diagrama de flujo para la obtención de extractos de achiote	28
Ilustración 4-2: Curva de concentración vs absorbancia del pigmento natural y comercial	29
Ilustración 4-3: Rango de colorante de achiote en soluciones de leche.....	30
Ilustración 4-4: Análisis fisicoquímico de leche.	31
Ilustración 4-5: Análisis microbiológico de la leche.....	34
Ilustración 4-6: Diagrama de flujo para la elaboración del queso Gouda	36
Ilustración 4-7: Porcentaje promedio de humedad de los distintos tratamientos.....	38
Ilustración 4-8: Contenido medio de cenizas de acuerdo a los tratamientos	39
Ilustración 4-9: Porcentaje de grasa según el tiempo de maduración y niveles de pigmentación....	40
Ilustración 4-10: Porcentaje de proteína según el tiempo de maduración y niveles de pigmentación.	41
Ilustración 4-11: Ph según los niveles de pigmentación y tiempo de maduración	42
Ilustración 4-12: Análisis microbiológico del queso gouda.....	43
Ilustración 4-13: Evaluación de las características fisicoquímicas del queso gouda elaborado con diferentes niveles de pigmento.....	48
Ilustración 4-14: Comportamiento de las propiedades fisicoquímicas del queso gouda según su tiempo de maduración.	48
Ilustración 4-15: Evolución del queso gouda según su porcentaje de grasa.....	50
Ilustración 4-16: Comportamiento de la proteína según el tiempo de maduración	51
Ilustración 4-17: Evolución del queso gouda según su porcentaje de humedad.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Selección y lavado de las semillas de achiote
- ANEXO B:** Desencapsulado de la semilla y pesaje
- ANEXO C:** Pesaje de la semilla seca y adición de la solución
- ANEXO D:** Maceración y filtrado de la semilla
- ANEXO E:** Secado y obtención del pigmento
- ANEXO F:** Determinación de concentración de pigmento en muestras de leche
- ANEXO G :** Análisis fisicoquímico de la leche
- ANEXO H:** Siembra de muestras de leche en cajas con agar macconkey y EMB
- ANEXO I:** Formación y Conteo de colonias
- ANEXO J:** Pasteurización de la materia prima
- ANEXO K:** Colocación del pigmento y cuajo
- ANEXO L:** Corte de cuajada y filtrado
- ANEXO M:** Prensado de la cuajada
- ANEXO N:** Pesaje de queso y salmuerado
- ANEXO O:** Análisis fisicoquímico del queso
- ANEXO P:** Cultivo y conteo de colonias
- ANEXO Q:** Contenido de Humedad mediante separación de medias
- ANEXO R:** Contenido de cenizas
- ANEXO S:** Contenido de cenizas
- ANEXO T:** Contenido de proteínas

RESUMEN

El Gouda es uno de los quesos más populares y antiguos del mundo; debido a su amplia gama de sabores, texturas y versatilidad; por otra parte, el uso de pigmentos naturales en los alimentos representa una práctica alineada con las tendencias actuales hacia una alimentación saludable y sostenible impulsando la investigación y desarrollo en esta área. El objetivo de la presente investigación fue evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas del queso gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote (*Bixa Orellana*), durante el proceso de maduración. La elaboración del queso Gouda se realizó mediante la metodología de (Sánchez 2019, pág. 19-20), utilizando una población de 180 litros de leche divididos en 36 unidades experimentales con tres niveles (120 CU, 145 CU, 185 CU/lit) de pigmento de achiote, valorando su comportamiento (niveles de pigmento y tiempo de maduración) según sus características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas, se obtuvo valores promedios de humedad (44.74%), proteína (29,70%), cenizas 3.01% y grasa 27.47%; en cuanto al análisis microbiológico se aprecia una ausencia total de coliformes fecales, escherichia coli y aerobios totales debido a la capacidad que tiene el achiote para inhibir el crecimiento bacteriano; por otra parte el tiempo de maduración adecuado es de 60 días ya que la evaluación sensorial reportó calificaciones mayores de color (4.8 puntos), sabor (4.5 puntos), olor (4.6 puntos), textura (4.6 puntos). De esta manera se concluye que los niveles de pigmento no influyen en la composición física y química del queso, ya que a medida que pasa el tiempo se evidencia mejoras en sus características; obtenido que el queso de 180 CU/ litro de leche a 60 días de maduración fue el mejor tratamiento, generando de esta manera un nuevo producto propio de la región teniendo un impacto significativo en la economía de la región amazónica.

Palabras clave: <ACHIOTE (*Bixa Orellana*)>, <QUESO GOUDA>, <ANÁLISIS FISICOQUÍMICO>, <MICROBIOLÓGICO>, <EVOLUCIÓN DEL QUESO GOUDA>.

1038-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

Gouda is one of the most popular and oldest cheeses in the world; due to its wide range of flavors, textures and versatility; on the other hand, the use of natural pigments in food represents a practice aligned with current trends towards healthy and sustainable food, promoting research and development in this area. The aim of this research was to evaluate the physicochemical and organoleptic characteristics of Gouda cheese pigmented with different levels of annatto (*Bixa Orellana*) during the ripening process. The production of Gouda cheese was carried out using the methodology of (Sanchez 2019, p. 19-20), using a population of 180 liters of milk divided into 36 experimental units with three levels (120 CU, 145 CU, 185 CU/lit) of annatto pigment, assessing its behavior (pigment levels and ripening time) according to its physicochemical, microbiological and organoleptic characteristics, average values of moisture (44.74%), protein (29.70%), ash 3.01% and fat 27.47%; the microbiological analysis showed a total absence of fecal coliforms, *Escherichia coli* and total aerobes due to the capacity of annatto to inhibit bacterial growth; on the other hand, the appropriate maturation time is 60 days, since the sensory evaluation reported higher scores for color (4.8 points), taste (4.8 points), flavor (4.8 points) and flavor (4.8 points). 8 points), flavor (4.5 points), odor (4.6 points), texture (4.6 points). Thus, it is concluded that the levels of pigment do not influence the physical and chemical composition of the cheese, since as time goes by, improvements in its characteristics are evidenced; obtained that the cheese of 180 CU/liter of milk at 60 days of maturation was the best treatment, thus generating a new product of the region, having a significant impact on the economy of the Amazon region.

Key words: <ACHIOTE (*Bixa Orellana*)>, <GOUDA CHEESE>, <PHYCHEMICAL ANALYSIS>, <MICROBIOLOGICAL>, <EVOLUTION OF GOUDA CHEESE>.



Silvia Elizabeth Cárdenas Sánchez

C.I. 0603927351

INTRODUCCIÓN

El queso se elabora a partir de leche de diversos mamíferos desde tiempos prehistóricos, formando parte “importante de la dieta de casi todos los hogares debido a su alto nivel nutritivo, natural y fácil de producir en cualquier entorno” (Nolivos, 2011, p. 13). Entre todos los productos lácteos, el queso tiene un sabor agradable y diverso, siendo apreciado por todas las culturas. Hoy en día, es uno de los productos lácteos más consumidos a nivel mundial, debido a la gran variedad de presentaciones que posee el mismo. (Bustamante, 2012, p. 1)

La elaboración del queso gouda combina tecnología con las tradiciones ancestrales, se ha convertido en una delicia apreciada por todo el mundo debido a la cuidadosa selección de ingredientes que hace que sea único debido a su textura, sabor suave y delicado, deleitando a los que lo consumen.

El queso holandés Gouda es el resultado de la combinación de ácidos, enzimas y de la coagulación mixta de la leche cruda o pasteurizada y que posterior se somete a una maduración final. Además, Es un alimento de gran valor nutritivo, no sólo por el elevado contenido en proteína y grasa, sino también por ser una fuente importante de elementos minerales, principalmente calcio y fósforo. Las distintas variedades de queso son el resultado de la composición de la leche utilizada, sustancias añadidas (fermentos lácticos), el conjunto de procesos físicos y mecánicos que inciden en la elaboración y los factores microbiológicos y bioquímicos del período de maduración. (Velasco, 2012, p. 1)

Por otra parte, el uso de colorantes se ha extendido en la industria alimentaria como es el caso del achiote que es un pigmento natural alternativo a los artificiales debido a sus propiedades antioxidantes, mejorando significativamente la calidad y la variedad resultando estos inocuos, que a diferencia de los colorantes no presenta daños en la salud humana, pueden ayudar a mejorar la apariencia del producto como es el caso de las antocianinas y los carotenoides. La adición del achiote en la elaboración de quesos, se utiliza para mejorar las propiedades de la leche una vez que esta haya sido procesada, ya que contribuye al sabor y a dar una mejor apariencia al queso, además de prevenir invasiones bacterianas no deseables.

En la presente investigación se evaluará las propiedades físico-químico organoléptica del queso gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote (*bixa orellana*), durante el proceso de maduración

CAPITULO I

1. Problema de investigación

1.1. Planteamiento del problema

La leche es una importante fuente de ingresos ya que genera valor desde la producción hasta el consumo. Este alimento se considera de alta calidad e ideal para la nutrición humana. (Félix, 2017, p. 14)

Ecuador es un país con una gran capacidad de producción láctea, sin embargo, a pesar de tener una gran capacidad de producción, cabe señalar que la industria aún se apega a modelos tradicionales y responde negativamente al cambio, razón por la cual no se realizaron estudios de consumo y demanda, lo que resulta en una débil penetración de nuevos productos en el mercado. (Quinapanta y López, 2018, p. 2)

Un censo agrícola realizado en 2000 encontró que Tungurahua producía 264.451 litros de leche por día, de los cuales el 85,33% se vendía en forma líquida y sólo el 3,86% se procesaba. A pesar de la gran producción láctea, la industria se ha visto afectada debido a la caída de los precios de la leche, la excesiva participación de los intermediarios y las malas estrategias de comercialización, lo que ha provocado pérdidas en la industria. (H. Gobierno Provincial de Tungurahua, 2013; citado en Quinapanta y López., 2018, p. 3)

El queso madurado es cada vez más demandado en el mercado por sus propiedades organolépticas, impulsando el crecimiento de la industria alimentaria, que además de crear una fuente de empleo, busca ofrecer variedad de opciones y enriquecer la experiencia culinaria de los consumidores. Por otro lado, la tendencia actual de emplear pigmentos naturales para obtener productos que sean idóneos visualmente, más apetecibles y reemplazar las pérdidas de color sufridos durante el proceso de elaboración, incentiva a la búsqueda de nuevos y mejores aditivos alimentarios que no incidan en el deterioro de la salud de los consumidores. (Imbarex, 2017; citado en Sánchez 2019, p. 1)

Debido a la importancia que tiene la industria láctea, con este proyecto se busca desarrollar nuevas alternativas de productos lácteos como es la elaboración del queso holandés gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote, el cual es un aditivo natural libre de químicos que no inciden en la salud de los consumidores, de esta manera se constituye una fuente de ingreso para los productores minoritarios o nuevas empresas del país, además de velar por la salud de los consumidores.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

1.2.1. Limitaciones

Las limitaciones que presentó el siguiente proyecto es la calidad de la leche, así como su composición química, sus características físico-químicas y microbiológicas; factores que pueden afectar la seguridad alimentaria, calidad nutricional y organoléptica. Por otra parte, la extracción de los pigmentos naturales a diferencia de los colorantes artificiales presentó una sensibilidad a la luz, color y acidez, dificultando la intensidad de color debido a que la concentración del pigmento natural es más baja complicando los colores intensos en los alimentos.

Así mismo el queso gouda al ser un producto lácteo, es susceptible a la contaminación bacteriana y al deterioro del mismo debido a la temperatura y humedad al que se conserva.

1.2.2. Delimitaciones

La presente investigación se basó en la evaluación de las características físicoquímicas y organolépticas del queso gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote (*Bixa Orellana*), durante el proceso de maduración en períodos 30,60 y 45 días, para lo cual se fundamentó en las normas NTE INEN 9:2012 para el proceso de análisis de leche y en la norma INEN NTE 78:2012, INEN NTE 2604:2012 para los análisis del queso Gouda.

Por otro lado, para la extracción del pigmento de achiote se realizó mediante la metodología de (Sánchez, 2019, p. 19); metodología que fue modificada el tiempo de secado de la semilla a una temperatura de 45 °C; y en la cantidad de extracciones de pigmento las cuales fueron 3 lavados de 50 ml de alcohol al 80%, una vez obtenido los lavados se filtró y se llevó a la estufa para secar durante 4 días a una temperatura de 40 °C, obteniendo de esta manera el pigmento.

1.3. Problema General

¿Existe diferencia significativa en la composición físico química y organoléptica del queso gouda durante el proceso de maduración a partir de diferentes niveles de pigmentación?

1.3.1. Problemas específicos

- ¿Al determinar el nivel adecuado de pigmento de achiote (*Bixa Orellana*) en la elaboración del queso holandés Gouda, se obtendrá una coloración adecuada para la acogida de los consumidores?
- ¿Con la evaluación de parámetros según la norma INEN NTE 78:2012. Queso Gouda, nos dará el informe sobre la calidad del queso con la utilización de pigmento de achiote (*Bixa Orellana*)?
- ¿Al establecer los niveles de pigmentación en la elaboración del queso holandés gouda, se conseguirá elaborar un alimento que se pueda situar en el mercado local?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar físico-químico organoléptica del queso gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote (*Bixa orellana*), durante el proceso de maduración.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar la composición de la materia prima (leche), mediante la norma INEN NTE 9:2012 leche cruda. requisitos.
- Determinar la cantidad de pigmento extraído a partir del achiote (*Bixa orellana*) necesaria en la elaboración del queso holandés gouda.
- Caracterizar el queso gouda pigmentado con achiote en periodos de maduración de 30, 45, 60, días mediante la norma INEN NTE 78:2012. Queso Gouda.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación teórica

El queso es uno de los derivados lácteos más sabroso y variado, y con una gran tradición en todas las culturas. Actualmente, es uno de los productos lácteos que más se consumen en todo el mundo.

La demanda en el Ecuador se ha visto estimulada por el crecimiento de la población, los cambios en los hábitos alimenticios y la expansión de la industria quesera ecuatoriana. (Rosales, 2015, p. 8)

En el Ecuador urbano mensualmente se consumen 1.36 millones de kilos de queso de todas las variedades, el 81.5% corresponde a queso fresco, que contempla el queso de mesa, de comida, el amasado, el criollo entre otros. Dependiendo del sector, el 5% de la leche se destina a producir queso industrializado y el 25% para producir queso artesanal. El 92.8% de los hogares consume queso fresco, su tradición y precio son factores decisivos a la hora de elegirlo. (Robalino, 2014, p. 3)

1.5.2. Justificación metodológica

El queso Gouda es muy popular teniendo una alta demanda en muchos mercados alrededor del mundo. Su sabor suave y versatilidad en la cocina lo hacen atractivo tanto para consumidores individuales como para la industria alimentaria.

Por este motivo, para la extracción del pigmento del achiote (*Bixa Orellana*) se utilizará la metodología de (Sánchez, 2019, págs. 18-19) en la cual se selecciona un disolvente que tenga la capacidad de disolver los pigmentos liposolubles del achiote, permitiendo una extracción más completa. Por otra parte, se estableció un intervalo de temperatura específico para el secado, debido a la sensibilidad que presenta el pigmento de achiote en temperaturas superiores a 60°C causando la degradación y pérdida de intensidad.

De igual manera para la elaboración del queso gouda se usó la metodología de (Méndez y Ramírez 2019, págs. 39-40) comprendiendo las etapas; recepción e higienización de la materia prima, pasteurización, coagulación e inoculación, tratamiento de la cuajada, desuerado, moldeado, prensado, desmoldado, salado, maduración; obteniendo de esta manera un producto de calidad cumpliendo con las características que estipula la norma NTE INEN 78:2012. Queso Gouda.

1.5.3. Justificación práctica

Uno de los sectores más importantes dentro de la economía del Ecuador, es el sector lácteo debido a que este genera plazas de trabajo de forma directa e indirecta en toda su cadena agroalimentaria, comenzando por el ganadero hasta el comerciante de éstos productos. De acuerdo a datos del Banco Central del Ecuador, la cadena productiva de la industria láctea en el país genera 1,5 millones de empleos directos e indirectos y su aporte al Producto Interno Bruto (PIB) fue del 8% en el 2015. (Torres 2018, pág. 11)

La producción de queso gouda está directamente vincula con la producción de leche, debido que los productores se beneficiaran económicamente al tener una fuente de demanda para su producto, además con la fabricación de este queso, permite al productor diversificar sus productos y no depender únicamente de la venta de leche ayudando a contribuir al desarrollo de la industria láctea local, abriendo oportunidades para la importación y exportación de este producto aportando de esta forma al crecimiento económico del país.

1.6. Hipótesis

1.6.1. *Hipótesis Alternativa*

Ha: ¿La utilización de diferentes niveles de pigmentación a base de achiote si influirá en la composición fisicoquímica y organoléptica del queso holandés gouda durante la maduración?

1.6.2. *Hipótesis Nula*

H0: ¿La utilización de diferentes niveles de pigmentación a base de achiote no influirá en la composición fisicoquímica y organoléptica del queso holandés gouda?

CAPÍTULO II

2. ANTECEDENTES HISTORICOS

El queso Gouda apareció por primera vez en el siglo XVI en una granja cerca de Rotterdam, en los Países Bajos. Desde entonces, la producción de este queso ha sido exitosa y se ha convertido en uno de los quesos más populares y consumidos en los Países Bajos. El queso Gouda es famoso por su sabor dulce, textura suave y versatilidad culinaria.

El queso es una de las formas de transformación de la leche que preserva el valor nutricional, mejora las propiedades organolépticas y alarga la vida útil (Gómez, 2005, pág. 136). Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional similar a un gel formado principalmente por la integración de la caseína en un complejo de caseinato de fosfato cálcico. Este complejo se solidifica conteniendo albúmina, globulina, minerales, vitaminas, glóbulos de grasa, agua y lactosa. (Ramírez y Vélez, 2012, pág. 132)

Por otro lado, los pigmentos utilizados en la producción de queso suelen provenir de fuentes naturales como el achiote. Este colorante, se extrae del árbol del achiote, una de las características de este pigmento es su resistencia a la proliferación microbiana; sin embargo, su función principal es dar al queso la apariencia deseada. (Arrázola *et al.*, 2021, págs., 18-19)

Los extractos brutos de pigmentos de semillas de achiote son una excelente alternativa para cubrir esta necesidad, ya que son uno de los pocos colorantes autorizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para su uso en alimentos, siendo inocuos, por lo que pueden usarse en alimentos. Es inodoro y no cambia el sabor de los alimentos. Esto lo convierte en uno de los colorantes más populares a nivel mundial. (González, 1992; citado en Sánchez, 2019, pág. 1)

Según investigaciones la extracción de colorante natural de achiote utilizando como solvente agua, con una relación semilla-solvente 1:3. El rendimiento fue muy bajo pues se utilizaron 10 kilogramos de semilla de achiote fresco obteniendo únicamente 0,03206 kilogramos de colorante natural de achiote. Esto se debió a que en la extracción no se contó con el sistema al vacío para realizar la filtración (Reyes, 2018, pág. 70); por esta razón se buscara un método adecuado para la obtención del pigmento utilizando la menor cantidad de semillas y obtener mayor cantidad de pigmento pudiendo de esta manera obtener mayor rédito económico al momento de usar pigmentos naturales.

Por otra parte, desde la perspectiva de un país en desarrollo, la elaboración del queso gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote puede satisfacer la demanda del mercado puesto que los consumidores buscan productos libres de químicos.

2.1. Revisión literaria

2.1.1. *Leche cruda de vaca*

Producto de las secreciones normales de las glándulas mamarias resultantes del ordeño intacto e higiénico de vacas sanas, sin adiciones ni sustracciones, sin calostro y sin sustancias ajenas a su naturaleza, destinado al consumo humano en su forma natural o a la producción de subproductos. Esta denominación se aplica a la leche que no ha sido sometida a ningún tratamiento térmico, salvo refrigeración con fines de conservación, y no ha sufrido ningún cambio en su composición natural. (Flores, 2020; citado en Cajamarca, 2022, pág. 23)

La leche tiene un color blanco amarillento, olor característico, sabor poco dulce y es poco viscosa. Los principales requisitos que se evalúan en la calidad de la leche son: densidad representada (g/cc), índice crioscópico en °C(punto de congelación), de refracción, acidez representada en ácido láctico, grasa y sólidos no grasos representada en porcentajes, bacterias patógenas y antibióticos; Se verifica de esta manera, que se esté cumpliendo con las normativas sanitarias, dando como resultado un producto de calidad e inocuo evitando enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) para los consumidores. (Inga, 2017, pág. 13)

2.1.2. *Propiedades fisicoquímicas de la leche*

La composición de la leche varía según la especie y raza del animal, la alimentación, el momento del ordeño y el período posterior al parto, entre otros factores. Se trata de un alimento líquido con una gran cantidad de energía (65 kcal/100 g), cuyo principal componente es el agua (86-88%) y en el que los nutrientes coexisten en equilibrio en estados de disolución, dispersión coloidal y emulsión. (Armas, 2017, pág. 5)

Las tres fases de emulsión, suspensión y solución forman el sistema fisicoquímico complejo de la leche cruda. Las pruebas de recepción o plataforma se realizan directamente sobre leche cruda bien mezclada sin preparación adicional. Durante las pruebas de laboratorio, es esencial seguir pautas específicas que permitan la recolección de muestras representativas y el almacenamiento adecuado hasta el análisis. La cantidad de leche necesaria para un análisis conjunto (fisicoquímico) es de 200 a

500 ml, la leche no debe congelarse, debe mezclarse bien durante el proceso de muestreo. (Cajamarca, 2022, pág. 26)

Se puede considerar un alimento completo, pero carece de hierro (Fe), vitaminas D y vitamina C. La leche es una excelente fuente de energía, proteínas fáciles de digestión, grasas y vitaminas como riboflavina (vitamina B2), vitamina A (retinol) y fósforo y calcio convirtiéndose en el principal producto que consume la población humana. (Cámara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC] 2011, pág. 27). En la tabla 1-1 se aprecia las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda.

Tabla 1-1: Propiedades fisicoquímicas de la leche cruda

Componente	Porcentaje
Agua	87 – 89 %
Minerales	0.7%
Proteína	3- 3.1%
Grasa	3.7%
Lactosa	4.8%
Densidad	1.028 – 1.034 g/ml
Acidez	6.0-7.5 SH
Ph	6.6 – 6.8

Fuente: (Puente, 2022, pág. 12); (Cajamarca, 2022, pág. 29-31)

Realizado por: Condo M., 2023.

2.2. Quesos

El queso es un producto lácteo que juega un papel importante en la dieta humana y es popular en todo el mundo. Se elabora coagulando las moléculas de caseína de la leche añadiendo cuajo y otros ingredientes. Estas variaciones dan lugar a alrededor de 2.000 tipos de queso en todo el mundo, incluidos quesos frescos, semiduros y maduros. (Pérez, 2016, pág. 3)

El queso es un producto alimenticio concentrado que contiene los nutrientes más importantes de la leche cruda; Estos quesos pueden ser frescos o madurados. Para elaborarlo, la leche pasa por un proceso de coagulación, para posterior eliminar el suero. La coagulación se puede lograr mediante varios métodos diferentes, el más común es la adición de quimosina, una enzima natural que se encuentra en el abomaso siendo esta la cuarta y última cámara del estómago de los rumiantes. En

algunos casos, la leche se coagula añadiendo ácidos como vinagre, bacterias lácticas o extractos de enzimas vegetales (FAO 2000, citado en Bustamante 2012.)

2.2.1. Producción quesera en el Ecuador

El mercado quesero ecuatoriano presenta una gran diversidad, evidente en los distintos tipos y marcas de queso disponibles en el país. Según datos del centro de la Industria Láctea, el país procesa 5.8 millones de litros de leche al día, de los cuales un tercio se dedica a la producción de queso. Aunque algunas empresas dan más prioridad que otras a la producción, la empresa Floralp abarca el 80% de su producción total siendo la principal línea de negocio los quesos maduros y semimaduros. (Iza, 2017, pág. 4-5)

Los ecuatorianos tienen una amplia gama a la hora de elegir queso. La calidad y el precio son los factores más importantes para los consumidores. La mayoría prefiere comprar queso en supermercados (40,2%), tiendas de barrio (29,8%) o mercados (20%).(Iza, 2017, pág. 32-33)

2.2.2. Queso Gouda

El queso Gouda es mundialmente famoso por su olor único y su delicioso sabor. Este queso tiene un característico color amarillo claro; y su denominación se debe a la ciudad del mismo nombre ubicada en la parte Meridional de Holanda. (Velázquez, *et al.*, 2009, pág. 2)

El queso es uno de los productos agrícolas más importantes del mundo. Además, es la forma más antigua de procesamiento industrial de la leche, que aporta proteínas ricas en aminoácidos esenciales que no pueden ser sintetizadas por el cuerpo humano. Cuba importa cada año más de mil toneladas de queso, correspondiendo la mayor parte al queso Gouda semiduro, ya que cumple con los requisitos para el consumo de manera natural; de la misma forma se utiliza en la industria alimentaria para preparar diversos platos. Este tipo de queso es muy apreciado no sólo por sus propiedades sensoriales, sino también por su capacidad de conservación. (Montesdeoca, *et al.*, 2020, pág. 23)

“En Ecuador existen dos empresas principales productoras de queso maduro que son el Salinerito y Floralp, los cuales registran un incremento de la producción del 5% anual y, en algunos casos, hasta del 15 y el 20%” (Iza, 2017, pág. 5); por ende, los quesos maduros, brindan un margen de utilidad

mayor a las empresas que los producen.

2.2.3. Características Sensoriales

El Gouda, originario de los Países Bajos, es un queso semiduro con una cuajada fina, seca, suave, lavada; con una textura firme que facilita su corte. Internamente este queso presenta huecos u hoyos redondos u ovalados, su cuerpo es de color blanco marfil o amarillo pálido con un sabor suave y dulce. (Velazques,*et al.*, 2009, pág. 2-3)

2.2.4. Características Fisicoquímicas

- **Humedad:** Entre 36.0% y 45.9. Durante la maduración del queso, la humedad ayuda a la regulación del crecimiento y la actividad de los microorganismos. La humedad influye significativamente en el proceso de degradación del producto, contribuyendo a la disolución y difusión de enzimas, favoreciendo la solubilidad y difusión de los catalizadores en los procesos bioquímicos ocurridos durante su madurez. (Velazques,*et al.*, 2009, pág. 4)
- **pH:** El queso experimenta diversos cambios, desde su prensado hasta su maduración, los cuales incluyen la fermentación de la lactosa y posterior degradación de los lactatos, proteólisis, lipólisis y degradación de los ácidos grasos, además de reacciones de óxido reducción y modificación del ph. (Fuentes,2003, pág. 4)

A continuación, se indica la composición fisicoquímica del queso gouda madurado:

Tabla 1-2: Composición fisicoquímica del queso Gouda

Parámetros	Valor
Humedad (%)	46 - 48
Materia Seca (%)	52 - 54
Materia grasa en extracto seco (%)	45 - 59.9
Nitrato de sodio o potasio (mg/Kg de queso)	25
Ph	5.1 - 5.3
Fosfatasa	Negativa

Fuente: (Velázquez *et al.*, pág. 5)

Realizado por: Condo, M., 2023

2.2.5. Cambios bioquímicos en la maduración de los quesos.

Durante la producción y maduración de los quesos se producen una serie de cambios metabólicos, como el glucólisis, la lipólisis y la proteólisis, que son subproductos de la descomposición de la lactosa, las grasas y las proteínas, respectivamente. Estos ingredientes se degradan a diferentes velocidades según la cantidad de enzimas presentes y la temperatura a la que maduran. Estas variaciones en las propiedades físicas y organolépticas de la cuajada determinan el aroma, el sabor, la consistencia y la apariencia de un tipo particular. (Brito, 1993; citado en Bazaes, 2004.)

Los procesos de hidrolizar lípidos y descomponer la lactosa son esenciales para la creación de quesos, ya que les dan su sabor y fragancia distintivos. Las proteínas, en cambio, influyen notablemente en su textura. Las enzimas de cuajo son el principal agente precursor de la maduración; en menor medida, las enzimas naturales de la leche y las de los cultivos lácticos también desempeñan este papel. Sin embargo, debido a que las enzimas de la leche se eliminan durante el proceso de pasteurización por calor, su importancia es restringida. (Bazaes, 2004, pág. 9-10)

Una serie de variables afectan las cualidades físico-químicas, químicas y sensoriales del producto final, incluyendo las materias primas utilizadas y los cambios que sufre el queso durante la maduración, la cual está influenciada por la humedad, la temperatura del ambiente y la cámara de maduración. (Bazaes, 2004, pág. 9-10)

2.3. Cuajo

2.3.1. Tipos de cultivos mesófilos

Para la elaboración del queso tipo Gouda se utiliza un cultivo mesófilo mixto que contiene cuatro microorganismos: *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis* y *Leuconostoc cremoris*. Los cultivos mixtos otorgan un aroma y sabor delicados y altamente deseables a los productos fermentados. (Velazques,*et al.*, 2009, pág. 3)

Estos fermentos lácticos son los que controlan la producción de dióxido de carbono y son los responsables de la formación de los ojos. *L. lactis* y *L. cremoris*, utilizan lactosa como fuente de energía produciendo entre 0,8% y 1,0% principalmente ácido láctico y pequeñas cantidades de ácidos acético y propiónico (homofermentativo). (Velazques,*et al.*, 2009, pág. 3)

2.3.2. Maduración con bacterias ácido lácticas

Las bacterias del ácido láctico se dividen en dos grandes grupos: mesófilas, que se reproducen a temperaturas entre 20 y 30° C, y termófilas, que lo hacen entre 35 y 45° C y que pueden formarse en la descomposición de la lactosa, principalmente de la cuajada y sus sales. (Saltos y Renato 2020, pág. 9)

Los microorganismos utilizados varían según el tipo de queso, pero entre los más comunes destacan *Streptococcus lactis*, *S. cremoris*, *L. lactis* y *L. bulgaris*, en concentración de 1% y se deja que actúe de 30 a 40 minutos, tiempo en el cual transforman la lactosa en ácido láctico, lo que aumenta un 0.01 – 0.02% la acidez de la leche y reduce el pH a 5.3 – 5. (Saltos y Renato 2020, pág. 9)

2.4. Achiote (*Bixa Orellana*)

2.4.1. Origen

Según varios autores, el achiote probablemente provenía de una región del alto Amazonas en Brasil y luego se extendió por el Caribe y México. Como una planta tropical, se extendió hasta África y Asia. Se encuentra principalmente en India y Filipinas, pero también en América Latina y el Caribe. Con el origen del achiote, los nativos americanos y las culturas antiguas usaron sus semillas como cosméticos, colorantes, alimentos y medicinas (Artieda, 2015, pág. 20)

La difusión de esta planta se debió a los navegantes de la época, quienes eran responsables de llevar el comercio a lugares intercontinentales a través de regiones principalmente tropicales donde aún no se encontraba esta planta disponible. El achiote tuvo su acogida en lugares como el Sur de Asia debido a la influencia de los españoles que introdujeron la planta en este continente. Para muchos indígenas el achiote tuvo un significado cultural por lo tanto fue muy utilizado antes de la llegada de los españoles. (Artieda, 2015, pág. 21)



Ilustración 2-1: Semillas de Achiote dentro de su cápsula.
Fuente: (Bonilla, 2009, pág. 21)

El colorante natural conocido como achiote proviene de un arbusto tropical conocido como *Bixa Orellana*. Este arbusto es originario de América Central y del Sur, donde sus semillas se utilizan ampliamente como especias culinarias. El achiote tiene diversos usos y se ha utilizado en Ecuador desde el tiempo precolombino. Globalmente, se cultiva en República Dominicana, Colombia, Bolivia, India, Ecuador, Brasil, Costa Rica, Costa de Marfil, Guatemala, Guyana, Haití, Jamaica, México, Sri Lanka, Surinam, Angola, Nigeria, Tanzania, Filipinas, y Hawái. (Artieda, 2015, pág. 21)

2.4.2. Características generales del achiote

La planta de achiote es un arbusto de rápido crecimiento que puede alcanzar una altura de cuatro a seis metros. Tiene un aspecto robusto y, según la variedad, presenta flores de tonalidad blanca o rosada. El fruto es una cápsula de color marrón rojizo o verde amarillento con 30 a 45 semillas recubiertas por una capa o anillo verde que contiene bixina, de la que se obtiene la correspondiente sustancia colorante natural. (Devia y Saldarriaga 2003, pág. 9). Botánicamente tiene la siguiente clasificación:

Tabla 1-3: Clasificación botánica del achiote

Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Guttiferales
Familia	Bixaceae
Género	<i>Bixa</i>
Especie	<i>Bixa orellana</i> L.

Fuente: (Quispe, 2019, pág. 12)

Realizado por: Condo M. 2023

Se pueden distinguir dos tipos de achiote según el tipo de flores que producen. La primera variedad tiene flores blancas que producen cápsulas de color amarillo verdoso que son del mismo color que el colorante y contienen un 10,4% de pigmento; el otro tipo tiene flores rosadas que producen cápsulas rojizas y contienen un 8,2% de pigmento. (Devia y Saldarriaga 2003, pág. 10)

2.4.3. *Composición química del achiote*

En la tabla 1-4 se detalla la composición química de la semilla de achiote.

Tabla 1-4: Composición química del achiote

	Composición (g/100g)
Proteínas	12.3 - 13.2
Pectina	0.23
Carbohidratos	39.91 - 47.90
Ceniza	5.44 - 6.92
Taninos	0.33 - 0.91
Pentosas	11.35 - 14.97
Carotenoides	1.21 - 2.30
B-carotenos	6.8 - 11.30 mg

Fuente: (Ninahualpa, 2018, pág. 15)

Realizado por: Condo, M. 2023

2.4.4. *Rendimiento*

El rendimiento por hectárea de achiote nacional en 2013 fue de 810 kilos/ha. El rendimiento medio de una plantación depende de varios factores, pero en promedio se producen 1.000 kg de frutos secos por hectárea, o hasta 2.000 kg en condiciones ideales. Entre el 50% y el 60% del peso total lo constituye la semilla; En promedio, esto significa que se producen entre 500 y 600 kilogramos de semillas por hectárea. (Rojas, 2016, pág. 5)

2.4.5. *Los carotenoides*

Los carotenoides son pigmentos orgánicos solubles en grasa que se encuentran naturalmente en algas, plantas, algunos tipos de hongos y bacterias. Las características fisicoquímicas de los carotenoides

son responsables de la mayoría de los colores verdes, anaranjados o rojos de algunos vegetales y animales. (Coronel, 2020, pág. 13)

Los carotenos, que se encuentran en zanahorias, papayas, melones, naranjas, etc., tienen una coloración rojiza anaranjada y se encuentran en moléculas que contienen carbono e hidrogeno. (López et al., 2018; citado en Coronel, 2020.)

- a) **Betacarotenos:** Son un pigmento natural precursores de la vitamina A, una vez ingerido en el hígado y el intestino delgado se transforma en vitamina A y es un componente antioxidante.
- b) **Alfacarotenos:** Posee propiedades más destacadas como antioxidante que los betacarotenos y está presente en los mismos alimentos que el betacaroteno, pero en menor proporción.
- c) **Licopeno:** Otorga una coloración roja o tomate a los alimentos que lo contienen y tiene propiedades anticancerígenas.
- d) **Ciptoxantina:** Con propiedades antioxidantes pero menores a las del betacaroteno, aparece en los mismos alimentos que este pero en menor proporción.

2.4.6. Carotenoides presentes en *Bixa orellana* (achiote)

Los carotenoides que posee el achiote son dos colorantes naturales aislados de las semillas del árbol de (*Bixa Orellana L.*). Este es conocido como annatto que es la denominación dada al extracto crudo. El pigmento es una masa carmesí que se esparce al tocarla. Se disuelve gradualmente en éter, alcohol y agua para producir una solución de color naranja; siendo el colorante principal la bixina, que se obtiene disolviendo la carnosidad que envuelve las semillas en agua. Tiene una estructura amorfa y es fácilmente soluble en alcohol. (Rojas, 2016; citado en Coronel, 2020.)

2.5. Uso del producto

Para la elaboración de quesos, refrescos, condimentos y otros productos alimenticios; el achiote tiene un gran potencial y demanda para la industria alimentaria mundial, ya que su bixina proporciona una de las tonalidades rojas más puras y naturales. “La bixina, que se extrae de las semillas, también se usa en la industria de cosméticos para la fabricación de cremas, lápices labiales, filtros solares y repelentes contra insectos”. (Triviño, 2019, pág. 40)

Los colorantes naturales son aditivos o sustancias adicionadas a los alimentos para aumentar el color

de los mismos y de esta manera hacerlos más agradables a la vista y más apetecibles al consumidor. (Triviño, 2019, pág. 40).

2.6. Métodos de extracción del colorante natural de achiote

El método utilizado para extraer el colorante natural del achiote es la lixiviación mediante solventes volátiles. El material fresco se mezcla con un disolvente que sea soluble en el colorante. El pigmento se dispersa en el disolvente y luego, mediante filtración, se separa del material incoloro. Según el disolvente utilizado, son posibles las siguientes variaciones del método descrito anteriormente. (Reyes, 2015, pág. 17)

a) Método tradicional

Este método se utiliza desde hace muchos años, pero el rendimiento de extracción es bajo y lleva mucho tiempo, por lo que no se recomienda obtenerlo a escala industrial. Para iniciar la extracción, se lava las semillas en agua tibia y se las deja en remojo durante unos días. Posterior a esto se separa las semillas a través de un colador, la solución se concentra a fuego lento hasta formar una pasta colocándolo en moldes para secarlos al sol. (Reyes, 2015, pág. 18)

b) Extracción con aceites vegetales

Este método es muy utilizado cuando el colorante se va a utilizar en lácteos o en alimentos, ya que es un solvente no tóxico. Para extraer el colorante se diluye en aceite caliente, obteniendo una solución concentrada. (Reyes, 2015, pág. 19)

c) Extracción con etanol

En este proceso se realizan cuatro lavados de las semillas de achiote con etanol, siempre agitando, para extraer todo el colorante que contienen. Finalmente se combinan las soluciones pigmentadas, se separan las semillas mediante un filtro y se seca el pigmento obtenido. (Reyes, 2015, pág. 19)

d) Extracción con propilenglicol

Este proceso se realiza en frío, aprovechando la alta solubilidad que el colorante tiene en este solvente. Este proceso es empleado cuando el colorante es utilizado en lácteos. (Reyes, 2015, pág. 19)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación es de tipo mixto ya que es cualitativo debido a los requisitos sensoriales a evaluar y de tipo cuantitativo para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con relación a: Coliformes fecales, *Escherichia coli* y aerobios totales; según la normativa INEN NTE 9:2012 leche cruda. Requisitos y la norma INEN NTE 78:2012, INEN NTE 2604:2012 para el queso Gouda.

3.2. Nivel de la investigación.

El nivel de la investigación es de tipo descriptiva-explicativa, ya que se dio a conocer los datos obtenidos y observados, para determinar la calidad de la leche que se usó para la elaboración del queso Gouda y la evaluación del producto final; además de evaluar el método para la extracción del pigmento de achiote (*Bixa Orellana*).

En la investigación se realizó una comparación de las normas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), en el cual se determinan las distintas características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales para la leche y el queso Gouda.

3.3. Tipo de estudio

El presente trabajo investigativo es de tipo experimental y de campo. Experimental para la evaluación de las variables como el tiempo de maduración y los diferentes niveles de pigmentación.

Además, se realizó un estudio de campo tomando muestras de leche de la planta de lácteos del Señor Marco Velin y muestras del queso gouda de los diferentes tratamientos las cuales fueron analizadas en los laboratorios de la Institución (ESPOCH Sede Morona Santiago).

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación inició con la extracción del achiote (*Bixa Orellana*) como pigmento natural utilizando como solvente alcohol de 80 grados; de la misma forma se evaluó la calidad de la leche según la norma INEN NTE 9:2012 leche cruda. Requisitos; una vez analizada la materia prima

se procedió a la elaboración del queso holandés gouda para posterior dejarlo madurar durante 30,45 y 60 días.

Una vez obtenido el producto final, se analizó mediante una comparación con la norma INEN NTE 78: 2012.queso gouda, en donde se establece los límites mínimos y máximos que debe cumplir este producto destinado para el consumo; además se evaluó los diferentes tratamientos y tiempos de maduración y observar si existe diferencia significativa.

3.5. Localización duración del experimento

La siguiente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago; la cual se encuentra ubicada en el cantón Morona, Provincia de Morona Santiago. Para la elaboración de esta investigación se necesitará un tiempo estimado de 4 meses.



Ilustración 3-1: Ubicación del lugar del experimento

Fuente: Google earth

3.6. Población y Muestra

Para la elaboración del queso holandés gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote, se utilizó una población de 180 litros provenientes de la parroquia San Isidro, cantón Morona; para cada unidad experimental se utilizaron 5 litros de leche, evaluándose tres tratamientos experimentales; frente a un

control con 3 repeticiones, dándonos un total de 36 unidades experimentales.

3.7. Materiales

3.7.1. *Materiales de campo*

- Moldes para queso
- Baldes
- Gavetas plásticas
- Tina para salmuera
- Cocina
- Cilindro de gas
- Equipo de protección personal (cofia, guantes, mascarilla)
- Esfero
- Libreta de apuntes

3.7.2. *Aditivos*

- Cloruro de calcio
- Cuajo Choozit MA 14LYO 50 DCU
- Fermento láctico
- Achiote
- Sal yodada
- Cera de queso

3.8. Tratamientos y diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es un Diseño Completamente al Azar Bifactorial, con tres tratamientos con tres repeticiones cada uno, los mismos que fueron evaluados con un tratamiento control. El experimento tendrá el siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ijk} = \mu + A_1 + B_j + AB_{ij} + Ts + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Valor estimado de la Variable

μ : Media general

A_1 : Efecto de los niveles de pigmentante

B_j : Efecto de los días de almacenamiento

AB_{ij} : Efecto de la Interacción

T_s : Efecto del tratamiento control

ϵ_{ijk} : Efecto de la aleatorización

3.8.1. Esquema Experimental

Para la siguiente investigación se realizó tres tratamientos, cada tratamiento fue pigmentado con 10 gotas / 120 concentración, 15 gotas/ 145 concentración, 20 gotas/ 185 concentración de achiote (*Bixa Orellana*) por litro de leche; para posteriormente dejarlo madurar por 30,45,60 días.

Tabla 2-1: Esquema Experimental

Nivel de Pigmento/ Concentración	Periodo Evaluación	Código	Repeticiones
10 gotas/ 120	30 días	A1B1	3
10 gotas/ 120	45 días	A1B2	3
10 gotas/ 120	60 días	A1B3	3
15 gotas/145	30 días	A2B1	3
15 gotas/145	45 días	A2B2	3
15 gotas/145	60 días	A2B3	3
20 gotas/185	30 días	A3B1	3
20 gotas/185	45 días	A3B2	3
20 gotas/185	60 días	A3B3	3
Control	30 días	A0B1	3
Control	45 días	A0B2	3
Control	60 días	A0B3	3

Realizado por: Condo M, 2024

3.9. Valoración físico química y microbiológica de la materia prima (leche)

Para la valoración de los parámetros físicos químicos y microbiológicos de la materia prima se realizó mediante la norma INEN NTE 9:2012, cumpliendo con los siguientes requisitos específicos.

Tabla 2-2: Requisitos de la leche cruda

REQUISITOS	UNIDAD	MIN	MAX	MÉODO DE ENSAYO
Densidad relativa				NTE INEN 11
A 15 °C	-	1,029	1,033	
A 20 °C	-	1,028	1,032	
Materia grasa	% (fracción en masa)	3,0	-	NTE INEN 12
Sólidos no grasos	% (fracción en masa)	8,2	-	
Proteínas	% (fracción en masa)	2,9	-	NTE INEN 16
pH		6.5	6.8	

Fuente: (NTE INEN 9 Leche cruda Requisitos, 2012, pág. 2)

Realizado por: Condo M. 2024

Tabla 2-3: Requisitos microbiológicos de la leche cruda

Requisito	Límite Máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismo aerobio mesofílicos REP, UF/cm ³	1.5 x 10 ⁶	NTE INEN 1529:5
Recuento de células somáticas/cm ³	7.0 x 10 ⁵	AOAC – 978:26

Fuente: (NTE INEN 9 Leche cruda Requisitos. 2012, pág. 3)

Realizado por: (Condo M. , 2024)

3.10. Valoración físico química, organoléptica y microbiológica del queso Gouda

Para la valoración del queso Gouda se tomó como referencia las normas NTE INEN 0078 :2012 queso gouda cumpliendo con los siguientes requisitos:

Tabla 2-4: Requisitos del queso Gouda.

REQUISITOS	MIN (%)	MAX (%)	METODO DE ENSAYO
Humedad	-----	43	INEN 63
Grasa en el extracto seco	48	-----	INEN 64

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2012, pág. 2)

Realizado por: Condo,M. 2024

3.10.1. Valoración Microbiológica

Para los análisis microbiológicos se tomó muestras de 10 gramos de cada tratamiento y repetición para luego ser identificadas y analizadas en los laboratorios de la ESPOCH; determinando la carga microbiológica de los siguientes parámetros:

- E. coli UFC/g
- Coliformes fecales UFC/g
- Aerobios totales

Según la norma (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2012, pág. 4) el queso ensayado cumplió con los siguientes requisitos microbiológicos como lo establece la siguiente tabla.

Tabla 2-5: Requisitos microbiológicos del queso gouda.

Microorganismo	clase	n	c	m	M	Método de ensayo
<i>E. coli</i>	3	5	2	100/g	500/g	INEN 1529
<i>S aureus</i>	3	5	2	100/g	1000/g	INEN 1529
<i>Salmonella</i>	3	5	0	0	0	INEN 1529

Fuente: INEN Norma 1528, 2012, pág.5

Realizado por: Condo, M. 2024

n = Número de muestras que deben analizarse.

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

m = Recuento máximo recomendado.

En la tabla 2-6 se observa los niveles de tolerancia de microorganismos del queso aptos para el consumo humano de acuerdo con (Mercosur, 2023, pág. 115-117)

Tabla 2-6: Niveles de tolerancia de microorganismos en quesos

Microorganismos	Criterio de Aceptación	Categoría ICMSF	Métodos de Ensayo
	n= 5 c=2 m=100		
<i>Coliformes/g (30 C)</i>	M=1000	5	FIL 73 A: 1985
	n= 5 c=2 m=50		
<i>Coliformes/g (45 C)</i>	M=500	5	APHA 1992
	n= 5 c=2 m=100		
<i>Estafilococos/g</i>	M=1000	8	FIL 145:1990
	n= 5 c=2 m=500		
<i>Hongos y levaduras/g</i>	M=5000	2	FIL 94B:1990
<i>Salmonella spp/25g</i>	n= 5 c=0 m=0	10	FIL 93A:1985

Fuente: (Mercosur, 2023 pág. 117)

Realizado por: Condo, M. 2024

n = Número de muestras que deben analizarse.

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m, pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

3.10.2. Valoración organoléptica

Para la obtención de los resultados organolépticos, se evaluó mediante la norma NTE INEN 0078: Queso gouda. Requisitos; los cuales deben cumplir con lo siguiente:

- **Textura:** Presenta una consistencia blanda logrando una textura firme y fácil de cortar; en su interior presentará pocos o abundantes agujeros, distribuidos regular o irregularmente, de una forma redonda y con diámetros que pueden ir de 1 mm a 8 mm. (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2012, pág. 1)
- **Color:** Cuando el queso es joven posee una pasta amarilla clara, pudiendo presentar agujeros de diferentes tamaños. A medida que va madurando la pasta se vuelve amarillo oscuro con una corteza gruesa. (Gouda 2021, pág. 1)
- **Sabor:** Cuando es joven tiene un sabor muy dulce, con ligeras notas de nuez y caramelo. Al madurar sus sabores se acrecientan volviéndose más dulce con sabores a fruta, mantequilla y azúcar. (Gouda 2021, pág. 1)

- **Olor:** Tiene un aroma picante y fuerte con pequeñas notas de nuez, mantequilla y frutas. (Gouda 2021, pág. 1)

3.11. Procedimiento experimental.

3.11.1. *Proceso de obtención del extracto de achiote*

Para la extracción del pigmento de achiote (*Bixa Orellana*) se usó el método de extracción por etanol al 80%; metodología tomada de (Sánchez 2019, pág. 19-20), las cuales tuvo ciertas modificaciones para la extracción

- **Materia prima.** Achiote.
- **Pesado y selección.** Se pesa 1kg de achiote, retirando los frutos de cápsulas negras, húmedas o que presente anomalías.
- **Lavado y desencapsulado.** Los frutos seleccionados se lavan y se desencapsulan para obtener la semilla.
- **Secado.** Se realiza el secado de las semillas en una estufa a 45°C por 24 horas, para posteriormente sacar el rendimiento de las semillas.
- **Pesado.** Se pesa 115.418g de semillas secas.
- **Adición de solución extractante.** Se prepara 150 ml de solución extractante (etanol de 80%) en un vaso de precipitados. Luego, se adiciona 50 ml de solución a las semillas.
- **Extracción de pigmentos.** Se realizan 3 extracciones separando el total de las semillas en tres partes para una mejor extracción, agregando 50 ml de la solución extractante por cada extracción mediante maceración dinámica por 30 minutos realizada con un agitador magnético de placa.
- **Filtración.** Se emplea un papel filtro para separar el extracto de las semillas.
- **Secado.** Una vez obtenido el extracto se lo envía a la estufa durante 4 días a una temperatura de 40 °C
- **Extracto de achiote.** Una vez obtenido el extracto de achiote se evaluó el rendimiento de la extracción.

3.11.2. *Proceso de obtención del queso gouda*

La presente metodología fue tomada de (Méndez y Ramírez, 2019, p. 39-40) la cual tuvo ciertas modificaciones para la elaboración del queso Gouda.

- **Higienización y pasteurización:** La leche cruda es filtrada y almacenada en tanques, para posterior ser pasteuriza a 75°C por 15sg
- **Inoculación y coagulación:** La leche debe tener una temperatura de 32 – 35°C para inocular con 0,5g de cultivo iniciador. El cultivo iniciador empleado es un conjunto de microorganismos mesófilos liofilizados conformado por especies de: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar, *Leuconostoc diacetylactis* y/o *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.
Adicionalmente se le adiciona a la leche CaCl₂ para mejorar y acortar el proceso de coagulación, se le añade el colorante natural y bacterias lácticas.
- **Corte y desuerado:** La cuajada formada es cortada en cubos de 1 - 1,5 cm² permaneciendo en reposo durante 5 minutos para que libere suero, y compacten los granos. Posteriormente se agita suavemente, hasta obtener un tamaño de grano homogéneo. Finalmente, se deja reposar por un tiempo de 5 minutos hasta que los granos se depositen en el fondo del recipiente. Una vez que la cuajada se deposite en el fondo del recipiente, se procede a eliminar el 30% del suero.
- **Tratamiento de la cuajada:** Esta etapa contribuye a reducir la acidez como así también a la eliminación y/o disminución de lactosa de la cuajada. Para la cual se utiliza agua filtrada a 60°C, el agua se agregada lentamente sobre la cuajada hasta alcanzar los 37°C, reponiendo un 20% de suero que se elimina durante el desuerado; Se agita constantemente por un tiempo de 10 minutos; evitando que esta se plastifique con el fin de conseguir la formación de granos del tamaño de un maíz.
- **Desuerado y moldeado** Realizado el tratamiento de la cuajada; se procede al desuerado de la misma, de forma manual. Finalizado el proceso de desuerado, se procede al moldeado

utilizando moldes plásticos circulares de 500g -600 g de capacidad, los cuales tienen una tela filtrante internamente para eliminar el suero restante.

- **Prensado.** Este proceso se realiza colocando los moldes de plástico, uno sobre otro de manera vertical en la prensa manual.
- **Salmuerado:** Se realiza una salmuera al 20% por 5 h. La finalidad del salado es prevenir el crecimiento de microorganismos indeseables y así incrementar la rigidez del queso y disminuir la temperatura de este, además de mejorar el sabor
- **Maduración:** Se realiza a 8°C y 76% HR.

CAPITULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Extracción del pigmento del achiote

La extracción de pigmento del achiote se realizó mediante la metodología de (Sánchez 2019, pág. 19-20), los resultados se observan en la ilustración 4-1 con su balance de masa. Partiendo de 1 kg de semilla de *Bixa orellana*, se obtuvo 80.5 gr de bixina mediante la extracción con etanol al 80%, teniendo un rendimiento del 22.79 por ciento.

Según (Tocchini y Mercadante 2001, pág. 1) la bixina constituye aproximadamente el 80% siendo el carotenoide mayoritario a diferencia de la norbixina que se encuentra en menor cantidad del total del extracto bruto de la semilla de achiote; su contenido de bixina fue 154 a 354 mg/100 g.

Por otra parte en comparación con los resultados de (Sánchez 2019, pág. 27), en donde obtiene 1.36 g de extracto de colorante/ 20g de semilla, con los obtenidos en la investigación 4.56 gr/ 20g de semilla de extracto, alcanzando una mayor cantidad de pigmento; esto se debe a las modificaciones en la metodología empleada.

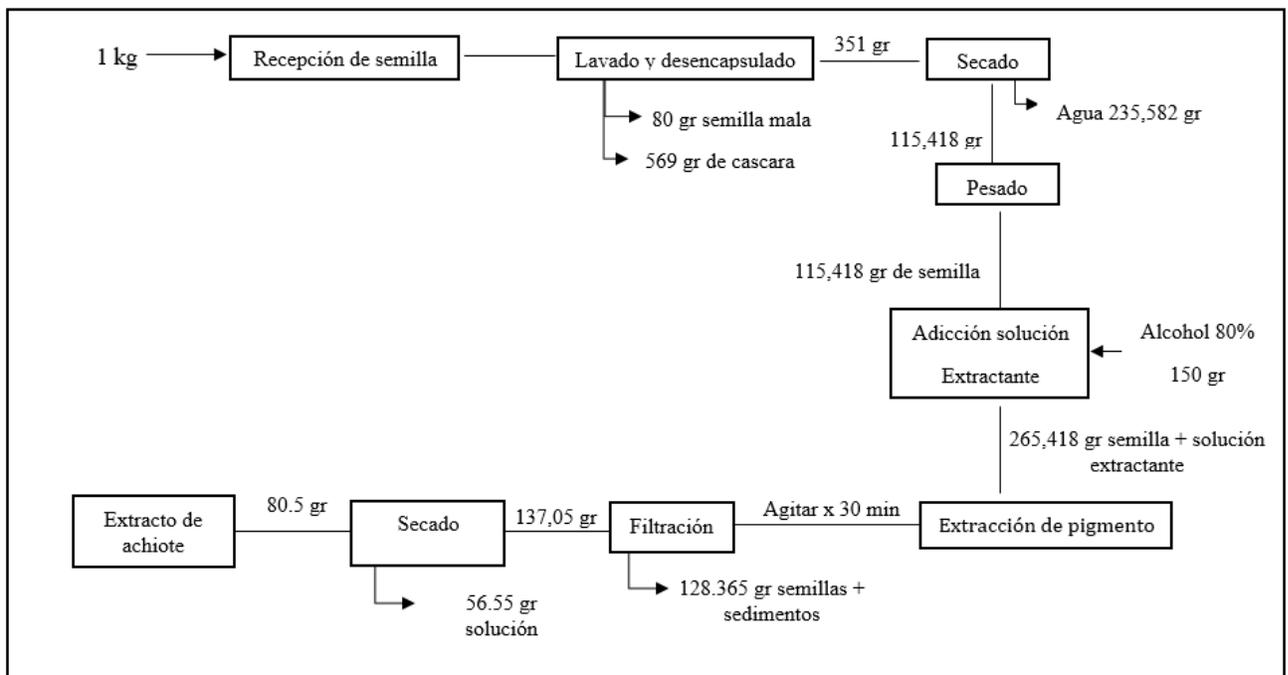


Ilustración 4-1: Diagrama de flujo para la obtención de extractos de achiote

Realizado por: Condo, M. 2024

4.1.1. Determinación de concentración de pigmento a partir del extracto de *Bixa Orellana*

La concentración de bixina obtenida a partir del extracto de achiote se realizó mediante espectrofotometría para conseguir la longitud de onda mediante dilución 1:100 en aceite de vaselina., esto debido a su índice de refracción nulo es decir que no interfiere con las lecturas dadas por el espectrofotómetro. En la siguiente ilustración se observa los datos obtenidos en función de la distancia de onda y la curva de concentraciones Vs absorbancias del pigmento natural y artificial.

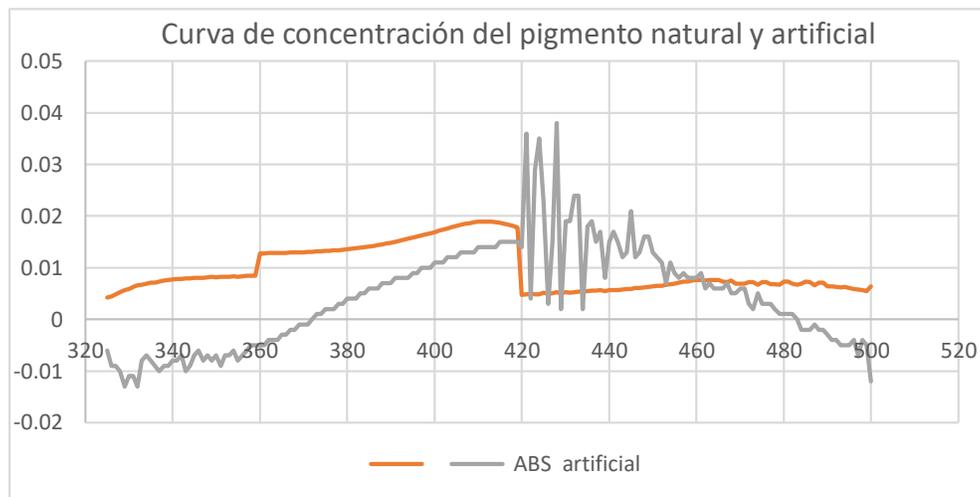


Ilustración 4-2: Curva de concentración vs absorbancia del pigmento natural y comercial

Realizado por: Condo, M. 2024

La ilustración 4-2 muestra que el pigmento natural alcanza el pico más alto en 421 nm y con una concentración de 0.52. En un estudio realizado por (Barrera y Utia, 2019, p. 54-56) en donde evalúan el contenido de bixina en *Bixa Orellana* l. (achiote) del banco de germoplasma de Zungarococha registra una concentración media de 0.7643 en 487nm siendo este su pico más alto; al analizar con nuestros resultados se verifica que el contenido de pigmento es menor esto puede ser al tipo de disolución que se usó al momento de realizar el análisis de color.

Con los datos obtenidos de la curva de concentración Vs absorbancia se realizó una serie de soluciones con diferentes concentraciones del pigmento de achiote observando cómo cambia de color a medida que aumenta la concentración. En la siguiente tabla se muestra la concentración de bixina utilizadas según el número de gotas por litro de agua.

Tabla 3-1: Rango de gotas por litro de agua

Rango de gotas en 1000 ml de agua	
Numero de gotas	Concentración
6	92
8	100
10	120
12	132
15	145
18	174
20	185

Realizado por: Condo, M. 2024

Seguido de esto se realizó pruebas de colorimetría en muestras de leche para determinar un rango de gotas a utilizar por cada tratamiento, una vez obtenido el rango se procede a utilizar la siguiente ecuación $y = a + bx$ para determinar una media y determinar la cantidad de pigmento que se colocara a cada uno de los tratamientos para la elaboración del queso Gouda.

En la siguiente tabla se observa los rangos de pigmento a usar en la leche una vez realizado el análisis de concentración Vs Absorbancia

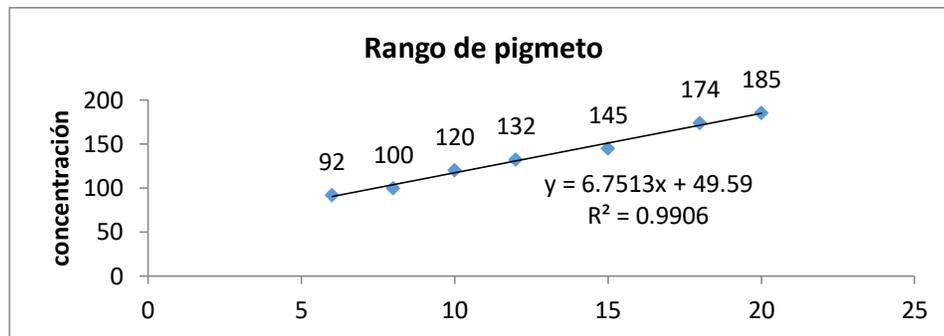


Ilustración 4-3: Rango de colorante de achiote en soluciones de leche

Realizado por: Condo, M. 2024

Con los datos anteriores se determinó que para el tratamiento 1 se utilizó 10 gotas por litro de leche, para el tratamiento 2 se utilizó 15 gotas por litro de leche y para el tratamiento 3 se utilizó 20 gotas.

4.2. Análisis de la calidad de la leche.

4.2.1. Análisis Físicoquímico de la leche cruda.

Para la determinación de la calidad de la leche se empleó la norma NTE INEN 9:2012 leche cruda. Requisitos evaluando los siguientes parámetros temperatura, grasa, proteína, sólidos no grasos, ph y densidad.

La ilustración 4-4, presenta los resultados obtenidos de la valoración físicoquímica de la leche cruda; datos que ayudaron a evaluar el comportamiento del proceso de elaboración y maduración del queso gouda; puesto que la leche es el principal factor que determina la calidad del queso.

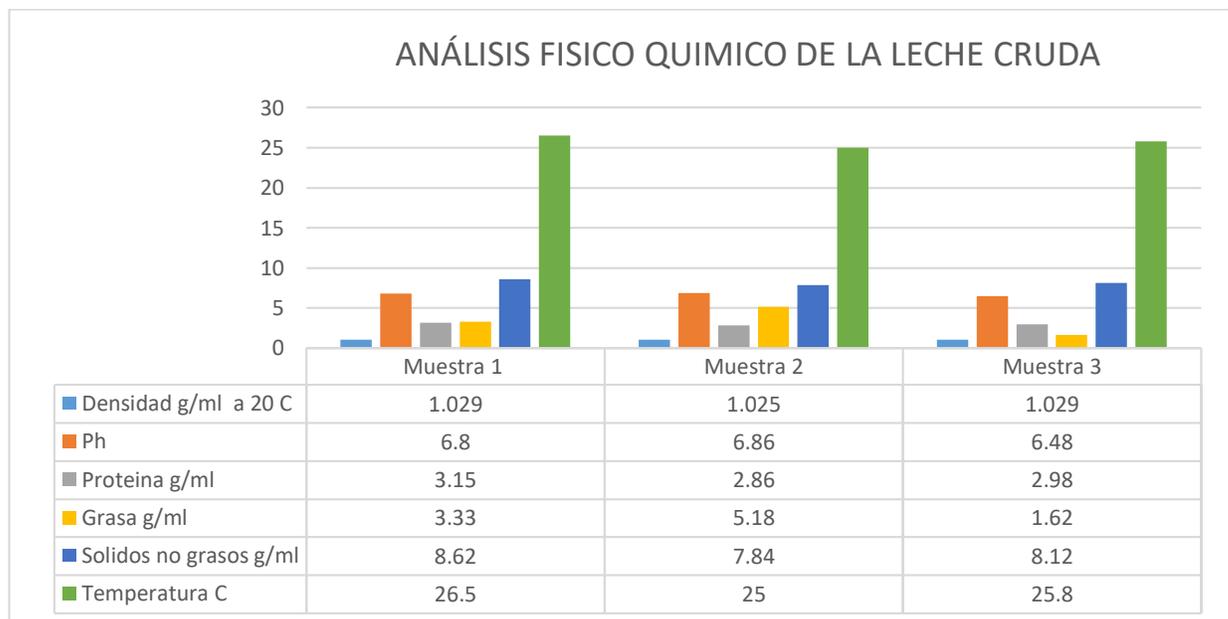


Ilustración 4-4: Análisis físicoquímico de leche

Realizado por: Condo, M. 2024

Los valores obtenidos en relación con los análisis físicoquímicos se lograron evidenciar que el contenido de proteína alcanzó una media de 2.9 g/ml, en la variable densidad un promedio de 1.028 g/ml, en el contenido de grasa se alcanzó un valor medio de 3.37 g/ml; valores que al ser comparados con la norma NTE INEN 9:2012 Leche cruda. Requisitos se encuentran dentro de los límites mínimos y máximos que establece la normativa, por otra en los análisis microbiológicos se encuentra un índice elevado de coliformes fecales y aerobios totales que al ser comparados con la norma no excede los límites mínimos y máximos siendo esta apta para el consumo humano.

- **Ph**

Con los datos obtenidos de las tres muestras se determinó que en la muestra 1 tuvo un pH de 6.8, para la segunda muestra se obtuvo un pH de 6.86 y en la tercera muestra un pH de 6.48, por lo tanto, se puede indicar que el pH analizado de la muestra 1 y 2 se encuentra dentro del rango establecido por la norma INEN 9:2012. leche cruda. El pH de la muestra 3 se encuentra por debajo del rango establecido posiblemente debido a procesos de higiene en el proceso de ordeño o en el estado del animal y conservación post ordeño como menciona (Cajamarca,2022, pág. 66), “El pH no es un valor constante, sino que puede variar, en función de: El curso del ciclo de lactación en el que se encuentre el animal, la influencia de la alimentación, estado sanitario de la glándula mamaria, cantidad de CO₂ disuelto, la especie, desarrollo de microorganismos mesófilos, mala conservación de la leche, estar expuesta a altas temperaturas sin ningún control entre otros.”

- **Grasa g/ml**

Para el contenido de grasa de la muestra 1 un valor de 3.33 g/ml, en la muestra 2 5.18 g/ml y en la muestra 3 de 1.62 g/ml, comparando con el mínimo de grasa que establece la normativa INEN 9:2012, la muestra 1 y 2 se encuentra dentro del rango establecido.

La muestra 3 presenta un porcentaje por debajo del valor mínimo establecido por la norma, esto se debe al tipo de alimentación que recibe el animal o algún otro factor; como indica (González, *et al.*, 2010, pág. 3) “El principal factor que influye en el porcentaje de grasa es la cantidad de fibra en la dieta de los animales; como resultado, a mayor cantidad de fibra, mayor será el porcentaje de grasa en la leche debido a la acción de los ácidos volátiles que genera el rumen en función a las dietas.”

- **Densidad**

En la primera muestra se determinó una densidad de 1.029 g/ml, para la segunda de 1.025 g/ml y para la tercera muestra de 1.029 g/ml, en donde la muestra 1 y 3 se encuentran dentro de los mínimos que establece la normativa.

Al contener elementos en suspensión como agua, grasas, proteínas, minerales y sólidos totales, estos componentes varían la densidad. Otro factor que afecta la densidad es la temperatura, que debe ajustarse a 15 °C o, en algunos casos, a 20 °C. La temperatura debe corregirse sumando o restando la densidad determinada por el factor de corrección de 0,0002 por cada grado Celsius que esté por encima o por debajo de los 15 °C. (Cajamarca,2022, pág. 52)

- **Proteína**

Los resultados obtenidos del contenido de la proteína para la muestra 1 fue de 3.15 g/ml, para la muestra 2 de 2.86 g/ml y para la muestra 3 fue de 2.98 g/ml; resultados que al comparar con la normativa INEN 9:2012 se encuentran dentro de los rangos indicados.

La concentración de los mismos varía con la cantidad de grasa de la leche; cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la proteína. Por otra parte, si el animal se encuentra en estado de lactancia, especialmente durante los primeros días después del parto, la concentración de proteínas puede fluctuar. (Cajamarca,2022, pág. 54),

- **Solidos no grasos.**

Como contenido de solidos no grasos (SNG) se obtuvo para la muestra 1 8.62, muestra 2 7.84 y en muestra 3 se obtuvo un valor de 8.12; comparando con la normativa se pudo observar que la muestra 1 cumple con el rango mínimo que estipula la norma. Por lo que la variación de los datos obtenido de la muestra 2 y 3 se debe al tipo de alimento que recibe el animal, su edad y su raza indicando de esta manera la importancia de este parámetro para evaluar el desempeño industrial del producto utilizado como materia prima. (González, *et al.*, 2010, pág. 3)

La edad del animal hace que el porcentaje de SNG disminuya gradualmente. Resultado de esto, en el ciclo de lactancia, los SNG experimentan una variación inversa a la curva de producción de leche; en otras palabras, durante el primer mes los SNG son altos, bajo el pico de producción al segundo mes y volviéndose al final de la lactancia. (González, *et al.*, 2010, pág. 4)

4.2.2. Análisis microbiológico

Los requisitos necesarios para la elaboración de subproductos a partir de la leche se cumplan con las normativas de seguridad alimentaria establecidas por organismos reguladores, por lo que se requiere un análisis microbiológico de la leche cruda.

A continuación, se presenta la siguiente tabla con los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de la leche.

Tabla 3-2: Análisis microbiológico de la leche

Variabes	Límites Establecidos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Coliformes fecales</i>	100 - 700 UFC/ml	164 UFC/ml	0 UFC/ml	4 UFC/ml
<i>E. coli</i>	7.5×10^4 UFC/cm ³	272 UFC/ml	0 UFC/ml	2 UFC /ml
<i>Aerobios Totales</i>	1.5×10^6 UFC/cm ³	207 UFC/ml	20 UFC/ml	4 UFC/ml

Realizado por: Condo, M. 2024

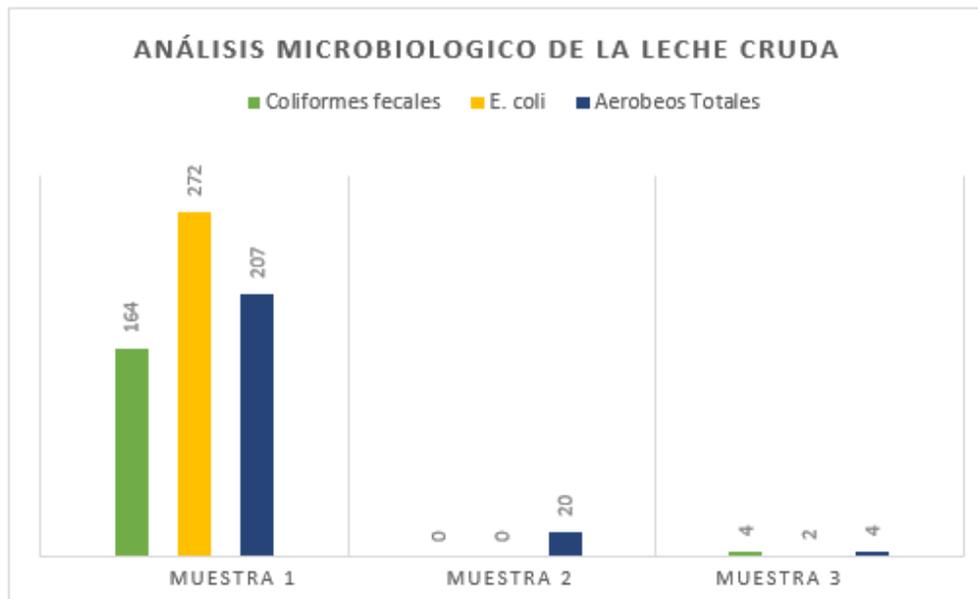


Ilustración 4-5: Análisis microbiológico de la leche

Realizado por: Condo, M. 2024

- **Coliformes fecales**

En los resultados obtenidos se puede observar que la muestra 1 presenta 164 UFC/ ml, la muestra 2 presenta una carga bacteriana nula y la muestra 3 presenta 4 UFC/ ml valores que se encuentran dentro del rango establecido.

Según (Cárdenas y Murillo, 2018). Estos microorganismos surgen por contaminación directa o indirecta con las heces, la cantidad ideal debe ser inferior a 100 UFC/ml; Valores superiores a 700 UFC/ml

indican mala higiene del ordeño, mal sistema de mantenimiento, mala limpieza y desinfección del equipo, mala calidad del agua para el lavado del equipo o de las ubres y exposición de materia fecal en la leche. (p. 30-31)

(Molineri et al. 20090), menciona que la media del recuento de Coliformes totales fue de 424 UFC/ml, un 70.5% de las muestras se encontraron por debajo de 100 UFC/ml. En relación con nuestra investigación se puede observar que son valores inferiores para coliformes fecales totales dando una media de 56 UFC/ ml en comparación al estudio de Molineri que presenta una media más elevada. (pág. 78).

- **Escherichia Coli**

En la tabla 3-2. se puede observar los resultados obtenidos de los análisis para E. coli dando los siguientes datos: para la muestra 1 se obtuvo 272 UFC/ ml, en la muestra 2 0 y en la tercera muestra de 2 UFC/ml. Según la normativa NTE INEN 9: 2015, la leche cruda debe presentar un máximo de 7.5×10^4 de E. coli por lo tanto los resultados obtenidos se encuentran por debajo del rango.

(Lluguín, 2016, p. 44) en su análisis microbiológico de la leche cruda se basa en el reglamento Técnico RTCR: 401-2006 que establece la cantidad estándar máxima permitida siendo esta de 100 UFC/ml, lo cual en su estudio el 42.9% de sus muestras se encuentran dentro del rango establecido, en nuestro caso tuvimos una media de 91.33 UFC/ ml de Escherichia Coli por lo que se encuentra dentro de los límites de aceptación.

- **Aerobios totales**

Los resultados obtenidos para aerobios totales para la primera muestra 207 UFC/ml, para la segunda muestra 20 UFC/ml y para la tercera muestra 4 UFC/ml, cada una de estas muestras se encuentra por debajo de los límites establecidos por la norma NTE INEN 9:2015 la cual nos da un límite de 1.5×10^6

Una investigación realizada en la Sabana de Bogotá, Colombia, evaluando la calidad microbiológica de casi 7.000 muestras de leche cruda de siete procesadoras, descubrió que la contaminación de bacterias aeróbicas en ciertos casos superaba los 108 UFC/ml, con un promedio estimado de 106 UFC/ml. ml. La calidad de la leche en este país se destaca por su mala calidad microbiológica, según los estándares de calidad establecidos en 2006. (Calderón y Martínez 2006, pág. 5), en comparación a nuestros análisis que presenta un bajo índice de contaminación por aerobios totales, esto se puede deber a que los productores realizan buenas prácticas de ordeño y manejo de la leche.

4.3. Obtención del queso holandés Gouda del queso

En la elaboración del queso gouda se siguió la metodología de (Méndez y Ramírez, 2019, p. 39-40), en la ilustración 4-6 se observa los resultados del proceso, se empleó 180 litros de materia prima teniendo 19,8 kg de producto en total, con un rendimiento de 0,14 kg de queso/kg de leche.

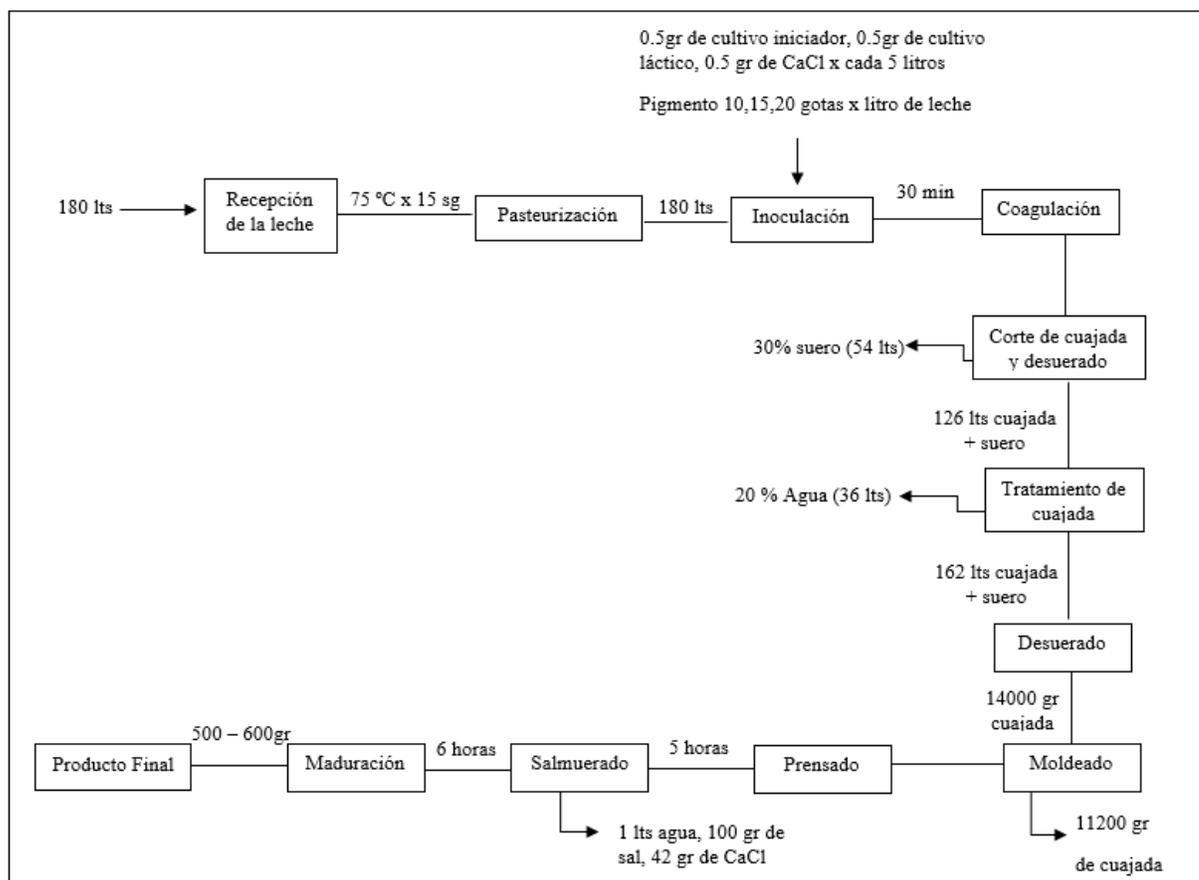


Ilustración 4-6: Diagrama de flujo para la elaboración del queso Gouda

Realizado por: Condo, M. 2024

Según estudios realizados por (Reynaud, 2013, pág. 25) se evalúa el rendimiento práctico quesero mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{Kg queso}}{\text{Kg leche}} \times 100$$

En este estudio se obtuvo un rendimiento del 11 (kg de queso/100 kg de leche), y al compararlo con el estudio de (Reynaud, 2013, pág. 52) en el cual obtiene un rendimiento de 10.81 (kg queso/100 kg leche)

se observa que la metodología empleada en la elaboración del queso gouda presenta un mayor rendimiento a la utilizada por Reynaud en un 0.19%, esto se debe a la metodología empleada al momento de la elaboración del queso factor que influye en el rendimiento quesero, como de la materia prima utilizada.

4.3.1. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso gouda.

En los resultados fisicoquímicos se aplicó el modelo estadístico ADEVA con el fin de establecer si existe diferencia significativa entre las dos variables dependientes; al existir diferencias significativas se aplicó la prueba de separación de medias (Tunkey) con un nivel de significancia ($P < 0.05$).

La tabla 3-3 presenta la interacción que existe entre los diferentes niveles de pigmentación (Tratamientos) y la muestra (días de maduración); logrando medias estadísticas para cada una de las variables en estudio.

Tabla 3-3: Medias estadísticas de las características fisicoquímicas según la interacción AB

<i>Tratamiento</i>	<i>Medias estadísticas</i>			
	<i>Humedad</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Grasa</i>	<i>Proteína</i>
A1B1	37.68	1.81	23.06	27.73
A1B2	36.75	2.54	24.88	28.16
A1B3	44.78	2.93	27.63	30.77
A2B1	33.35	1.86	20.96	26.81
A2B2	36.66	2.43	23.13	25.03
A2B3	43.18	3.03	24.59	30.51
A3B1	32.71	1.99	27.17	26.62
A3B2	38.11	2.49	17.53	27.94
A3B3	46.59	3.03	28.37	31.23
A0B1	35.65	3.29	13.95	25.39
A0B2	39.68	2.42	22.24	27.36
A0B3	44.3	2.77	29.35	26.76

Realizado por: Condo, M. 2024

- **Contenido de Humedad**

En la tabla 3-3. se obtuvo que para los quesos de 30 días de maduración presento una media de 34.85% para los quesos de 45 días tuvo una media de 37.80% y los quesos de 60 días alcanzó una media de 44.74%. De acuerdo con la prueba de Tukey en cuanto a los niveles de pigmentación se obtuvo que no existen diferencias significativas ($p \geq 0.05$) para los tres tratamientos evaluados por lo que el pigmento no altera la composición fisicoquímica del queso como lo muestra el Anexo Q.

En la siguiente ilustración caja y bigotes se puede observar los promedios del contenido de humedad que presenta cada uno de los tratamientos.

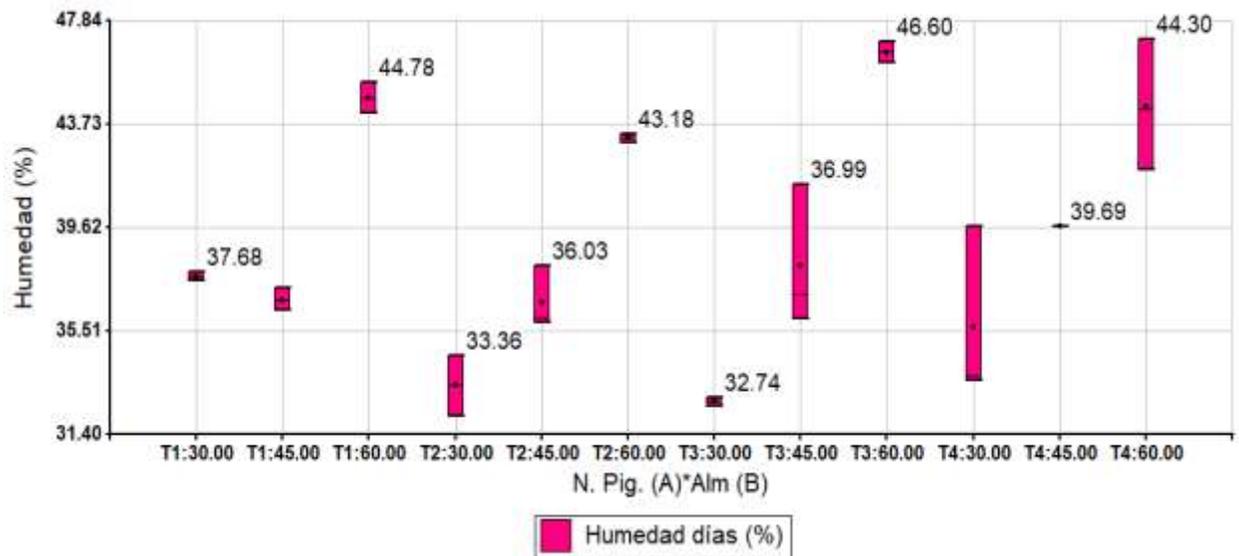


Ilustración 4-7: Porcentaje promedio de humedad de los distintos tratamientos.

Realizado por: Condo, M. 2024

Con los datos anteriores se puede observar que el tratamiento 3 de 60 días presenta un porcentaje de humedad del 46.60%; de acuerdo con la norma NTE INEN 0078: Queso gouda. Requisitos, la humedad máxima que debe tener el queso es del 43%. Por lo que supera este umbral, lo que acelera el deterioro del queso y proporciona las condiciones ideales para la formación de moho no deseado. Como resultado, las cualidades y características del queso que se fabrica dependerán de la temperatura, la humedad relativa y los niveles de aireación adecuados de la cámara de maduración, así como de cómo se manipulen los quesos durante el proceso. (Arciniega y Cadena, 2011, pág. 30-31)

Por otro lado comparando con (Velasco, 2012, pág. 53) en donde evalúa la utilización de fermento casero kéfir en quesos semiduros registra valores de 45.67% al realizar una evaluación con los datos obtenidos se puede observar que los resultados de los análisis realizados en esta investigación sobrepasan los límites establecidos por la norma.

- **Cenizas**

Como se puede observar en el Anexo R. no existe significancia ($p \geq 0.05$) en cuanto a los distintos niveles de pigmento; en cambio el factor B (tiempo de maduración) existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

En la ilustración caja y bigotes se aprecia los resultados medios del contenido de cenizas de los distintos tratamientos pigmentados con diferentes niveles de achiote.

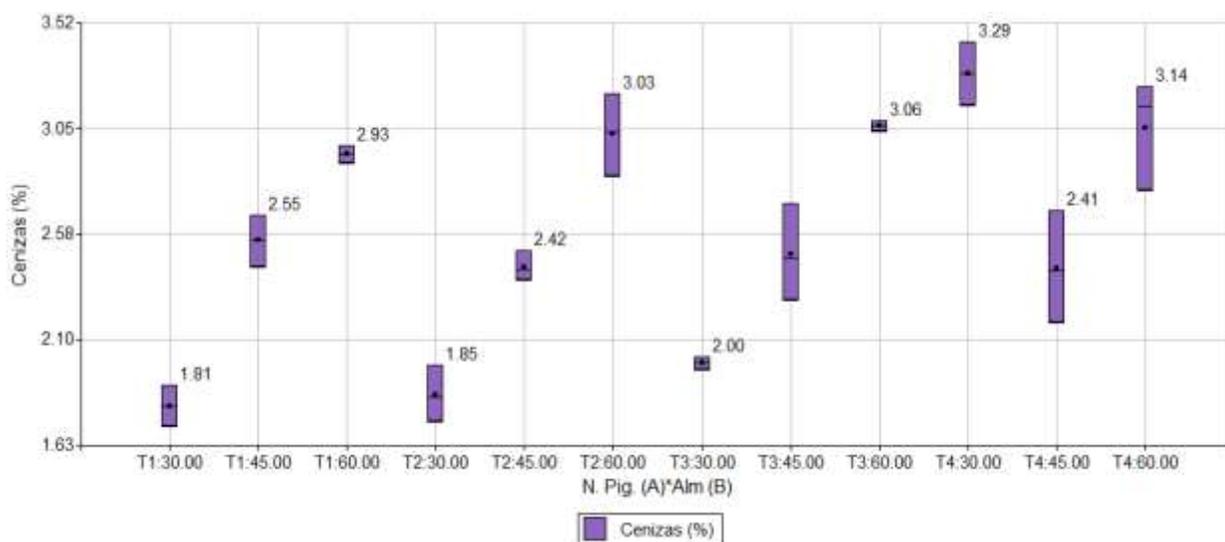


Ilustración 4-8: Contenido medio de cenizas de acuerdo a los tratamientos.

Realizado por: Condo, M. 2024

Se puede observar que el tratamiento 4 de 30 días presenta mayor contenido de cenizas con un valor de 3.29% valores que al comparar con (Velasco, 2012, pág. 58) se encuentra inferiores puesto que registra un contenido de 5.53%, por lo que se puede señalar que las diferencias entre valores puede estar relacionado con la calidad de materia prima, la cantidad el cloruro de sodio y el cloruro de calcio factores que puede incrementar el contenido de cenizas en el producto final.

- **Grasa**

En el queso, la grasa constituye la mayor parte de los sólidos, los cambios de concentración se deben principalmente al proceso de fabricación; además de su valor nutricional, la grasa incide directamente en sus propiedades sensoriales. (López, 2010, pág. 72)

Los resultados obtenidos mediante la separación de medias mediante tuckey se puede observar que existe diferencia significancia ($p \leq 0.05$) para el factor B, teniendo un porcentaje de 27.47% de grasa como lo indica el Anexo S.

A continuación, en la ilustración 4-9. se observa los valores promedios obtenidos de los análisis de grasa de cada tratamiento según su tiempo de maduración y niveles de pigmentación.

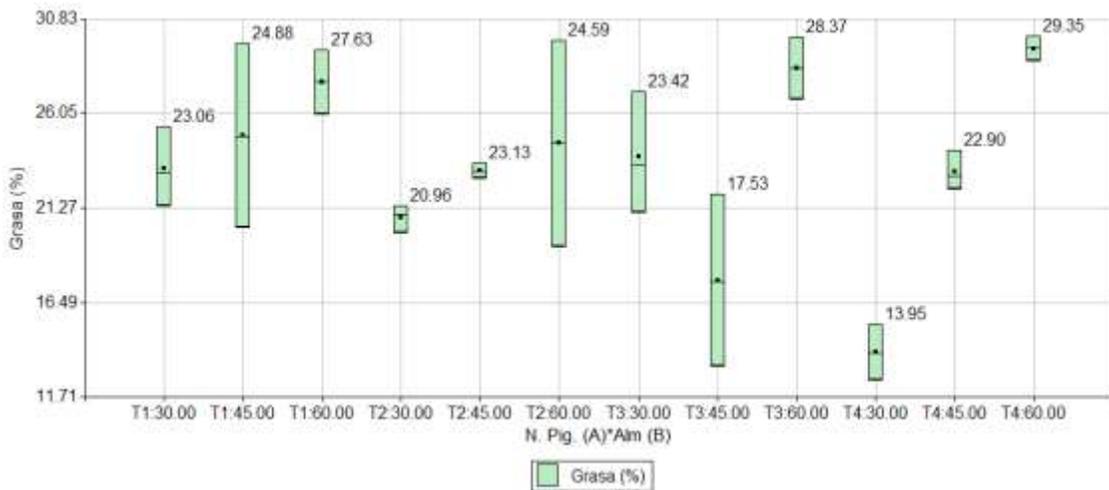


Ilustración 4-9: Porcentaje de grasa según el tiempo de maduración y niveles de pigmentación.

Realizado por: Condo, M. 2024

Con los resultados obtenidos el tratamiento T4:60 presenta mayor contenido de grasa con un porcentaje de 29.35% estando por debajo de los límites establecidos por la norma NTE INEN 78:2012 queso gouda. Según un estudio realizado en Chile en donde evalúa el rendimiento quesero práctico y su correlación con ecuaciones predictivas de rendimiento teórico, en la producción de queso gouda elaborado a partir de leche con y sin adición de retentado proveniente de la ultrafiltración de leche obtiene un porcentaje de grasa promedio de 27.22% (Reynaud, 2013, pág. 43), en comparación con los análisis obtenidos se puede ver que existe mayor cantidad en cuanto al porcentaje de grasa, esto se puede dar al alto contenido de grasa que presenta la materia prima (leche), el proceso de fabricación

debido al prensado y tiempo de maduración que son sometidos estos quesos, además del contenido de humedad.

- **Proteína**

La textura de la cuajada está muy influenciada por las proteínas de la leche, y el análisis de proteínas es un paso esencial en el proceso de maduración, ya que influye en la calidad del queso y ayuda a crear su textura, sabor, fragancia y apariencia. El principal problema es que las altas temperaturas a las que está expuesto el queso durante todo el proceso de fabricación pueden alterar fácilmente las proteínas. (Arciniega y Cadena 2011, pág. 33)

Mediante la prueba tunkey se puede observar que para el factor A (niveles de pigmentación) no existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$) debido a que la bixina no altera las propiedades del queso, sino cambia su color y textura. Por otra parte, en el factor B existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para el queso de 60 días alcanzando un valor medio de 29.7%,

La siguiente grafica indica los valores medios de los diferentes tratamientos evaluados en esta investigación.

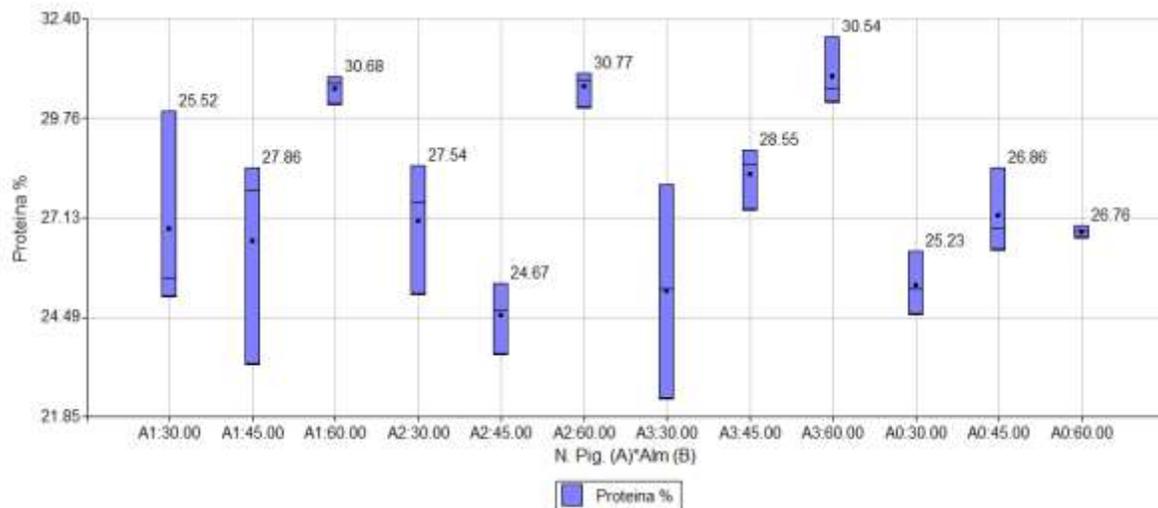


Ilustración 4-10: Porcentaje de proteína según el tiempo de maduración y niveles de pigmentación.

Realizado por: Condo, M. 2024

El tratamiento 3 con 60 días de maduración presenta un 30.54% de contenido de proteína a diferencia de los otros tratamientos los cuales se encuentran por encima de este resultado. Comparando con los datos de (Reynaud, 2013, pág. 45) en donde obtiene un valor promedio de 24.5% de proteína, exhibiendo

un mayor contenido de proteínas; esta variación podría atribuirse a la fermentación láctica durante el proceso de maduración del queso, lo que resulta en la descomposición de proteínas (proteólisis) y grasas (lipólisis), por lo que los valores son menores., además otro factor que altera la proteína es el sistema de fabricación puesto que las proteínas son muy sensibles a los cambios de temperaturas lo cual hace que estas se degraden.

- **Ph**

La textura del queso, la actividad enzimática y el crecimiento microbiológico están influenciados por el pH. El pH es especialmente sensible a los microorganismos. Si bien la mayoría de las bacterias prefieren medios prácticamente neutros, las levaduras y los hongos prosperan mejor en ambientes ácidos. (Pombal, 2015, pág. 34)

El queso gouda debe tener un pH entre 4.9 y 5,2, ya que el potencial de hidrógeno (pH) tiende a elevarse debido al consumo de ácido láctico y a la formación de compuestos alcalinos durante el proceso de maduración

En la siguiente grafico caja y bigotes se puede observar los promedios obtenidos del pH durante el proceso de maduración de los diferentes tratamientos.

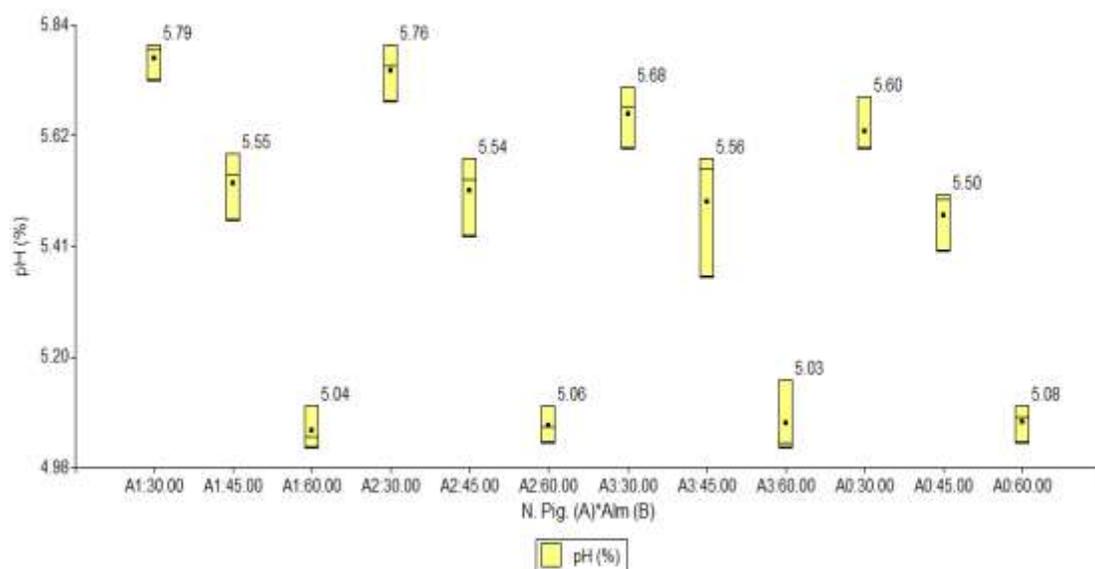


Ilustración 4-13: Ph según los niveles de pigmentación y tiempo de maduración

Realizado por: Condo, M. 2023

Con los datos del grafico se pudo observar que a medida que el queso iba madurando el Ph va descendiendo debido al crecimiento de las bacterias ácido lácticas, pudiendo observar que el tiempo de maduración es una variable que influye directamente.

4.3.2. Análisis microbiológico del queso gouda.

El queso Gouda debe cumplir estándares microbiológicos para garantizar su calidad y frescura. La presencia de bacterias o levaduras indeseables puede afectar la calidad, consistencia y vida útil del queso.

El análisis microbiano puede proporcionar información sobre la eficiencia de la producción y los procedimientos de control de calidad. Esto incluye controles de higiene durante la producción, almacenamiento y manipulación del queso.

En la siguiente grafica se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico en donde se evaluó la influencia que tiene el pigmento frente a los microorganismos patógenos.

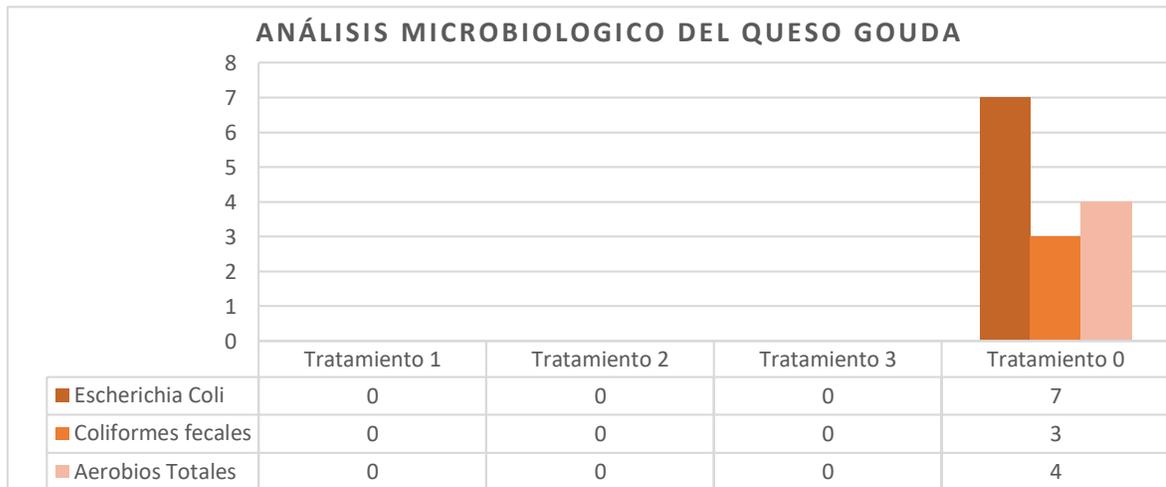


Ilustración 4-12: Análisis microbiológico del queso gouda

Realizado por: Condo, M. 2024

- **Coliformes fecales y Escherichia coli, UFC/g**

En la evaluación del contenido de coliformes fecales y E. coli presente en las diferentes muestras del queso gouda pigmentado con diferentes niveles de achiote, se registra ausencia total para los tres tratamientos a diferencia del tratamiento 0 que presenta 7 UFC/ gr para E. coli y 3 UFC/gr para

Coliformes el cual es un índice bajo de microorganismos, lo que es un indicativo de buenas prácticas de manufactura puesto que estas bacterias llegan a los quesos por malas condiciones de higiene.

Por otra parte, uso del pigmento de achiote ayuda a inhibir el crecimiento bacteriano, estos efectos antimicrobianos pueden deberse a la capacidad de los compuestos, para afectar diferentes procesos bacterianos, como la síntesis de la pared celular, la actividad enzimática o la permeabilidad de la membrana celular. Además, se puede tener propiedades antioxidantes que ayudan a combatir los radicales libres y proteger las células de la oxidación, lo que puede contribuir directamente a su capacidad para inhibir el crecimiento de bacterias.

4.3.3. Evaluación de las características organolépticas el queso gouda elaborado con diferentes niveles de pigmento.

Para la evaluación sensorial del queso gouda se realizó mediante un panel de 10 catadores para conocer la aceptabilidad que tiene el producto y obtener cual es el mejor tratamiento; a los panelistas se les entrego una encuesta en donde se les pidió que valorara cada muestra de queso en una escala numérica la cual se presenta a continuación.

Tabla 3-4: Escala numérica de evaluación sensorial del queso

Características	Puntuación
Color	5 puntos
sabor	5 puntos
Olor	5 puntos
Textura	5 puntos
Total	20 puntos

Realizado por: Condo, M. 2024

En la tabla 3-5. se presenta los resultados de la degustación en donde se evaluó diferentes aspectos como textura, sabor, aroma, color. Esto nos ayuda a tener una visión general sobre la calidad y preferencia del queso.

Tabla 3-5: Resultados de las encuestas del análisis organoléptico

Variables	TIEMPO DE MADURACIÓN						
	Sensoriales	30 días	45 días	60 días	Control	Prob	Sign
Color		2.7	3	4.8	2	0.01	**
Sabor		2.5	4.7	4.5	2.4	0.004	**
Olor		1.8	3.4	4.6	2.5	0.004	**
Textura		2.6	2.4	4.6	2.7	0.006	**

Realizado por: Condo, M. 2024

** : Existe diferencias altamente significativas.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia

- **Color**

En la valoración de las características del color del queso maduro elaborada pigmentado con diferentes niveles de achiote, las medias presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.05$), determinando que los quesos que tuvieron mayor tiempo de maduración alcanzaron una calificación más alta con 4.8 puntos, seguido de eso se encuentra el queso de 45 días con una puntuación de 3, a continuación, se encuentra el queso de 30 días con una puntuación de 2.7 y finalmente se encuentra el queso control con el puntaje menor de 2; lo que significa que el queso de 60 días presenta mayor puntuación en relación con el tiempo de maduración ya que la intensidad del color es mayor dando un amarillo fuerte siendo agradable a la vista del consumidor.

De acuerdo con (Velasco, 2012, pág. 63), Los puntajes de evaluación de los quesos semimadurados oscilaron entre 3.65 y 5. Esto se debe a que el color es ligeramente amarillo, y en comparación con los resultados obtenidos, siendo esta puntuación menor, debido a que esta investigación el producto fue pigmentado con achiote, lo que ayuda a que el color sea más atractivo visualmente para el catalizador.

Según (Escobar, 2021) La leche de vaca contiene betacaroteno, responsable del color amarillo del queso. Este compuesto de color amarillo anaranjado se encuentra naturalmente en el pasto que consumen las vacas. Debido a que es oleoso, se almacena en la grasa de la vaca y se transfiere a la leche en algunos glóbulos de grasa láctea. Durante la elaboración del queso, estos glóbulos de grasa se descomponen y se libera el caroteno, lo que confiere al queso su característico color amarillo. Hoy en día en la industria alimentaria se agrega el achiote que se obtiene del arbusto de la *Bixa Orellana* para unificar este color que presenta la leche. (pág. 29)

- **Sabor**

Para la valoración del sabor de los quesos pigmentados a base de achiote se aprecia una media altamente significativa obteniendo una mayor calificación el queso de 45 días de maduración con 4.7 puntos, en segundo lugar, se encuentra el queso de 60 días con 4.5 puntos y en tercer lugar se ubicó el queso de 30 días y el control con calificaciones similares de 2.5 y 2.4 puntos.

A diferencia del queso de 60 días, que tuvo una menor calificación debido al mayor tiempo de maduración, su sabor se intensifica, lo que es un factor negativo, dado que muchos prefieren un sabor más delicado y sutil. Por lo tanto, el queso con mayor puntuación fue el de 45 días.

Los resultados de la presente investigación son elevados a los registros de (Velasco, 2012, pág. 66) en donde se registró puntuaciones de 4,10; es decir que presento un sabor más agradable a la de Velasco lo que hace que los catadores eleven su puntuación.

Debido a que el agua se evapora durante la fermentación, el queso maduro tiene un sabor más equilibrado y salado, lo que probablemente influya en el resultado.; mismos que se encuentran en relación con la preferencia de los catadores. (Villa, 2010, pág. 44).

- **Olor**

Se recomienda dividir la muestra en dos partes, acercarla a la nariz y aspirar el aroma del queso para obtener una mejor percepción del olor. En quesos jóvenes, el olor láctico es predominante o casi nulo, mientras que en quesos maduros aparecen diferentes aromas debido a una serie de mecanismos, en su mayoría enzimáticos, que transforman diversos componentes como la proteína, los lípidos y principalmente los componentes aromáticos, cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso. (Villa, 2010, pág. 43).

En la valorización realiza para el factor olor del queso gouda se aprecia que las medias presentaron diferencia altamente significativa ($P < 0.05$), alcanzando una mayor calificación de 4.6 sobre 5 para la muestra de 60 días, en segundo lugar, se obtuvo la muestra de 45 días con 3.4 de puntuación, seguido del queso control con 2.5 puntos y por último el de 30 días con un valor de 1.8 sobre 5.

Al hacer referencia con los datos de la investigación de (Velasco, 2012, pág. 65) el cual obtiene una media de 4.05 puntos sobre 5, lo que denota que nuestro producto obtuvo mayor aroma teniendo una mayor aceptación por los panelistas.

- **Textura, puntos**

La textura de los distintos quesos es diferente; sin embargo, los factores que determinan sus cambios son básicamente los mismos puesto que solo las proporciones de los componentes son diferentes. El comportamiento reológico del queso se ve afectado por los componentes principales, como proteínas, grasa y agua, así como por sus características texturales, composición, proceso de elaboración y proteólisis durante la maduración y distribución de la grasa. (Puente, 2022, pág. 37)

La valoración de la textura del queso gouda con 60 días de maduración teniendo de referencia 5 puntos, se obtiene una calificación para este tiempo de maduración de 4.6, seguido de la muestra de 45 días con una puntuación de 2.4 y finalmente para el tratamiento de 30 días y control se obtiene puntuaciones similares de 2.6 y 2.7 respectivamente.

Los resultados de la presente investigación son superiores al ser comparados con (Velasco, 2012, pág. 66) para la variable textura encontrando que no son estadísticamente diferentes por lo que se obtuvo una calificación de 4.15.

4.4. Prueba de hipótesis.

En el análisis de varianzas, se encontró que existe diferencias para los tratamientos factor A (niveles de pigmentación) y para la interacción ente A x B; y diferencias altamente significativas para el factor B (tiempo de maduración) es decir, que tanto los tratamientos como los factores en estudio son diferentes, por lo tanto, se procedió a realizar las respectivas pruebas de significancia para verificar en las cuales se analizaron por separado debido a que el diseño estadístico evalúa dos variables dependientes.

Para el análisis estadístico de los resultados de las características fisicoquímico del queso gouda se evaluaron mediante dos variables dependientes (diferentes niveles de pigmentación y tiempos de maduración.)

4.4.1. Evaluación de las características fisicoquímicas del queso gouda elaborado con diferentes niveles de pigmento y tiempo de maduración

Las siguientes graficas muestran el comportamiento que tiene los diferentes niveles de pigmentación y los tiempos de maduración sobre las características fisicoquímicas del queso gouda, al existir dos variables dependientes los resultados se analizan por separado.

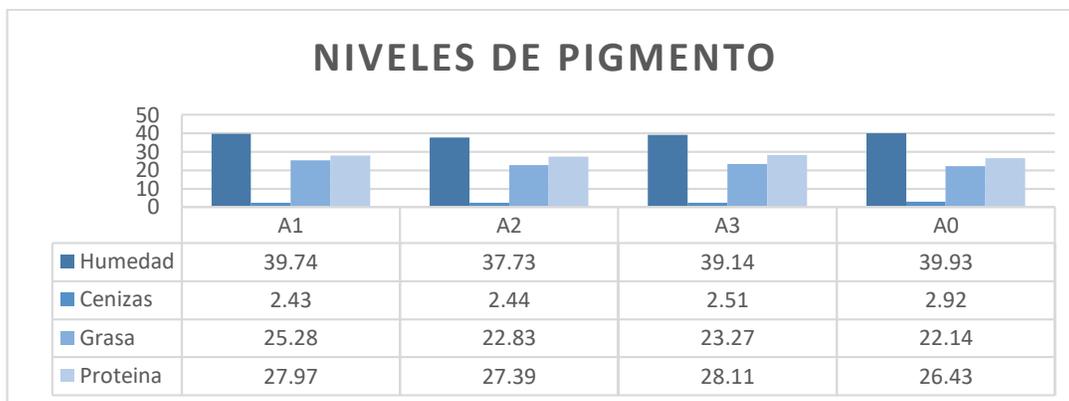


Ilustración 4-13: Evaluación de las características fisicoquímicas del queso gouda elaborado con diferentes niveles de pigmento.

Realizado por: Condo.,M 2024

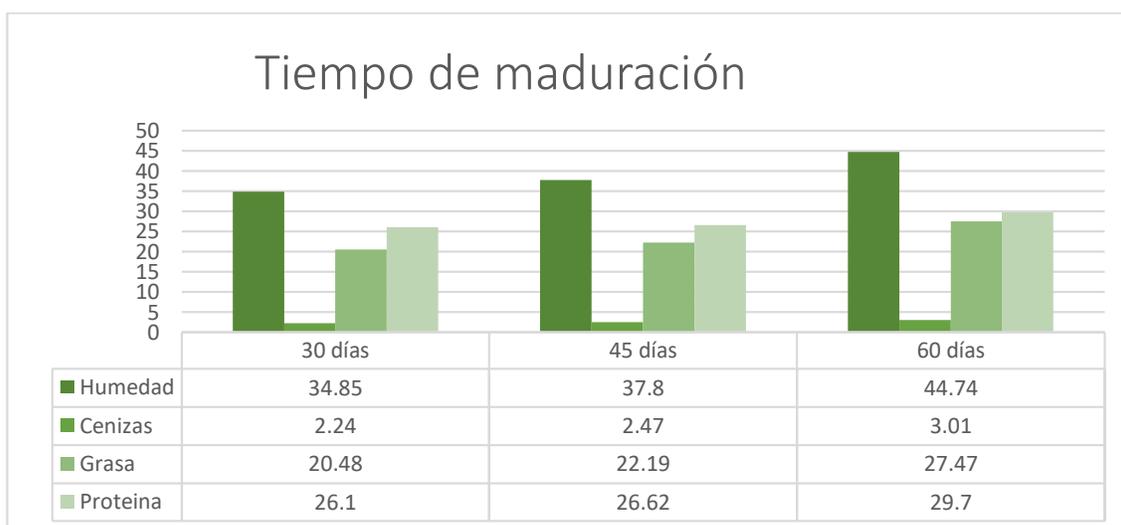


Ilustración 4-14: Comportamiento de las propiedades fisicoquímicas del queso gouda según su tiempo de maduración.

Realizado por: Condo, M. 2024

Según (Badui, 2006) los pigmentos naturales ayudan a la conservación de alimentos, benefician en el procesamiento de los mismos e inclusive pueden modificar sus características sensoriales como son el olor, sabor y el color, por ende el colorante de achiote no agrega ni cambia la textura del queso como son el contenido de proteínas, grasas y carbohidratos, estos van a permanecer sin cambios significativos en el producto final, por esta razón se afirma la hipótesis nula al no existir diferencia significativa para los niveles de pigmento. (pág. 401-406)

4.5. Evolución fisicoquímica del queso gouda.

Durante el proceso de maduración de 60 días el queso experimenta un aumento de proteína de 26.1% a 29.7 % esto se debe a la actividad enzimática el cual descompone las proteínas en aminoácidos dando como resultado mayor concentración de proteína. En el caso de la grasa se obtuvo un porcentaje de 20.48% a 27.47% debido al aumento de ácidos grasos lo que da lugar al proceso de lipólisis produciendo un aumento del aroma del queso.

Para la humedad se obtuvo un aumento progresivo dando un porcentaje de 44.74% a los 60 días de maduración existiendo una relación directa entre la humedad y las características organolépticas del queso. A mayor porcentaje de humedad, menor dureza y mayor adhesividad.

Tabla 3-6: Parámetros fisicoquímicos en el queso Gouda

Parámetros Fisicoquímicos	Tiempo (días)	Valor promedio
% Grasa	30	20.48
	45	22.19
	60	27.47
% Proteína	30	26.1
	45	26.62
	60	29.7
% Humedad	30	34.85
	45	37.8
	60	44.74

Realizado por: Condo, M. 2024

4.5.1. Evolución del porcentaje de grasa

En la gráfica se puede apreciar un aumento en el contenido de grasa del queso gouda a lo largo de su maduración existiendo una diferencia significativa mostrando un aumento brusco teniendo un porcentaje de grasa del 27.47% a los 60 días de maduración, ya que durante la maduración ocurre una hidrólisis de grasa la cual tiene un papel importante en la formación del aroma y de la textura dándonos un queso de calidad.

El contenido de grasa es el factor de mayor influencia en los parámetros de sabor y textura. La grasa contribuye a ampliar el sabor que aportan la sal y los otros componentes del queso. Al reducir el tamaño de los glóbulos de grasa, se obtiene un queso menos amarillo y la intensidad del sabor se reduce con una mayor presión de homogenización. (Wendin *et al.* 2000)

El alto contenido de grasa generalmente provee cremosidad a los quesos, dada su distribución homogénea por la matriz de caseína del queso. Cuando se reduce el contenido graso la caseína juega un rol incluso mayor en el desarrollo de la textura. Los quesos bajos en grasa tienen una inadecuada degradación de la caseína y por lo tanto obtiene una textura relativamente más firme. (Guaraca, 2008, pág. 4)

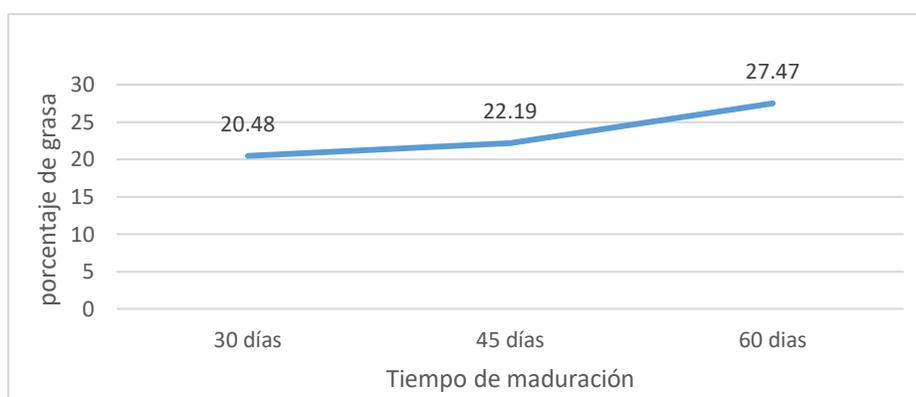


Ilustración 4-15: Evolución del queso gouda según su porcentaje de grasa

Realizado por: Condo, M. 2024

4.5.2. Evolución de porcentaje de proteína

Se puede visualizar que la proteína va aumentando conforme pasa los días, debido a la intervención de varios factores como la actividad enzimática y microbiana durante el proceso de maduración y la evaporación del agua; haciendo que las proteínas se descompongan en aminoácidos por acción de las enzimas presentes en el queso lo que aumenta la concentración de proteína en el producto final. Al comparar con los datos obtenidos por (Tobón *et al.*, 2004) las proteínas del queso Edam oscilan entre 27% y 29% valores idénticos a los de nuestro estudio. Este porcentaje se debe a la calidad de la leche que se utilizó para elaborar el queso.



Ilustración 4-16: Comportamiento de la proteína según el tiempo de maduración
Realizado por: Condo, M. 2024

4.5.3. Evolución del porcentaje de Humedad

Se observa el porcentaje de humedad el cual va aumentando a medida que el queso se va madurando debido a que no se pudo controlar esta variable en la que fue almacenado, otro factor es la actividad microbiana y las enzimas presentes en el queso, aumentando la humedad relativa dentro del queso.

Al relacionar los datos con (Flores, 2008, pág. 17-18) alcanza a los 21 días de maduración un valor de 48% disminuyendo este porcentaje con el tiempo de maduración, a diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación en donde se obtiene un aumento de humedad alcanzando a los 60 días un porcentaje de humedad del 44.74%

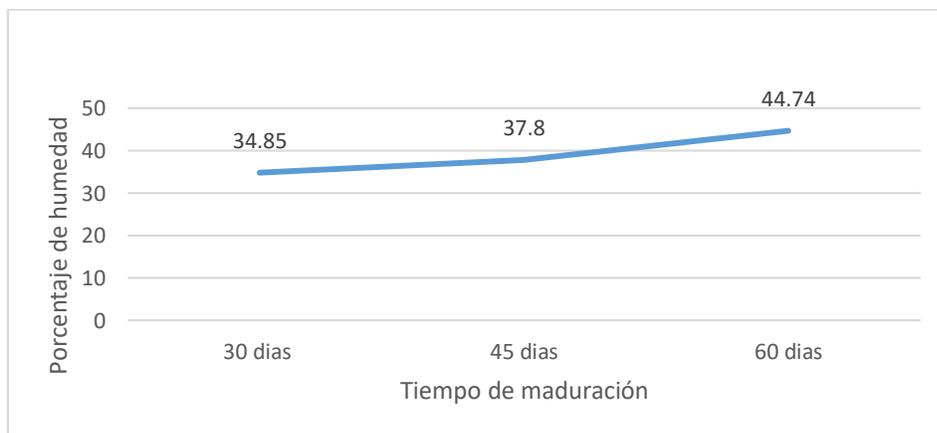


Ilustración 4-17: Evolución del queso gouda según su porcentaje de humedad.

Realizado por: Condo, M. 2024

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinaron las características fisicoquímicas de la leche cruda utilizada en la elaboración del queso gouda, arrojando un promedio porcentual de las tres muestras analizadas un valor de 2,9 g/ml para proteína, 1,028 g/ml para densidad, en el contenido de grasa alcanzó una media de 3,37 g/ml y los sólidos no grasos se obtuvo un valor de 8,19 g/ml resultados que al ser comparados con la norma NTE INEN 9:2012 Leche cruda. Requisitos se encuentran dentro de los límites establecidos en la normativa En cuanto al análisis microbiológico, se obtuvo un porcentaje de 56 UFC/ml para Coliformes, 91 UFC/ml para *Escherichia Coli* y 70 UFC/ml para aerobios, resultados que no exceden los límites máximos y mínimos que estipula la normativa, siendo una fuente optima de calidad la materia prima utilizada en la elaboración del queso gouda.
- La concentración del pigmento Bixina se obtuvo con la metodología de (Sanchez, 2019) modificando tiempo de lavado y secado, mediante comparación visual de color en tiempos de maduración se determinó el uso de 185 CU/ litro leche presentando un amarillo intenso siendo esta tonalidad agradable a la vista del consumidor. Por otra parte, el achiote (*Bixa Orellana*) ayuda a inhibir el crecimiento bacteriano.
- La caracterización fisicoquímica del queso gouda elaborado con diferentes niveles de achiote se realizó según los factores de influencia del comportamiento (niveles de pigmento y tiempo de maduración) concluyendo que los niveles de pigmento no influyen en la composición física y química del queso, mientras que con el paso del tiempo se evidencia mejoras en sus características tanto fisicoquímicas como organolépticas, dando como resultado en quesos con 185 CU/ litro de leche de pigmentación a 60 días un promedio en proteína de 29.70%, humedad 44.74%, cenizas 3.01% y grasa 27.47% valores que al relacionar con las normas descritas anteriormente se encuentran dentro del límite establecido.

Con la utilización del pigmento de achiote en cuanto al análisis microbiológico se aprecia una ausencia total de coliformes fecales, escherichia coli y aerobios totales, que diferencia del tratamiento control (sin pigmento) presenta colonias bacterianas.

- El tiempo de maduración adecuado en la elaboración de queso gouda fue de 60 días puesto que en la evaluación organoléptica se obtuvo valores de puntuación más altas de color (4.8 puntos), sabor (4.5 puntos), olor (4.6 puntos), textura (4.6 puntos), es decir, cuanto mayor sea el tiempo de maduración, mayor será la calidad del producto lo que confirma la aceptación del producto en el mercado teniendo un impacto significativo en la economía de la región amazónica, proporcionando ingresos y oportunidades económicas a las comunidades locales generando un nuevo producto propio de la región.

5.2. Recomendaciones

- Para obtener un mayor rendimiento de pigmento en la extracción de bixina se recomienda utilizar hidróxido de potasio; el cual cumple con las condiciones de solubilidad y toxicidad siendo apto para el consumo humano.
- Fomentar más investigaciones sobre el uso de pigmento de achiote en la conservación de alimentos debido al interés actual de los consumidores que buscan alimentos completamente orgánicos y no nocivos para la salud humana.
- El uso de cámaras de maduración se recomienda como una herramienta esencial para mantener altos estándares de calidad del producto y ofrecer ventajas significativas en términos de control de calidad, desarrollo de sabor y textura, prevención de contaminación y optimización de la producción de queso.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ARCINIEGA, et al.** *Determinación del tiempo de maduración del queso tipo Cheddar, con adición de orégano (*Oreganum Vulgare*)* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2011. pp. 30 - 33. [Consulta: 15 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/243>.
2. **ARMAS Alba, S.** *Determinación de parámetros fisicoquímicos en leche.* [en línea]. (Trabajo de fin de grado) Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna. 2017. pp. 5 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6815>.
3. **ARRÁZOLA, et al.** *Pigmentos y Antioxidantes de origen vegetal* [en línea]. Fondo Editorial Universidad de Córdoba. 2021. [consulta: 2 mayo 2024]. ISBN 978-958-51-0436-5. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4720>.
4. **BADUI DERGAL, S.** *Química de los alimentos* [en línea], PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006 [consulta: 8 mayo 2024]. Disponible en: https://www.academia.edu/28233446/Qu%C3%ADmica_de_los_alimentos_badui_4edi.
5. **BARRERA RUIZ, M.T. y UTIA LINARES, J.L.** *Evaluación del contenido de bixina en *Bixa orellana* L. (achiote) del banco de germoplasma de Zungarococha - Facultad de Agronomía - UNAP.* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Iquitos, Perú. 2019. pp. 54 - 56. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7417>.
6. **BAZAES, María Elena.** *Características de calidad química y sensorial de Queso Gauda* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Unviersidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 2004. pp. 9 - 10. [consulta: 20 mayo 2024]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fab362c/pdf/fab362c-TH.back.1.pdf>.
7. **BONILLA MURILLO, J.** *Manual del cultivo de achiote.* [en línea] 2009, Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715mc.pdf>.
8. **BUSTAMANTE FAJARDO, M.T.** *Efecto de la Utilización de Culantro, Orégano, y Ají en la Elaboración de Queso* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. pp. 1. [consulta: 1 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2182>.
9. **CAJAMARCA CORTE, M.A.** *Determinación de la calidad físico-química de la leche cruda bovina* [en línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de grado) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 2022. pp. 23 - 66 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23660>.

10. **CALDERÓN, A., et al.** *Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia.* *Revista MVZ Córdoba* [en línea] 2006, vol. 11, no. 1, [consulta: 2 mayo 2024]. ISSN 1909-0544. DOI 10.21897/rmvz.457. Disponible en: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/457>.
11. **CÁMARA NACIONAL DE INDUSTRIALES DE LA LECHE [CANILEC].** *El libro blanco de la leche.* [en línea], Canilec. 2011. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: https://www.academia.edu/21018109/EL_LIBRO_BLANCO_DE_LA_LACHE.
12. **CÁRDENAS., et al.** *Calidad bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2018. pp. 30 - 31. [consulta: 7 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31455>.
13. **CORONEL CORONEL, S.P.** *El achiote (Bixa orellana) como antimicrobiano y antioxidante natural para la industria cárnica.* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 13. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17064>.
14. **DEVIA, J.E. y SALDARRIAGA, L.S.** *Planta piloto para obtener colorante de la semilla del achiote (Bixa orellana).* 2003. *Revista Universidad EAFIT*, vol. 39, no. 131, pp. 8 - 22. ISSN 0120-341X.
15. **ESCOBAR ZAPATA, C.A.E.** *Si la leche es blanca, ¿Por qué el queso es amarillo?* 2021. *Revista de Química*, vol. 35, no. 2, 2021. ISSN 2518-2803.
16. **FÉLIX FLORES, Eliana, Geovana,** *Análisis de la cadena de abastecimiento de la leche y su impacto en el índice de precios al consumidor en la ciudad de Quito en el período 2016 al 2017.* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. 2017. pp. 14. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2706>.
17. **FLORES GARNICA, E.J.F.** *Evolución de la Maduración de Queso Gauda Semidescremado con Adición de Cultivo Probiótico *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* y del Prebiótico Inulina.* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 2008. pp. 17 - 23. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/faf6341e/doc/faf6341e.pdf>.
18. **FUENTES MORA, Lonera Luz.** *Estudio de parámetros Microbiológicos que afectan la calidad del Queso tipo Gouda* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad

- Austral de Chile, Valdivia, Chile. 2003. pp. 4. [consulta: 20 mayo 2024]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/faf954e/sources/faf954e.pdf>.
19. **GÓMEZ DE ILLERA, Margarita.** *Tecnología de Lácteos* [en línea] 2005. [consulta: 7 mayo 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/404349444/LIBRO-TECNOLOG-A-DE-LACTEOS-unlocked-pdf>.
 20. **GONZÁLEZ., et al.** *Calidad de la leche cruda*. [En línea] 2010. [consulta: 20 mayo 2024]. Disponible en: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf
 21. **EUROPA.** *Gouda*. [blog]. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://quesosdeeuropa.com>.
 22. **GUARACA B., Á.S.** *Efecto del porcentaje de grasa y el tiempo de maduración en las propiedades físicoquímicas y sensoriales del queso Zamodelfia* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 2008. pp. 4. [consulta: 8 mayo 2024]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/160>.
 23. **INGA ZAMBRANO, L.F.** *Control de calidad en la densidad de la Leche*. [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador. 2017. pp. 13. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11461>.
 24. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).** *NTE INEN 0078: Queso gouda. Requisitos*. [en línea]. 2012. [consulta: 7 mayo 2024]. Disponible en: <http://archive.org/details/ec.nte.0078.2012>.
 25. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).** *NTE INEN 9 Leche cruda Requisitos.pdf* [en línea] 2012. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf.
 26. **IZA NARVÁEZ, M.F.** *Desarrollo de un queso semimaduro con hierbas aromáticas para la granja experimental UDLA* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. 2017. pp. 4 - 33 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7463>.
 27. **LLUGUÍN LASCANO, J.J.** *Análisis microbiológico y resistencia a antibióticos de la leche cruda de bovino comercializada en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba*. [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,

- Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 44. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4978>.
28. **LÓPEZ GUZMÁN, I.K.** *Propiedades físico-químicas, texturales y sensoriales del queso elaborado en el municipio de Vega de Alatorre y su relación con algunas características del queso de La Joya*, [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) 2010. pp. 3 - 72 [consulta: 8 mayo 2024]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/>.
 29. **MÉNDEZ., et al.** *Elaboración de queso gouda*. [en línea], 2019. *Ventana Científica*, vol. 9, no. 15. Disponible en: <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/38/38>
 30. **MERCOSUR.** *Alimentos lácteos*. [en línea], 2023. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_viii_lacteos_actualizado_0123.pdf.
 31. **MOLINERI., et al.** *Calidad Bacteriológica y Relación entre Grupos Bacterianos en Leche de Tanque de Frío*. [en línea] 2009. FAVE sección Ciencias Veterinarias, vol. 8, no. 2, ISSN 2362-5589, 2362-5589. DOI 10.14409/favecv.v8i2.1490.
 32. **MONTESDEOCA., et al.** *Evaluación de la calidad y la eficiencia tecnológica en la producción de queso semiduro gouda*. [en línea] 2020. *Siembra*, vol. 7, no. 2, ISSN 2477-8850. DOI 10.29166/siembra.v7i2.2123.
 33. **NINAHUALPA CADENA, D.C.** *Efecto de la harina de achiote (Bixa orellana) sobre la pigmentación a la canal e inmunoglobulinas en pollos de engorde* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. 2018. pp. 15. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/27102>.
 34. **PÉREZ PEÑA, T.A.** *Estudio reológico de quesos frescos, semimaduros y maduros con mayor presencia en autoservicios en la ciudad de Cuenca* [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de grado) Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. 2016. pp. 3 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5821>.
 35. **POMBAL ÁLVAREZ, M.** *Evolución físico- química y organoleptica del queso afuega'l pitu durante el proceso de maduración* [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Oviedo. 2015. pp. 34. [consulta: 8 mayo 2024]. Disponible en: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/47429>.
 36. **PUENTE TUBAY, B.A.** *Análisis físico-químico y microbiológico del queso fresco elaborado con diferentes niveles de cebollín Shuar*. [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis

- de grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador. 2022. [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18415>.
37. **QUINAPANTA GALARZA, Silvia Tatiana y LÓPEZ GÓMEZ, Andrés Francisco.** *Análisis de la competitividad y su incidencia en el proceso de comercialización del sector lácteo de la provincia de Tungurahua* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas. Carrera de Marketing y Gestión de Negocios, Ambato, Ecuador. 2018. pp. 2 - 3 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/28439>.
38. **QUISPE TICLLASUCA, S.F.** *Evaluación de los parámetros de extracción de la norbixina a partir de las semillas de achiote (Bixa orellanaL.)*. [en línea] (Trabajo de titulación) (tesis de grado) Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, Carrera de Agroindustria, Ayacucho, Perú. 2019. pp. 12. [consulta: 15 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3396>.
39. **RAMIREZ LOPEZ, C. y VÉLEZ-RUIZ, J.** *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. [en línea], 2012, México. [consulta: 8 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carolina-Ramirez-Lopez/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_metodos_de_determinacion_y_factores_que_afectan_su_calidad/links/57601b6208ae227f4a3ee94e/Quesos-frescos-propiedades-metodos-de-determinacion-y-factores-que-afectan-su-calidad.pdf
40. **REYES, B. y CONCEPCIÓN, Z.** *Extracción y evaluación del colorante natural de achiote (Bixa orellana L.) como sustituto del colorante E-102 amarillo No. 5 (Tartracina) en la elaboración de un yogurt*. [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado). 2018. pp. 17 - 70 [consulta: 1 noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1394214>.
41. **REYNAUD CABELLO, D.P.** *Evaluación del rendimiento quesero práctico y su correlación con ecuaciones predictivas de rendimiento teórico, en la producción de queso gauda elaborado a partir de leche con y sin adición de retentado proveniente de la ultrafiltración de leche*. (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2013. pp. 25 - 52 [en línea], [consulta: 7 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174043>.
42. **ROBALINO BENALCÁZAR, P.E.** *Modelo de gestión de calidad e inocuidad en la elaboración de Queso Fresco para Los productores artesanales de la Parroquia Guasaganda* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad Técnica de

- Ambato, Ambato, Ecuador. 2014. pp. 3 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/8564>.
43. **ROJAS PEREA, Jaime.** *Efecto de la harina de achiote (bixa orellana l.) en la pigmentación de pollos de carne cobb 500.* [en línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. 2016. pp. 5 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/415?show=full>
 44. **ROSALES CASTILLO, M.E.** *Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa productora de quesos artesanales a base de hierbas secas en la parroquia el ingenio, cantón Espíndola y su comercialización en la ciudad de Loja* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 2015. pp. 8 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/10609>.
 45. **SALTOS CALUCHO, R.E. y RENATO MORALES, M.J.** *Elaboración de Quesos para Ensalada en Queseras de Bolívar "El Salinerito."* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador. 2020. pp. 9 [consulta: 15 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/904>.
 46. **SÁNCHEZ SÁNCHEZ, S.** *Extracción de bixina de tres variedades de achiote (Bixa orellana L.) utilizando tres solventes.* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad de San Martín, Tarapoto, Perú. 2019. pp. 1 - 27 [consulta: 30 octubre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3543>.
 47. **TOBÓN., et al.** *Caracterización textural y fisicoquímica del queso Edam.* [en línea]. Revista Científica Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 2004, Colombia. [consulta: 10 enero 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472004000100009.
 48. **TOCCHINI, L. y MERCADANTE, A.Z.** *Extração e determinação, por clae, de bixina e norbixina em coloríficos.* [en línea] *Food Science and Technology*, 2001, vol. 21, ISSN 0101-2061, 1678-457X. DOI 10.1590/S0101-20612001000300010.
 49. **TORRES GUTIÉRREZ, X.E.** *Estudio de la producción de la industria láctea del cantón Cayambe en el período 2009-2015* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, Quito, Ecuador. 2018. pp. 11 [consulta: 8 diciembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6052>.
 50. **TRIVIÑO LÓPEZ, G.J.,** 2019. *La comercialización de achiote y su incidencia en los ingresos de los productores del cantón 24 de mayo* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis

de grado) Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 2019. pp. 40 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1765>.

51. **VELASCO JACHO**. *Evaluación de Quesos Semiduros con la Utilización de Fermento Casero (Kéfir)* [en línea] (Trabajo de Titulación) (Tesis de grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012 pp. 1 - 66 [consulta: 1 mayo 2024]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2155>.
52. **VELAZQUES y PIERINA**, *Queso gouda Scribd* [en línea] (Trabajo de grado) Universidad Agraria de la Selva, Perú. 2009. pp. 2 - 4 [consulta: 2 mayo 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/406562545/QUESO-GOUDA-Terminadooo>.
53. **VILLA UVIDIA, D.N.** *Utilización de la Lisozima como Conservante Natural en la Elaboración de Quesos Semi - Maduros en la Planta de Lácteos Molestina* [en línea] (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2010. pp. 43 - 44 [consulta: 6 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/824>.
54. **WENDIN., et al.** *Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of cream cheese*. Food Chemistry, vol. 71, no. 3, ISSN 0308-8146. DOI 10.1016/S0308-8146(00)00200-4.



ANEXO

ANEXO A: Selección y lavado de las semillas de achiote



ANEXO B: Desencapsulado de la semilla y pesaje



ANEXO C: Pesaje de la semilla seca y adición de la solución



ANEXO D: Maceración y filtrado de la semilla



ANEXO E: Secado y obtención del pigmento



ANEXO F: Determinación de concentración de pigmento en muestras de leche



ANEXO G : Análisis fisicoquímico de la leche



ANEXO H: Siembra de muestras de leche en cajas con agar Macconkey y EMB



ANEXO I: Formación y Conteo de colonias



ANEXO J: Pasteurización de la materia prima



ANEXO K: Colocación del pigmento y cuajo



ANEXO L: Corte de cuajada y filtrado



ANEXO M: Prensado de la cuajada



ANEXO N: Pesaje de queso y salmuerado



ANEXO O: Análisis fisicoquímico del queso



ANEXO P: Cultivo y conteo de colonias



ANEXO Q: Contenido de humedad

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	0.05	0.01
Total	35	762.96					
N. Pig. (A)	3	26.71	8.90	2.28	0.18	2.92227719	4.50973956 ns
Alm (B)	2	619.10	309.55	79.27	0.00	3.3158295	5.39034586 **
Int. AB	6	55.80	9.30	2.38	0.16	2.42052319	3.47347661 ns
Error	30	117.15	3.90				
CV. %			5.05				
Media			39.13				

Separación de medias según Tukey (p<0.05)

N. Pig. (A)	Media	Grupo
A1	39.74	a
A2	37.73	a
A3	39.14	a
A0	39.93	a

Alm (B)	Media	Grupo
30	34.85	c
45	37.80	b
60	44.74	a

Int. AB	Media	Grupo
A1B1	37.69	A
A1B2	36.76	A
A1B3	44.78	A
A2B1	33.35	A
A2B2	36.66	A
A2B3	43.18	A
A3B1	32.71	A
A3B2	38.11	A
A3B2	46.59	A
A4B1	35.66	A
A4B2	39.68	A
A4B3	44.44	A

ANEXO R: Contenido de cenizas

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	0.05	0.01
Total	35	8.86					
N. Pig. (A)	3	1.48	0.49	4.10	0.07	2.92227719	4.50973956 ns
Alm (B)	2	3.78	1.89	15.77	0.00	3.3158295	5.39034586 **
Int. AB	6	3.06	0.51	4.25	0.05	2.42052319	3.47347661 ns
Error	30	3.60	0.12				
CV. %			13.45				
Media			2.57				

Separación de medias según Tukey (p<0.05)

N. Pig. (A)	Media	Grupo
A1	2.43	a
A2	2.44	a
A3	2.51	a
A0	2.92	a

Alm (B)	Media	Grupo
30	2.24	c
45	2.47	b
60	3.01	a

Int. AB	Media	Grupo
A1B1	1.81	a
A1B2	2.54	a
A1B3	2.93	a
A2B1	1.86	a
A2B2	2.43	a
A2B3	3.02	a
A3B1	2.00	a
A3B2	2.49	a
A3B2	3.06	a
A4B1	3.29	a
A4B2	2.42	a
A4B3	3.05	a

ANEXO S: Contenido de cenizas

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	0.05	0.01	
Total	35	812.92						
N. Pig. (A)	3	49.04	16.35	1.10	0.42	2.92227719	4.50973956	ns
Alm (B)	2	318.62	159.31	10.73	0.01	3.3158295	5.39034586	**
Int. AB	6	265.71	44.28	2.98	0.10	2.42052319	3.47347661	*
Error	30	445.25	14.84					
CV. %			16.48					
Media			23.38					

Separación de medias según Tukey
($p < 0.05$)

N. Pig. (A)	Media	Grupo
A1	25.28	A
A2	22.83	A
A3	23.27	A
A0	22.14	A

Alm (B)	Media	Grupo
30	20.48	B
45	22.19	B
60	27.47	A

Int. AB	Media	Grupo
A1B1	23.27	A
A1B2	24.92	A
A1B3	27.64	A
A2B1	20.79	A
A2B2	23.14	A
A2B3	24.55	A
A3B1	23.87	A
A3B2	17.59	A
A3B2	28.35	A
A4B1	13.97	A
A4B2	23.11	A
A4B3	29.34	A

ANEXO T: Contenido de proteínas

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	0.05	0.01	
Total	35	219.12						
N. Pig. (A)	3	15.75	5.25	1.40	0.33	2.922277191	4.50973956	ns
Alm (B)	2	90.50	45.25	12.03	0.01	3.315829501	5.39034586	**
Int. AB	6	49.86	8.31	2.21	0.18	2.420523189	3.47347661	ns
Error	30	112.87	3.76					
CV. %			7.06					
Media			27.48					

Separación de medias según Tukey (p<0.05)

N. Pig. (A)	Media	Grupo
A1	27.97	a
A2	27.39	a
A3	28.11	a
A0	26.43	a

Alm (B)	Media	Grupo
30	26.10	c
45	26.62	b
60	29.70	a

Int. AB	Media	Grupo
A1B1	26.84	a
A1B2	26.52	a
A1B3	30.56	a
A2B1	27.05	a
A2B2	24.52	a
A2B3	30.59	a
A3B1	25.19	a
A3B2	28.26	a
A3B2	30.88	a
A4B1	25.34	a
A4B2	27.19	a
A4B3	26.76	a



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO

CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 22/ 07 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Madeline Nayeli Condo Arévalo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniera Zootecnista
 Ing. Javier Ignacio Briones García Director del Trabajo de Titulación
 Ing. Diana Nereida Villa Uvidia Asesor del Trabajo de Titulación