

**UNELLEZ**  
**VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA**  
**Y PROCESOS INDUSTRIALES**  
**PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR**  
**SAN CARLOS – VENEZUELA**



**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y**  
**SENSORIALES DE UN QUESO MADURADO TIPO CHEDDAR CON**  
**SUSTITUCION DE ACHIOTE POR CURCUMA**

**Br. Britany Trovato C.I. V-28.439.750**

**Br. Crismar Suarez C.I. V-30.076.657**

**Tutor: Ing. José Ramos**

**SAN CARLOS, JUNIO DE 2023.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
“EZEQUIEL ZAMORA”  
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA  
Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y MAR  
SAN CARLOS - VENEZUELA**

San Carlos, 01 de febrero del 2023.

Ciudadanos:

**Profesora: María Eugenia Paredes**

**Presidente y demás miembros de la Comisión Asesora del Programa de Ciencias del Agro y del Mar UNELLEZ San Carlos.**

Presente.-

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Yo **Prof. José Alejandro Ramos**, cédula de identidad **Nº 10623612**, hago constar que he leído el Anteproyecto del Trabajo de Grado, titulado **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y SENSORIALES DE UN QUESO MADURADO TIPO CHEDDAR CON SUSTITUCION DE ACHIOTE POR CURCUMA”** presentado por las bachilleres Britany Trovato, titular de la Cédula de Identidad **Nº 28.439.750**, y Crismar Suarez, titular de la Cedula de Identidad **Nº 30.076.657**, para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, del Programa Ciencias del Agro y del Mar y acepto asesorar a las estudiantes, en calidad de tutor, durante el periodo de desarrollo del trabajo hasta su presentación y evaluación.

En la ciudad de San Carlos, a los 01 días del mes de febrero del año 2023.

**Prof. José A. Ramos**

**C.I. Nº 10623612**



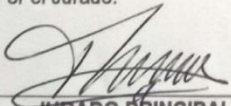
**ACTA DE VEREDICTO FINAL DEL JURADO EXAMINADOR DEL  
TRABAJO DE GRADO (ART. 29 DE LA NORMATIVA)**

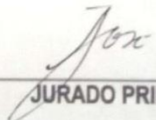
Hoy 8 de junio del dos mil veintitrés, siendo las 12:00 m., reunidos en la jefatura del Programa **Ciencias del Agro y del Mar** de la UNELLEZ VIPI; los profesores (a) José Alejandro Ramos C.I. Patricia Rojas C.I. 10.991.148 y Aular José C.I. 27.013.739, Tutor (a) y Jurados designados por la Comisión Asesora del Programa **Ciencias del Agro y del Mar**, en **Resolución CAPCAM N° 2023/150, Fecha: 08/05/2023, Acta N°: 409 EXTRAORDINARIA, PUNTO N°: 03** para evaluar la presentación oral y pública de la versión final del Trabajo de Grado titulado: "Evaluación de las características físicas, químicas y sensoriales de un queso madurado tipo cheddar con sustitución de achiote por cúrcuma"; requisito final para optar al Título de **Ingeniero (a) Agroindustrial** realizado por la Br. Britany Trovato C.I. 28.439.750 y la Br. Crismar Suarez C.I.30.076.657

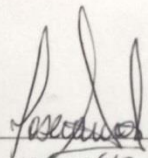

Durante la presentación, el Jurado Examinador verificó el cumplimiento de los Artículos 26 y 27 (literal b) de la **Norma Transitoria del Trabajo de Grado para las Carreras de Ingeniería y Medicina Veterinaria del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de La UNELLEZ**. Culminado el acto a las 12:45 pm, se deliberó para totalizar la **Calificación Parcial (60%)** (Documento y la Presentación), obteniéndose el siguiente resultado:

EXPOSITOR	NOTA OBTENIDA (1 - 5)
Br. Britany Trovato C.I. 28.439.750	4,85
Br. Crismar Suarez C.I.30.076.657	4,85

Por el Jurado:

  
\_\_\_\_\_  
JURADO PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_  
JURADO PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_  
10623612  
  
TUTOR-COORDINADOR

**Vicerrectorado de Infraestructura  
Y Procesos Industriales  
Programa Ciencias del Agro y del Mar  
San Carlos – Venezuela**



**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y SENSORIALES DE UN QUESO MADURADO TIPO CHEDDAR CON SUSTITUCION DE ACHIOTE POR CURCUMA**

**Br. Britany Trovato C.I. V-28.439.750**

**Br. Crismar Suarez C.I. V-30.076.657**

El trabajo de grado titulado “**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y SENSORIALES DE UN QUESO MADURADO TIPO CHEDDAR CON SUSTITUCION DE ACHIOTE POR CURCUMA**”, Presentado por las Brs. BRITANY ALANIS TROVATO REYES, titular de la C.I: 28.439.750, y CRISMAR NAZARETH SUAREZ HERNANDEZ titular de la C.I: 30.076.657, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial, fue aprobado en fecha 08/06/2023 por el siguiente jurado:

---

**Prof. Patricia Rojas**

---

**Prof. José Aular**

---

**Prof. José Ramos**

## DEDICATORIA

**A Dios**, por ser mi guía, darme constancia, claridad, sabiduría y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi proceso de formación como profesional.

**A mis padres**, José Trovato y Vanessa Reyes por ser mi apoyo fundamental desde pequeña hasta lo que soy hoy en día, este es un gran logro que quiero compartir con ustedes dos, gracias por absolutamente todo, los amo infinito.

**A mis hermanos**, Annabella Trovato, Antonella Trovato y Fabrizio Trovato por ser mi motivación a seguir adelante, no importa cuán difícil sea el obstáculo todos mis logros son por ustedes, los amo.

**A mis familiares y amistades**, por darme esas palabras motivadoras día a día, lo cual me llenaban de fuerza y satisfacción.

*Britany A. Trovato*

## AGRADECIMIENTO

**A Dios por bendecirme la vida,** por guiarme correctamente a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

**A mis padres,** por traerme al mundo y enseñarme que en la vida se tiene que luchar por lo que queremos, que a pesar de los tropiezos y dificultades no hay que perder la esperanza de conseguir las metas propuestas.

**A mis tías y abuelas,** por siempre estar al pendiente durante este trayecto, por darme esas palabras de aliento y motivación.

**A mi casa de estudios,** Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”, quien me ha brindado la oportunidad de crecer y lograr formarme como profesional.

**A mí querido tutor de tesis,** el Ing. José Alejandro Ramos por ser un excelente profesor, amigo y tutor académico, por nunca dejarme sola y ser un gran apoyo, por ayudarme a encontrar solución a todos mis problemas durante el desarrollo de mi investigación y sobre todo por haber impartido sus conocimiento con mi persona.

**A mi compañera incondicional,** Crismar Suarez por haber estado conmigo desde el inicio de mi carrera, por afrontar altas y bajas juntas, por darme sus palabras de aliento cuando más lo necesite, siempre serás mi amiga incondicional.

**A mi fiel amigo,** Fernando Contreras por abrirme las puertas de su casa, ser mi segunda familia y ayudarme durante todo este proceso académico.

**Finalmente,** a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y palabra de estímulo, de forma directa e indirecta en este logro.

**A todos gracias...**

*Britany A. Trovato*

## DEDICATORIA

**A Dios**, por ser mi guía y darme la fortaleza de salir adelante, ayudándome alcanzar esta meta, además de su infinita bondad y amor.

**A mis padres**, por ser mis pilares fundamentales, gracias por su constante apoyo y estímulo en todo momento, sus buenos y grandes consejos, sus valores la cual me han permitido ser una persona de bien, con grandes metas y sueños por cumplir, a ellos gracias por su entrega y compromiso.

**A mis seres más queridos**, que no se encuentran en este mundo terrenal que desde el cielo siempre me siguen iluminando para seguir adelante y cumplir mi meta. Siempre estarán presente en mi vida.

**A mis hermanas y sobrinos**, por nunca dejarme sola y tener siempre su apoyo en cada etapa de mi vida, les agradezco tanto apoyo, amor y cariño, LOS AMO.

**A mis abuelos, tíos y primos**, por todas sus palabras de apoyo pero sobre todo por siempre confiar en mí, Gracias por tanto.

**A mi tutor de trabajo de grado**, José Ramos por su profunda dedicación y paciencia, gracias por su guía y todos sus consejos los llevare gravados para siempre en la memoria y en mi futuro profesional.

*Crismar N. Suarez*

## AGRADECIMIENTO

**Principalmente a Dios,** por llenar mi vida de privilegios con salud y fuerzas para luchar siempre y alcanzar cada uno de mis sueños, pero sobre todo por darme el don de la sabiduría, el entendimiento y la fortaleza espiritual necesaria para la realización de este trabajo.

**A mis padres,** por ser mis pilares más importantes, por nunca dejarme sola y ser mis compañeros en esta lucha, por llenarme de amor y de apoyo incondicional pero sobre todo por llenar mi vida de valores y principios. Gracias por regalarme los momentos más maravillosos de mi vida con sus experiencias, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy hoy en día. Ha sido un orgullo y un privilegio para mí ser su hija, LOS AMO.

**A mis hermanas y sobrinos,** por ser mis segundos pilares más importantes en mi vida, gracias por tanto amor, cariño, comprensión y atención, por nunca soltar mi mano y por esas palabras de aliento y motivación que me ayudaron a levantarme y seguir con mis sueños, son mi inspiración, LAS AMO.

**A mis tíos, primos y familiares,** porque cada uno de ustedes pusieron un granito de arena, llenándome de inspiración y consejos que me ayudaron a continuar y seguir tras mis sueños, GRACIAS POR TANTO.

**A mi amiga y compañera,** Britany Trovato, quien ha luchado junto conmigo desde el principio de nuestra formación profesional. Le agradezco a Dios por conocerte y permitirte llegar a mi vida, a ti te agradezco todo este apoyo que junta nos hemos dado, gracias por estar conmigo cuando más te necesito, TE ADORO.

**Al profesor José Ramos,** por su apoyo como tutor y guía profesional, por cada uno de sus consejos y palabras de aliento, pero sobre todo mil gracias por nunca dejarnos solos y sacarnos siempre una sonrisa sin importar las adversidades del camino, LO APRECIO MUCHISIMO.

*Crismar N. Suarez*



## INDICE GENERAL

### Contenido

INTRODUCCION .....	22
CAPITULO I.....	24
I.1.1. EL PROBLEMA.....	24
I.1.1.1. Planteamiento del problema.....	24
I.1.2. Formulación de objetivos .....	26
I.1.2.1. Objetivo general .....	26
I.1.2.2. Objetivos específicos.....	26
I.1.3. Evaluación del problema .....	26
I.1.3.1. Importancia .....	26
I.1.3.2. Interés .....	27
I.1.3.3. Justificación de la investigación.....	27
I.1.4.1. Alcances.....	29
I.1.4.2. Limitaciones.....	29
CAPITULO II.....	30
II.1. MARCO TEORICO .....	30
II.1.1. Antecedentes de la investigación.....	30
II.1.2. BASES TEORICAS.....	31
II.1.2.1. Leche de búfala .....	31
II.1.2.1.1. Características generales .....	32
II.1.2.1.2. Composición química de la leche de búfala .....	32
Tabla 1. Composición química de leche de búfala.....	32
II.1.2.1.3. Propiedades y beneficios .....	33
II.1.2.1.4. Producción de leche de búfala en Venezuela.....	33
II.1.2.2. Cúrcuma .....	34
II.1.2.2.1. Características generales de la cúrcuma .....	34

II.1.2.2.2. Clasificación taxonómica.....	34
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la cúrcuma. ....	35
II.1.2.2.3. Composición química de la cúrcuma .....	35
II.1.2.2.4. Propiedades benéficas de la cúrcuma .....	36
II.1.2.2.5. Colorante natural de la cúrcuma .....	36
II.1.2.3. Hierbas aromáticas .....	37
II.1.2.3.1. Albahaca, características generales .....	37
II.1.2.3.1.1. Clasificación taxonómica.....	37
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la albahaca. ....	38
II.1.2.3.1.2. Composición química de la albahaca .....	38
Tabla 4. Composición química de la albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> L.).....	38
II.1.2.3.2. Orégano, características generales .....	39
II.1.2.3.2.1. Clasificación taxonómica.....	39
Tabla 5. Clasificación taxonómica del orégano. ....	40
II.1.2.3.2.2. Composición química del orégano .....	40
II.1.2.4. Quesos, definición.....	41
II.1.2.4.1. Propiedades físicas y químicas de los quesos .....	41
II.1.2.4.2. Clasificación de los quesos .....	41
II.1.2.4.2.1. Queso madurado tipo Cheddar .....	42
II.1.2.4.2.2. Composición química del queso madurado tipo Cheddar .....	43
Tabla 6. Composición química del queso madurado .....	43
II.1.2.4.2.3. Proceso de maduración del queso .....	44
II.1.2.4.2.4. Evaluación sensorial.....	44
II.1.2.5. Definición de términos básicos.....	47
Grasas:.....	47
Proteína:.....	47

Achiote: .....	47
Lactosa: .....	47
Cuajo: .....	47
Cultivo láctico:.....	47
Pasteurización: .....	48
Enfriamiento: .....	48
Control de calidad materia prima: .....	48
II.1.2.6. Formulación del sistema de hipótesis.....	48
II.1.2.6.1. Hipótesis de la investigación .....	48
II.1.2.6.2. Hipótesis operacional .....	48
II.1.2.6.3. Hipótesis estadística .....	49
II.1.2.7. Formulación del sistema de variables .....	49
II.1.2.7.1. Variables independientes de la matriz de diseño .....	49
II.1.2.7.2. Variables dependientes .....	49
II.1.2.7.3. Variables fijas .....	50
II.1.2.8. Operacionalización de las variables .....	50
Cuadro 1. Operacionalización de las variables. ....	50
CAPÍTULO III.....	51
III.1. MARCO METODOLOGICO.....	51
III.1.1. Tipo de investigación.....	51
III.1.2. Población y muestra.....	51
III.1.2.1. Población.....	51
III.1.2.2. Muestra.....	52
III.1.3. Diseño de la investigación .....	53
III.1.3.1. Diseño de muestreo de los tratamientos.....	53
Cuadro 2. Matriz “D” de diseño con variables codificadas de la investigación. ....	53

III.1.3.2. Materiales y métodos .....	53
III.1.3.2.1. Materiales .....	53
Leche de búfala .....	53
Cuajo líquido .....	54
Cúrcuma ( <i>Cúrcuma longa</i> ).....	54
Albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) .....	54
Orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ) .....	54
III.1.3.2.1.1. Equipos e instrumentos .....	54
III.1.3.2.2. Métodos.....	56
Materiales y Equipos:.....	56
Reactivos: .....	56
Procedimiento: .....	56
2. Determinación de Grasa: (Método Gerber COVENIN 1053-82) .....	57
Materiales y equipos: .....	57
Reactivos: .....	58
Procedimiento: .....	58
2. Densidad o Prueba Lactométrica (Peso Específico) COVENIN 367-82.....	58
Materiales y Equipos:.....	58
Procedimiento: .....	59
4. Acidez titulable COVENIN 658-97 .....	59
Materiales y Equipos:.....	59
Reactivos: .....	60
Procedimiento: .....	60
5. Determinación de pH.....	60
Materiales y Equipos:.....	60
Reactivos: .....	61
Procedimiento: .....	61

Materiales: .....	61
Reactivos: .....	61
Procedimiento: .....	61
Expresión de resultados: .....	62
7. Determinación de la Estabilidad Proteica COVENIN 903-93 .....	62
Materiales y Equipos: .....	62
Reactivos: .....	62
Procedimiento: .....	62
8. Prueba de Lactofermentación .....	63
Materiales y Equipos: .....	63
Procedimiento: .....	63
9. Determinación de Proteínas .....	63
Materiales: .....	63
Reactivos: .....	63
Procedimiento: .....	64
10. Determinación de agentes neutralizantes COVENIN 1200-81 .....	64
Equipo de Ensayo: .....	64
Reactivos: .....	64
Procedimiento: .....	65
Expresión de resultados: .....	65
Metodología para la obtención del queso madurado .....	65
Metodología para la preparación de las unidades experimentales .....	68
Cuadro 3. Matriz de diseño con valores naturales en el experimento final del queso madurado. ....	68
Metodología para la recolección de los análisis físicos, químicos y microbiológicos .....	69
Determinación de porcentaje de humedad: .....	70
Determinación de proteína .....	70

Metodología para valorar los atributos sensoriales del producto queso madurado tipo Cheddar .....	71
CAPITULO IV .....	74
IV.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
IV.1.1. Resultados de la caracterización física y química de la materia prima: leche de búfala en su estado natural.....	74
Cuadro 4. Parámetro de calidad de la leche de búfala. ....	74
IV.2. Resultados de la optimización del proceso de obtención del queso madurado tipo cheddar .....	75
Comprobación de los supuestos del análisis de la varianza.....	75
Figura 3. Histograma de normalidad para la respuesta pH.....	76
Figura 4. Histograma de normalidad para la respuesta ATT. ....	77
Figura 5. Histograma de normalidad para la respuesta Humedad.....	78
Figura 6. Histograma de normalidad para la respuesta Ceniza. ....	78
Figura 7. Histograma de normalidad para la respuesta Grasa.....	79
Figura 8. Gráfica de normalidad de valores esperados vs observados. ....	79
Análisis de la varianza (anavar).....	79
Respuesta pH .....	80
Cuadro 5. Análisis de Varianza para la respuesta pH.....	80
Cuadro 6. Análisis de Varianza para la respuesta ATT.....	80
Cuadro 7. Análisis de Varianza para la respuesta Humedad. ....	80
Cuadro 8. Análisis de Varianza para la respuesta Ceniza.....	81
Cuadro 9. Análisis de Varianza para la respuesta Grasa. ....	81
Cuadro 10. Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey. ....	81
Figura 9. Tabla de medias para las respuestas. ....	82

IV.3. Sustitución del colorante de onoto ( <i>Achiote</i> ) por el colorante natural de la cúrcuma ( <i>Cúrcuma longa</i> ).....	83
Cuadro 11. Cantidades de Cúrcuma por tratamientos. ....	83
IV.4. Analizar las características físicas, químicas y microbiológicas del producto obtenido .....	84
Cuadro 12. Características físicas y químicas del producto.....	84
Cuadro 13. Características microbiológicas del producto. ....	85
Cuadro 13. Caracterización microbiológica de los quesos. ....	85
IV.5. Valoración de los atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) del queso madurado mediante escala hedónica .....	86
a) Analisis para la respuesta sensorial olor. ....	86
Cuadro 14. Prueba de medias para respuesta sensorial olor. ....	86
Figura 11. Gráfico de medias para la respuesta sensorial color. ....	87
b) Analisis para la respuesta sensorial olor.....	87
Cuadro 15. Prueba de medias para respuesta sensorial olor. ....	87
Figura 12. Gráfico de medias para la respuesta sensorial olor.....	88
c) Analisis para la respuesta sensorial sabor.....	88
Cuadro 16. Prueba de medias para respuesta sensorial sabor. ....	88
Figura 13. Gráfico de medias para la respuesta sensorial sabor.....	89
d) Analisis para la respuesta sensorial textura. ....	89
Cuadro 17. Prueba de medias para respuesta sensorial textura.....	89
Figura 14. Gráfico de medias para la respuesta sensorial textura. ....	90
e) Analisis para la respuesta sensorial de la calidad global del producto. ....	90
Cuadro 18. Análisis de la Varianza de los atributos sensoriales. ....	90
Figura 15. Gráfico de medias para la respuesta sensorial calidad global. ....	91

Figura 16. Gráfico de Cajas y Bigotes de los atributos sensoriales.....	91
CONCLUSIONES .....	92
RECOMENDACIONES .....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	94
ANEXOS.....	100



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de leche de búfala.....	32
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la cúrcuma. ....	35
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la albahaca. ....	38
Tabla 4. Composición química de la albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> L.).....	38
Tabla 5. Clasificación taxonómica del orégano. ....	40
Tabla 6. Composición química del queso madurado .....	43

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de las variables. ....	50
Cuadro 2. Matriz “D” de diseño con variables codificadas de la investigación. ....	53
Cuadro 3. Matriz de diseño con valores naturales en el experimento final del queso madurado. ....	68
Cuadro 4. Parámetro de calidad de la leche de búfala. ....	74
Cuadro 5. Análisis de Varianza para la respuesta pH. ....	80
Cuadro 6. Análisis de Varianza para la respuesta ATT. ....	80
Cuadro 7. Análisis de Varianza para la respuesta Humedad. ....	80
Cuadro 8. Análisis de Varianza para la respuesta Ceniza. ....	81
Cuadro 9. Análisis de Varianza para la respuesta Grasa. ....	81
Cuadro 10. Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey. ....	81
Cuadro 11. Cantidades de Cúrcuma por tratamientos. ....	83
Cuadro 12. Características físicas y químicas del producto. ....	84
Cuadro 13. Características microbiológicas del producto. ....	85
Cuadro 13. Caracterización microbiológica de los quesos. ....	85
Cuadro 14. Prueba de medias para respuesta sensorial olor. ....	86
Cuadro 15. Prueba de medias para respuesta sensorial olor. ....	87
Cuadro 16. Prueba de medias para respuesta sensorial sabor. ....	88
Cuadro 17. Prueba de medias para respuesta sensorial textura. ....	89
Cuadro 18. Análisis de la Varianza de los atributos sensoriales. ....	90

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de obtención de queso madurado.....	66
Figura 2. Encuesta hedónica. ....	73
Figura 3. Histograma de normalidad para la respuesta pH. ....	76
Figura 4. Histograma de normalidad para la respuesta ATT. ....	77
Figura 5. Histograma de normalidad para la respuesta Humedad.....	78
Figura 6. Histograma de normalidad para la respuesta Ceniza. ....	78
Figura 7. Histograma de normalidad para la respuesta Grasa.....	79
Figura 8. Gráfica de normalidad de valores esperados vs observados. ....	79
Figura 9. Tabla de medias para las respuestas. ....	82

**UNELLEZ**

**Vicerrectorado de Infraestructura**

**Y Procesos Industriales**  
**Programa Ciencias del Agro y del Mar**  
**San Carlos – Venezuela**



**RESUMEN**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y SENSORIALES DE UN QUESO MADURADO TIPO CHEDDAR CON SUSTITUCION DE ACHIOTE POR CURCUMA**

**Br. Britany Trovato C.I. V-28.439.750**

**Br. Crismar Suarez C.I. V-30.076.657**

**Tutor: Ing. José Ramos**

La leche de búfala se caracteriza por su alto contenido de sólidos totales, buena fuente de lípidos, proteínas, lactosa, minerales y compuestos bioactivos; sus propiedades nutricionales, funcionales y tecnológicas le conceden un gran potencial para desarrollar productos derivados de alta calidad. El objetivo de la investigación consiste en evaluar las características físicas, químicas y sensoriales de un queso madurado tipo Cheddar con sustitución de achiote por cúrcuma, aromatizado con albahaca y orégano como intensificadores del flavor. Se construyó un diseño estadístico completamente aleatorio de efecto fijo de tres unidades experimentales sin repetición mediante el software STATGRAFIC PLUS 5.1 y se estudiaron 5 respuestas: pH, ATT (%), humedad (%), cenizas (%) y grasa (%). En la investigación experimental y controlada se realizaron pruebas pilotos para establecer las condiciones de trabajo; bajo efecto de estudio las variables independientes fueron las siguientes:  $X_1$ : cantidad de cuajo,  $X_2$ : cantidad de colorante,  $X_3$ : tiempo de maduración. Se obtuvo como resultado un queso madurado de color amarillo-verdoso, semiblando y aromatizado con especias; Las características fisicoquímicas no arrojaron diferencias significativas y las microbiológicas para coliformes totales fueron menores en NMP/g; con respecto a las características sensoriales, el primer tratamiento arrojó una mayor aceptación global por los consumidores, al presentar una mayor media para las variables sensoriales de los atributos color, olor, sabor y textura.

**Palabras clave:** Leche de búfala, queso madurado, achiote, cúrcuma, especias aromáticas.

**UNELLEZ**  
**Vicerrectorado de Infraestructura**

**Y Procesos Industriales**  
**Programa Ciencias del Agro y del Mar**  
**San Carlos – Venezuela**



**SUMMARY**

**EVALUATION OF THE PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORY  
CHARACTERISTICS OF A MATURED CHEDDAR TYPE CHEESE WITH  
ANNANT SUBSTITUTION BY CURCUMA**

**Br. Britany Trovato C.I. V-28.439.750**

**Br. Crismar Suarez C.I. V-30.076.657**

**Tutor: Ing. José Ramos**

Buffalo milk is characterized by its high total solids content, a good source of lipids, proteins, lactose, minerals and bioactive compounds; its nutritional, functional and technological properties give it great potential to develop high-quality derived products. The objective of the research is to evaluate the physical, chemical and sensory characteristics of a matured Cheddar-type cheese with turmeric replaced by annatto, flavored with basil and oregano as flavor intensifiers. A completely randomized fixed-effect statistical design of three experimental units without repetition was constructed using the STATGRAFIC PLUS 5.1 software and 5 responses were studied: pH, ATT (%), moisture (%), ash (%), and fat (%). In the experimental and controlled research, pilot tests were carried out to establish the working conditions; Under study effect, the independent variables were the following: X1: amount of rennet, X2: amount of dye, X3: maturation time. As a result, a ripened cheese of yellow-green color, semi-soft and flavored with spices was obtained; The physicochemical characteristics did not show significant differences and the microbiological ones for total coliforms were lower in NMP/g; Regarding the sensory characteristics, the first treatment showed a greater overall acceptance by consumers, presenting a higher mean for the sensory variables of the color, smell, flavor and texture attributes.

**Keywords:** Buffalo milk, matured cheese, achiote, turmeric, aromatic species.

## INTRODUCCION

La leche de búfala es un alimento con características nutricionales excepcionales, ideal para una dieta saludable y equilibrada, dicha leche cuenta con un nivel de calcio mucho más alto que la leche de vaca. Es baja en colesterol, tiene un elevado contenido de antioxidantes naturales (tocoferoles y peroxidasas) es rica en omega 3, magnesio y fosforo.

Por un lado esta leche es notablemente diferente en cuanto a composición con respecto a la leche de vaca, actualmente se elaboran productos tales como queso, manteca o leche en polvo. La formación del sabor y del aroma es menos pronunciada en los productos elaborados con leche de búfala, que en los productos a base de leche de vaca. Esto se debe a la hidrólisis durante la maduración de estos derivados, en la leche de búfala es más lento tanto en actividad lipolíticas como proteolíticas (responsable del sabor y del aroma).

Se ha comprobado que la leche bubalina excede hasta un 39,9% de solidos totales, 95,9% de grasa, 25,6% de proteína y 1,7% de lactosa. La caseína en la leche bubalina existe principalmente en forma micelar, y está demostrado que las micelas tienen mayor tamaño que la leche de bovino, son más opacas, contienen menos nitrógenos, menos ácido ciálico, más calcio y fosforo. Cabe destacar que, como resultado del elevado contenido de calcio en la leche de búfala, su estabilidad a temperatura ambiente elevada es inferior, la tensión de la cuajada es mayor y la coagulación del cuajo más lenta en comparación con la leche de vaca.

La cúrcuma es una planta herbácea perenne, esta planta posee una gran utilidad en diversos sectores, tales como, medicina, cosmética, gastronomía y procesamiento industrial de los alimentos. Debido a lo anterior esta especie ha tenido un potente impacto sociocultural en la vida de las personas, la mayor parte de la cúrcuma es procesada (rizoma) para obtener cúrcuma en polvo, la cual es utilizada como especie en la gastronomía. La presencia de la cúrcuma posee un gran beneficio a la salud,

actúa como un potente antiinflamatorio, posee fibra, proteína, niacina, vitaminas C, E y K, sodio, potasio, calcio, hierro, magnesio y zinc.

Los componentes de las hierbas aromáticas y especiales forman parte de gran variedad de productos incorporados en la vida cotidiana, de esta manera amplia sus aplicaciones en distintas actividades industriales, en la elaboración de alimentos procesados, la incorporación de aromas es primordial, estos aderezan o mejoran el aroma, sabor y color de los alimentos, debido a sus propiedades antioxidantes los preservan. El agregado de las hierbas aromáticas y especias colabora con la generación del flavor distintivo de un producto, entendiéndose como tal al complejo conjunto de propiedades olfativas y gustativas percibidas en la degustación.

En este contexto, la siguiente investigación se plantea obtener un producto tipo queso madurado a partir de la leche de búfala, con la incorporación de las especies antes mencionadas y la sustitución del colorante achiote por el colorante natural de la cúrcuma. La materia prima del producto a elaborar posee una fácil accesibilidad.

## **CAPITULO I**

### **I.1.1. EL PROBLEMA**

#### **I.1.1.1. Planteamiento del problema**

Alrededor del mundo existe una gran variedad de quesos que difieren en estilos y sabores propias de cada una de sus clases que son el resultado del uso de la leche de distintas razas de vaca y mamíferos, ricos en proteínas y calcio. No existe con exactitud un indicio de su origen. Mundialmente la necesidad de este producto se ha incrementado considerablemente en la población, su producción que antiguamente era manual y artesanal ocasionaba que la demanda no fuera satisfecha. A pesar de ello, muchos países tienen proceso de estandarización en líneas de producción para la elaboración de este producto.

Por su parte, el queso debe estar presente en una dieta sana y equilibrada, esta conserva, obtenida por la coagulación de la leche, la acidificación y deshidratación de la cuajada, es la forma más antigua de conservar los principales elementos nutricionales de la leche. Este producto es muy nutritivo, con gran concentración de proteínas, grasas, sales minerales, calcio, fósforo y vitaminas. Con respecto a su valor nutritivo, el queso es parecido a la carne, pero es más concentrado que ésta, favorece además el crecimiento y fortalecimiento de dientes y huesos en los niños (Carpio, 2008; Licata, 2010).

En vista de ello y del crecimiento tecnológico han surgido una gran cantidad de empresas y organizaciones encargada de la producción de este rubro, y Venezuela no es la excepción. En Venezuela el queso se considera uno de los principales acompañantes a la hora de la comida, es uno de los más producidos a nivel nacional, considerando la rentabilidad para las empresas que lo fabrican. A pesar de ello la adquisición de tecnología de punta es bastante difícil y la situación económica que atraviesa el país no es la más idónea, por lo que se encuentran empresas con retrasos tecnológicos y deficiencia de producción.



Por otra parte, actualmente el precio de la leche está regulada por el gobierno nacional para las empresas productoras de leches, y por este motivo pareciera que los productores de queso atraen el mercado de los productores lácteos, habiendo suficiente materia prima para la realización de este producto.

En contraste con ello, actualmente existe una grave problemática en la adjudicación de divisas por parte del ente encargado, siendo determinante las políticas públicas desplegadas por el ejecutivo, según la asociación nacional industrial del queso (Aniqueso), encontrándose que uno de los principales problemas que tiene la industria quesera es el acceso a la materia prima (leche fluida), ya que la producción es baja y además se vende por encima del precio regulado, mientras que el producto terminado (queso) no puede variar el precio (Niebel y Freivalds, 2015).

Para obtener el color característico de los quesos madurados tipo Cheddar, se entiende que su color es uniforme, de una tonalidad clara a un tono más oscuro, hasta alcanzar el color anaranjado. Al igual que muchos quesos, el color del Cheddar es a menudo modificado por el uso de los colorantes comestibles como el achiote (extraído del árbol tropical del mismo nombre), que se usa para darle una tonalidad anaranjada al queso. Es necesario resaltar las contraindicaciones del achiote en su empleo y consumo para así poder evitar daños en nuestro organismo, aunque el achiote está exento de tóxicos de algún tipo, en niveles considerables, es recomendable no consumir alimentos que lo contengan, tanto en mujeres embarazadas, como las que se encuentran en periodos de lactancia (Gongora, 2009).

De igual manera, entre las contraindicaciones de este colorante, encontramos que su ingesta puede llegar a alterar los niveles en la glicemia, en aquellas personas que requieran someterse a procesos quirúrgicos, así mismo en pacientes que presenten dermatitis y que sufran de reacciones alérgicas en su piel, es aconsejable que no mantengan contacto con el achiote, para evitar que puedan agravarse o generarse nuevas alergias.

Usar con precaución en pacientes con insuficiencia renal; puesto que al evaluar la toxicidad del polvo de Achiote en ratas machos y hembras Wistar a dosis de 2000 mg/kg/día ocurrió apoptosis renal en un 20% de las ratas hembras tratadas; sin embargo, la naturaleza precisa de la apoptosis no fue investigada en este estudio (Bautista, A. *et al.*, 2004).

## **I.1.2. Formulación de objetivos**

### **I.1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar las características físicas, químicas y sensoriales de un queso madurado tipo Cheddar con sustitución de achiote por cúrcuma y aromatizado con albahaca y orégano como intensificadores del flavor.

### **I.1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar mediante análisis parcial las características físicas y químicas de la materia prima: leche de búfala en su estado natural.
- Optimización del proceso de obtención del queso madurado tipo Cheddar a base de leche de búfala.
- Establecer la sustitución del colorante de onoto (*Achiote*) por el colorante natural de la cúrcuma (*Cúrcuma longa*).
- Analizar las características físicas, químicas y microbiológicas del producto obtenido.
- Valorar los atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) del queso madurado mediante escala hedónica.

## **I.1.3. Evaluación del problema**

Para evaluar el problema se utilizaron tres criterios; importancia, interés y justificación.

### **I.1.3.1. Importancia**

La leche de búfala tiene gran relevancia en la elaboración de quesos debido a su composición, gracias al alto contenido graso, y de proteínas que permiten un mejor

rendimiento por litro de leche respecto de lo obtenido de la vaca. La gran importancia que tiene en varios países del mundo. A nivel mundial ocupa el segundo en volumen producido luego de la leche bovina, seguido por la caprina y ovina, que ocupan el tercer y cuarto lugar respectivamente (Toledo, 2015).

### **I.1.3.2. Interés**

El interés de esta investigación consiste en obtener un producto tipo queso madurado utilizando la sustitución de la materia prima convencional por leche de búfala, el colorante de achiote por el colorante natural de la cúrcuma y la incorporación de especies aromáticas como la albahaca y el orégano, con la finalidad de intensificar el flavor.

### **I.1.3.3. Justificación de la investigación**

Esta investigación se encuentra enmarcada en el plan general de investigación de la UNELLEZ 2019-2025, en el área CIENCIAS DEL AGRO Y AMBIENTALES. Esta área comprende las investigaciones referidas al estudio de los sistemas de producción agrícola y sus vinculaciones con los componentes socioeconómicos, donde se especializa en líneas de investigación de orden agrológico, que contempla lo relacionado a aspectos asociados a la comercialización de rubros. Así mismo, la investigación es de orden prioritario para el plan general de la patria, 2019-2025; al ubicarse en el área de seguridad y soberanía alimentaria, debido a que comprende el acceso estable y oportuno de los alimentos en la calidad y cantidad necesaria para satisfacer los requerimientos de toda la población.

La siguiente investigación se realizara con la finalidad de innovar el proceso de elaboración de un queso madurado tipo Cheddar utilizando como ingrediente principal la leche de búfala, sustituyendo el colorante achiote por el colorante extraído de la cúrcuma y de esta manera obtener en el producto una pigmentación anaranjada, además de aromatizarlos incorporando como especies la albahaca y el orégano para así intensificar el sabor y olor, de esta manera aportar valores nutricionales a nuestro organismo.

La leche es un alimento muy popular para los venezolanos, su producción diaria promedio es de 6 millones de lts (MPPAT, 2015) y aunque se sabe que es fuente de proteínas, un vaso de esta bebida aporta buena cantidad de proteínas de alta calidad, así como de grasas e hidratos que son las principales fuentes de energía; aunque casi el 90% de la leche es agua, ésta concentra no sólo estos macro nutrientes sino también, vitaminas y minerales, destacándose su aporte de potasio, magnesio, calcio y fósforo, también ofrece vitamina A y ácido fólico (Gottau, 2010).

Por otro lado, la cúrcuma posee múltiples beneficios para la salud gracias a sus propiedades nutricionales (antiinflamatorias, antioxidantes, antibacterianas y digestivas). En algunos países el polvo de raíz de cúrcuma es poco conocido, aunque últimamente comienza a difundirse como aditamento para distintos platos de fusión de cocinas, a los cuales aporta un color y un aroma ligeramente similar al jengibre. Tiene prácticamente todas las propiedades necesarias para que nuestro organismo funcione como un reloj y mantenga a raya a las enfermedades infecciosas (Funes, 2020).

El polvillo naranja o amarillo que se extrae de la planta se utiliza principalmente como aditivo alimentario. “La Unión Europea ha catalogado a la cúrcuma bajo el nombre de E-100, en la categoría de aditivos alimentarios que sirven de colorantes. Aporta aroma, sabor y color amarillo”, explica Narelia Hoyos, presidenta del Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas de Cantabria (Codinucan), miembro del Consejo General de Colegios Oficiales de Dietistas-Nutricionistas.

Por otra parte, la albahaca es una hierba aromática que se emplea tanto en fines culinarios como medicinales. Sirve para aliviar el malestar estomacal y calmar los nervios, también puede ayudar a combatir el insomnio y la fatiga física y mental. A nivel culinario, se utiliza principalmente para condimentar ensaladas, pizzas y platos de pasta. Aunque en algunas culturas es utilizada como planta medicinal, el principal uso de la albahaca es gastronómico y culinario. Resulta muy sabrosa en combinación con el queso mozzarella y el tomate (Rojo, 2020).

Cabe destacar, que el orégano tiene una buena capacidad antioxidante y antimicrobiana contra microorganismos patógenos como *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Staphylococcus epidermis*, entre otros. Estas características son muy importantes para la industria alimentaria ya que pueden favorecer la inocuidad y estabilidad de los alimentos como también protegerlos contra alteraciones lipídicas (Arcila *et al*, ob cit.).

#### **I.1.4. Alcances y limitaciones**

##### **I.1.4.1. Alcances**

Se obtendrá un queso madurado tipo Cheddar bajos condiciones controladas y normas establecidas para la calidad, aporte nutricional y consumo del mismo. Por otro lado, se utilizara como alternativa la sustitución del colorante achiote por el colorante natural de la cúrcuma lo cual aporta un beneficio favorable para la salud.

##### **I.1.4.2. Limitaciones**

Las limitaciones de la presente investigación se rige en función a la poca disponibilidad de los equipos y reactivos del Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la UNELLEZ – VIPI.

#### **I.1.5. Ubicación geográfica**

La investigación se llevará a cabo en la Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), dirección carretera vía Manrique, km.4, apartado No.30, Vice-Rectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (VIPI) San Carlos-Cojedes; específicamente en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos (LITA).

#### **I.1.6. Institución, investigador (es), asesor metodológico y tutor académico**

**Institución:** Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ-VIPI núcleo San Carlos- Edo. Cojedes.

**Investigadoras:** Br. Britany Trovato, Br. Crismar Suárez

**Tutor académico:** Ing. José Alejandro Ramos

## **CAPITULO II**

### **II.1. MARCO TEORICO**

#### **II.1.1. Antecedentes de la investigación**

Manríquez *et al* (2022), formularon y realizaron una caracterización fisicoquímica y sensorial de un queso semimaduro saborizado tipo andino Carchense utilizando como materia prima leche de raza Pizán. Realizaron un experimento por triplicado bajo un diseño completamente aleatorizado donde se desarrollaron dos fases. La primera, referente a la contextualización del queso, evaluando materia prima proveniente de dos razas de ganado, tipo de microorganismos y la temperatura final de desuerado donde se obtuvo el mejor tratamiento mediante un análisis sensorial, correspondiente a el uso de leche de raza Pizán, cultivo láctico *L. delbrueckii* y *L. helveticus*, temperatura de desuerado de 44°C y madurado por 28 días. Con este tratamiento procedieron a la segunda fase, en la que evaluaron la adición de salsas y el recubrimiento a la corteza, donde presentó mayor aceptabilidad el tratamiento saborizado con pesto, madurado por 28 días y con un recubrimiento de especies deshidratadas. Concluyeron que la leche de raza Pizán cumple con los parámetros fisicoquímicos requeridos para la elaboración de quesos madurados debido a su alto contenido de macronutrientes.

Ruíz *et al* (2019), evaluaron una comparación sensorial de queso panela elaborado con leche de búfala (*Bubalus bubalis*) y leche de vaca (*Bos taurus*), determinaron si muestras de queso tipo panela de leche entera de vaca y búfala son perceptiblemente diferentes, se realizó la prueba de diferenciación dúo-trío y para definir el grado de aceptación de cada muestra, se realizó la prueba afectiva de preferencia. Las muestras de leche fueron analizadas fisicoquímicamente antes del proceso de elaboración, así como su rendimiento posterior. Obtuvieron valores de grasa, proteínas, solidos totales y rendimientos mayores en la leche entera de búfala. El análisis sensorial mostró que los jueces determinaron correctamente las diferencias en el sabor, color y olor, pero no así en la textura y de acuerdo a la prueba de

preferencia la mayoría de los jueces eligieron el queso panela elaborado con leche entera de búfala.

Fontal y Vera (2018), desarrollaron quesos semimaduros tipo Cheddar evaluando el tiempo de prensado y el tiempo de maduración; en la investigación experimental realizaron un análisis cualitativo (análisis organoléptico) en los que se determinó color, olor, sabor, aspecto, textura y consistencia del producto a través de la prueba de Friedman. Las variables cuantitativas fueron pH, grasa, extracto seco, humedad y grasa en extracto seco, evaluados con diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial  $A \times B + 2$ . Concluyeron que los análisis al final del proceso determinaron los mejores tratamientos para lograr las características deseadas, destacándose que no es necesario un prolongado tiempo de maduración aunque si es necesario el tiempo de prensado.

## **II.1.2. BASES TEORICAS**

### **II.1.2.1. Leche de búfala**

La leche es obviamente la materia prima principal para la elaboración de los quesos. Siempre partiremos de leche natural, desnatada total o parcialmente, de la nata del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos, o de todos estos productos (Medina, 2013).

La leche de búfala es de alto valor nutritivo y aporta mayores contenidos de calcio, hierro, potasio, fósforo, caseína y menor colesterol. En este tipo de lácteo se encuentran dos copias del gen A2 para beta caseína, por lo que es considerada del tipo A2 la cual contribuye a una mejor digestibilidad; propiedades que la asemejan a la leche materna, por lo que es recomendable para subir las defensas del organismo, disminuye el riesgo de padecer diabetes, alergias o enfermedades cardiovasculares (Suarez, 2019).

### II.1.2.1.1. Características generales

La leche es un líquido blanco, opaco, dos veces más denso que el agua, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado. Constituye un sistema químico y físico-químico muy complejo y, de modo esquemático, se puede considerar como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal (Veisseyre, 1988).

Esta leche tiene la propiedad de inhibir el crecimiento bacteriano, hecho atribuido al elevado contenido de lecitina y la presencia de cantidades variables de glicoproteína, conocido como lactoferrina (0.320 mg/ml). La actividad antimicrobiana ha sido demostrada sobre coliformes, *Bacillus thermophilus* y *Staphylococcus aureus*, inhibiendo el desarrollo de bacterias que requieren hierro.

Por su composición esta leche es considerada de alto valor energético, 90 kcal/100 g en comparación a las 60-70kcal/100 g de la leche de vaca, justificado por las cantidades mayores de las proteínas del suero, la presencia de ácidos grasos poliinsaturados como el tetraédrico, las cantidades de calcio (hasta 190mg/100g), magnesio soluble y fósforo inorgánico (hasta 134mg/100g). El valor de colesterol se ha reportado en 214mg/100g.

### II.1.2.1.2. Composición química de la leche de búfala

**Tabla 1. Composición química de leche de búfala.**

Especie	Sólidos totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Cenizas %
Búfalo ( <i>Bubalus bubalus</i> )	16,31-17,49	6,37-7,34	3,93-4,42	3,83-5,55	0,75-0,85

**Fuente:** Patiño (2020).



#### **II.1.2.1.3. Propiedades y beneficios**

La leche de búfala es una excelente solución para quienes no toleran la beta caseína A1 (proteína de la leche de vaca). Como es más fácil de digerir, la hace ser más tolerable produciendo menos sensibilidades y alergias. No produce inflamación intestinal, con lo cual está recomendada para celíacos, y personas con enfermedades autoinmunes como el Crohn o la colitis ulcerosa (Claire, 2022)

La leche de búfala es considerada dentro de los rangos y valores nutricionales como una excelente opción para complementar una dieta saludable; dentro de sus múltiples beneficios, se encuentran el controlar la proliferación bacteriana gracias a su alto contenido de lecitina; el cuidado de los huesos, dientes y encías por sus niveles de calcio; la reducción de la presión arterial; el favorecimiento del crecimiento de las uñas y la renovación celular de piel por su contenido de zinc; la oxigenación de las células debido a que posee una fuente natural de B2; la disminución de padecer diabetes, enfermedades del corazón, y alergias; el aportar al desarrollo psicomotor de los niños; y el ser coadyudante a la aparición de la leche materna, entre otros.

#### **II.1.2.1.4. Producción de leche de búfala en Venezuela**

El ministro del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (Soteldo, 2020), reveló que, a pesar de los bloqueos y el acoso internacional, Venezuela cuenta con el índice de ordeño de ganado bufalino más alto de América Latina. Indicó que actualmente se tiene un rendimiento de 41.417.324 litros de leche de búfala al año, lo que representa un promedio de 8 millones de kilos de queso, que sirven para la alimentación del pueblo venezolano.

Asimismo, el titular de la cartera agrícola, señaló que este tipo de ganadería es de alta resistencia, demuestra su versatilidad en cualquier condición, bien sea desde climas desérticos, hasta climas muy fríos.

### **II.1.2.2. Cúrcuma**

El oro indio, el azafrán de los pobres; estos y otros calificativos de la cúrcuma hablan a las claras de la gran importancia de esta raíz asiática. Aunque es un condimento muy apreciado en la cocina y la dieta por aportar color y sabor a las comidas, sus aplicaciones en el campo de la medicina la hacen aún más valiosa. La cúrcuma es fuente de nutrientes y sustancias como vitaminas C, E y K, niacina, sodio, calcio, potasio, cobre, magnesio, hierro y zinc (Manzanero y Navarro, 2021).

#### **II.1.2.2.1. Características generales de la cúrcuma**

La cúrcuma es herbácea y perenne. No llega a medir más de metro y medio de altura. De hecho, crece en forma horizontal y no erecta. Su principal valor se encuentra en las raíces, las cuales son ramificadas y protuberantes, con un grosor similar al de los dedos de las manos. Sus hojas salen directamente del suelo porque no tiene tallo. Por ello es una mata acaule.

Por fuera los rizomas de la planta son de color grisáceo, marrón claro o medio amarillos. Internamente muestra una tonalidad entre amarilla y naranja bastante fuerte. Su aroma y sabor son penetrantes. El nombre de Cúrcuma longa le fue dado, porque las hojas son de peciolo largo, de hasta 115 centímetros, con una vena extensa. La lámina llega a medir entre 70 y 100 centímetros de extensión, por unos 45 centímetros de ancho. Su forma es ancha y se van reduciendo hasta llegar a una punta estrecha y fina (Manzanero y Navarro, ob cit.)

#### **II.1.2.2.2. Clasificación taxonómica**

La cúrcuma (*cúrcuma longa L.*) Según el sistema de clasificación APG III del año 2009, establece lo siguiente en la Tabla 2.

**Tabla 2. Clasificación taxonómica de la cúrcuma.**

---

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Filo:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Orden:</b>	Zingiberales
<b>Familia:</b>	Zingiberácea
<b>Género:</b>	Cúrcuma
<b>Especie:</b>	Longa

---

**Fuente:** Sistema de clasificación APG (2009).

#### **II.1.2.2.3. Composición química de la cúrcuma**

- ❖ La cúrcuma, de composición química  $C_{21}H_{20}O_6$ , es un estilbenoide, un diarilheptanoide derivado de la ruta de Shikimato /Acetato-malonato. Se trata de un polvo cristalino insoluble en agua pero soluble en etanol y ácido acético.
- ❖ La curcumina deriva de la demetoxicurcumina a través de una reacción enzimática mediada por la enzima O-metiltransferasa (OMT), que deriva a su vez de la bisdemetoxicurcumina a partir de una hidrolasa.
- ❖ El rizoma de la cúrcuma presenta también aceites volátiles en un máximo de 5%. Son estos compuestos terpenoides los que le dan el aroma característico a este rizoma.
- ❖ Presenta una amplia variedad de sesquiterpenos cetónicos característicos de la especie, como son la ar-tumerona (máximo de 25%), los isómeros  $\alpha$ -turmerona (atlantona) y  $\beta$ -turmerona (curlona) (máximo de 30%) y zingibereno (máximo de 25%) (Ríos *et al.*, 2008).
- ❖ También contiene cariofileno,  $\alpha$ -curcumeno, bisaboleno y  $\beta$ sesquifelandrenendreno (Ríos *et al.*, ob cit.).

- ❖ Los sesquiterpenoides son unas potentes moléculas antioxidantes, detrás de los curcuminoides (ZHAO *et al.*, 2010).

#### **II.1.2.2.4. Propiedades benéficas de la cúrcuma**

De acuerdo a los estudios científicos aplicados, se ha evidenciado que este alimento desempeña un papel de primer orden en el tratamiento de la salud. Por eso, universidades y laboratorios médicos de todo el mundo han dedicado mucho tiempo y recursos a conocer más a fondo esta raíz (Manzanero y Navarro, ob cit.).

- ❖ Capacidad antiinflamatoria.
- ❖ Recomendada para fines estéticos.
- ❖ Mejora la función hepática.
- ❖ Alivia el dolor de garganta.

#### **II.1.2.2.5. Colorante natural de la cúrcuma**

El color de la raíz de la cúrcuma proviene de la curcumina, un compuesto fenólico con propiedades antioxidantes, por eso se ha empleado también como conservante de alimentos (Carrau, 2017).

El turmérico o cúrcuma es el polvo obtenido por desecación y molienda de los rizomas de la Cúrcuma, es una especie de color amarillo y aroma pungente característico. La especia es un componente fundamental del curry, al que confiere su color amarillo intenso característico. El pigmento mayoritario es la curcumina, que es insoluble en agua y parcialmente soluble en alcohol, se pueden preparar distintas forma de aplicación de la Cúrcuma, dependiendo de si se necesitan que sean hidro o liposolubles.

La curcumina presenta un color amarillo limón en medio ácido, con característico tono verdoso, a medida que el pH se incrementa, el tono verdoso desaparece y en condiciones alcalinas (pH sobre 9.0) el color es anaranjado y su estabilidad disminuye drásticamente.

### **II.1.2.3. Hierbas aromáticas**

Son las plantas que poseen la característica de aromatizar o condimentar los alimentos, mediante la incorporación de sus hojas; con el objetivo de potenciar y resaltar los sabores a nuestros platos (Salvia, 2011).

#### **II.1.2.3.1. Albahaca, características generales**

La albahaca se utiliza como condimento y aromatizante en muchos países. Es aplicada como una alternativa para dar sabor a las ensaladas, pastas y pizzas típicas de la cocina italiana. Tiene un aroma especial que le aporta a nuestros platos un sabor dulzón, bastante penetrante y muy fresco, pero en caso de que se empleen con especias secas, todas estas características se rebajan bastante. Es posible consumirla de forma cruda, aunque prima su consumo estando cocida y además permite emplearla en numerosos tipos de platos diferentes, lo que la hace increíblemente versátil.

Comúnmente se les conoce como especie o hierba/planta aromática, pero específicamente y realmente, forma parte de una familia de hierbas que recibe el nombre de lamiáceas. Estas son plantas con flores en las que se dan numerosos géneros y miles de especies distintas. Esta planta es perenne y aunque no posee una gran altura, en ocasiones puede alcanzar hasta los 130cm de altura. Posee unos finos tallos encargados de cubrir sus hojas, que generalmente son ovaladas, con una anchura mayor o menor y con tonalidades de verde que pueden variar hasta alcanzar un morado oscuro e intenso cercano al negro. Al mismo tiempo, produce unas flores a partir de las llamadas espigas, situadas en la parte superior, y estas son tubulares con un color violáceo o incluso blanca y de un tamaño pequeño (López, 2017).

##### **II.1.2.3.1.1. Clasificación taxonómica**

En la siguiente tabla se presenta la taxonomía (ciencia de ordenamiento de los organismos en un sistema de clasificación).

**Tabla 3. Clasificación taxonómica de la albahaca.**

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Lamiales
<b>Familia:</b>	Lamiaceae
<b>Subfamilia:</b>	Nepetoideae
<b>Tribu:</b>	Ocimeae
<b>Género:</b>	Ocimum
<b>Especie:</b>	O. basilicum L.

**Fuentes:** (Wikipedia, 2009).

#### **II.1.2.3.1.2. Composición química de la albahaca**

La composición de la albahaca se presenta en la tabla 4, destacándose su alto contenido de hidratos de carbono y vitamina C.

**Tabla 4. Composición química de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.)**

<b>Elemento</b>	<b>%</b>
Agua	6,4
Proteínas	14,4
Grasas	4,0
Hidratos de carbono	60,9
Fibra dietética	40,5

Cenizas	14,3
Vitamina C	61,2 mg

---

**Minerales (mg/100g)**

---

Calcio	21
Hierro	42
Fosforo	490

---

**Fuente:** (Barrios-Pérez, 2009).

### **II.1.2.3.2. Orégano, características generales**

El orégano se utiliza en pequeñas proporciones para dar aroma y sabor a muchos platos, pudiendo emplear las hojas de esta hierba en fresco o en seco, siendo esta última opción mucho más concentrada en nutrientes. Así, podemos condimentar con orégano diferentes salsas, pastas, pizzas, un pan, brochetas o tarta. También se podría utilizar para elaborar una infusión con mucho aroma y valiosas propiedades (Gottau, 2019).

En una planta vivaz que vive más de dos años, de tallo recto, que alcanza entre 30 y 80cm no es redonda si no, curiosamente cuadrado, ramificado en la parte más alta, totalmente cubierto de pelusilla blanca posee un rizoma rastrero, las hojas brotan de dos en dos en cada nudo, son enteras, ovaladas, acabadas en punta, también se recubren de pelusilla por ambas caras y su longitud es de hasta 4cm. Posee peciolo y aparecen cubiertas también de glándulas (Cameroni, 2013).

#### **II.1.2.3.2.1. Clasificación taxonómica**

**Tabla 5. Clasificación taxonómica del orégano.**

---

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Lamiales
<b>Familia:</b>	Lamiaceae
<b>Subfamilia:</b>	Nepetoideae
<b>Tribu:</b>	Mentheae
<b>Género:</b>	Origanum
<b>Especie:</b>	Origanum vulgare

---

**Fuente:** (Universidad Guayaquil, 2021).

#### **II.1.2.3.2.2. Composición química del orégano**

Existen diversos estudios sobre la composición química del orégano, usando extractos acuosos y sus aceites esenciales. Se han identificado flavonoides como la apigenina y la luteolina, agliconas, alcoholes alifáticos, compuestos terpénicos y derivados del fenilpropano. En *O. vulgare* se han encontrado ácidos coumérico, ferúlico, caféico, *r*-hidroxibenzóico y vainillínico. Los ácidos ferúlico, caféico, *r*-hidroxibenzóico y vainillínico están presentes en *O. onites*. Los aceites esenciales de especies de *Lippia* contienen limoneno, *b*-cariofileno, *r*-cimeno, canfor, linalol, *a*-pineno y timol, los cuáles pueden variar de acuerdo al quimiotipo. En extractos metanólicos de hojas de *L. graveolens* se han encontrado siete iridoides minoritarios conocidos como loganina, secologanina, secoxiloganina, dimetilsecologanosido, ácido logánico, ácido 8-*epi*-logánico y carioptosido; y tres iridoides mayoritarios como el ácido carioptosídico y sus derivados. También contiene flavonoides como naringenina y pinocembrina, lapachenol e icterogenina (Arcila *et al.*, 2004)



#### **II.1.2.4. Quesos, definición**

El queso es "una forma de conservación de la caseína y de la materia grasa de la leche, que se obtiene por coagulación de la misma seguida del desuerado, donde se separan, por un lado, el suero constituido por la mayor parte del agua y de los componentes solubles de la leche y, por otro, la cuajada que aún retiene una pequeña fracción del suero" (Alais, 1985).

##### **II.1.2.4.1. Propiedades físicas y químicas de los quesos**

Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, el cual por coagulación, engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales permanecen adsorbidas en el sistema o se mantienen en la fase acuosa retenida (Walstra *et al.*, 2006).

##### **II.1.2.4.2. Clasificación de los quesos**

Según Martínez (2017), los quesos se clasifican:

###### **a) Por su contenido en grasa.**

- Magros: - del 25% de grasa.
- Semimagros: si tienen entre un 25% y un 45%
- Grasos: si tiene entre un 45% y no más de 60%
- Extragrassos: si tienen un 60 % o más

###### **b) Por su proceso de elaboración.**

- Frescos. Los quesos frescos son los que se hacen fermentar la leche antes consumirlos.
- Madurados: Los quesos madurados son los además de la fermentación láctica, tiene otro proceso que se llama maduración.
- Queso tierno: menos de 21 días.
- Queso oreado: maduración de 21 a 90 días.
- Queso semicurado: maduración de 3 a 6 meses.
- Quesos curados: más de 6 meses.

- Fundidos.
- Quesos de suero.
- c) Por su humedad de la pasta.**
  - Duros.
  - Semi-dura.
  - Blanda.
  - Semi-blanda.
- d) Según su corteza.**
  - Sin corteza.
  - Corteza seca.
- e) Por la textura de sus pasta.**
  - Con agujeros redondos.
  - De textura granular.
- f) Según el tratamiento de la leche**
  - Quesos de pasta cruda.
  - Quesos de pasta cocida o pasteurizada

#### **II.1.2.4.2.1. Queso madurado tipo Cheddar**

El queso Cheddar es un queso inglés, es uno de los quesos más populares del reino unido y uno de los más conocidos en todo el mundo. Se elabora con leche de vaca, es un queso de pasta dura, firme, lisa, cerosa y de color uniforme, color que puede variar del blanco pálido al naranja intenso, el Cheddar naranja que es conocido como Cheddar rojo, se obtiene por la adición de un colorante nativo de Sudamérica, el achiote o bija. El queso Cheddar se puede encontrar con distintos puntos de madurez, y por lo tanto, con sabores más suaves o más fuertes, y texturas más cremosas o más secas, según el tiempo de maduración, que puede ir de unos pocos meses hasta 5 o 6 años, incluso más (Méndez, 2018).

#### II.1.2.4.2.2. Composición química del queso madurado tipo Cheddar

**Tabla 6. Composición química del queso madurado**

<b>Composición</b>	<b>Cantidad(gr)</b>	<b>CDR (%)</b>
Kcalorías	392,84	20,5
Carbohidratos	0,35	0,1
Proteínas	25,39	53,1
Fibra	0	0
Grasas	32,2	60,6

<b>Minerales</b>	<b>Cantidad (mg)</b>	<b>CDR (%)</b>
Sodio	675	42,2
Calcio	752	62,7
Hierro	0,59	7,4
Magnesio	0	0
Fosforo	489	69,9
Potasio	102	5,1

<b>Vitaminas</b>	<b>Cantidad (mg)</b>	<b>CDR (%)</b>
Vitamina A	0,44	48,9
Vitamina B1	0,04	3,3
Vitamina B2	0,44	33,8
Vitamina B3	4,32	0
Vitamina B12	0	40
Vitamina C	0	0

**Fuente:** Licata (1999).

#### **II.1.2.4.2.3. Proceso de maduración del queso**

El queso Cheddar es uno de los quesos más fácil de reconocer por su característico color naranja, aunque lo que muy pocos saben es que puede variar desde un tono amarillo claro hasta los tonos más anaranjados. Estas tonalidades cambian según su tiempo de maduración, aunque en muchos casos también se les añade colorantes naturales como puede ser el pimentón o el achiote, lo que hace mucho más fácil su identificación. La maduración óptima de este queso va entre los tres meses al año, aunque podemos encontrar variedades con dos años de maduración, conocido como Cheddar envejecido, con un sabor más intenso debido a que este puede variar mediante el proceso, ya que se intensifica según su tiempo de curación (Yorkshire, 2010).

Los cambios químicos responsables de la maduración son: a) Fermentación o glucólisis: la fermentación de la lactosa a ácido láctico, pequeñas cantidades de ácidos acético y propiónico, CO<sub>2</sub> y diacetilo. Es realizada fundamentalmente por las bacterias lácticas. Comienza durante la coagulación y el desuerado y se prolonga hasta la desaparición casi completa de la lactosa. El ácido láctico procedente de la degradación de la lactosa no se acumula en la cuajada sino que sufre distintas transformaciones de naturaleza diversa. b) lipólisis o hidrólisis de las grasas: Vásquez (2010) afirma que afecta a una pequeña proporción de éstas. Sin embargo, los ácidos grasos liberados y sus productos de transformación, aunque aparecen en pequeñas cantidades, influyen decididamente en el aroma y sabor del queso.

#### **II.1.2.4.2.4. Evaluación sensorial**

A pesar de que la tecnología genera una matriz alimentaria muy nutritiva, ésta debe en lo posible tener una excelente aceptabilidad hedónica gustativa, por ello, la evaluación sensorial de los alimentos, la cual se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento cómo son; apariencia general, apariencia color, textura, olor y sabor, por lo que el resultado de

este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos (Rodríguez y Díaz, 2013).

Al respecto, Barda N. (2016), especifica que el análisis sensorial es una ciencia que surge durante la Segunda Guerra Mundial. El gran auge se produce cuando la industria alimenticia comienza a preparar las raciones alimentarias para los soldados, y se ve la necesidad de que estas sean apetecibles. Es en ese momento cuando se desarrollan distintas técnicas y se avanza sobre la normalización y el conocimiento de la percepción humana. Es el análisis estrictamente normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se emplea la palabra "normalizado", porque implica el uso de técnicas específicas perfectamente estandarizadas, con el objeto de disminuir la subjetividad en las respuestas.

Dentro de las principales características sensoriales de los alimentos se destacan, el olor, captado por el sentido del olfato, ocasionado por las sustancias volátiles liberadas del producto; el color, percibido por el sentido de la vista, correspondiente a la luz reflejada por la superficie del alimento; el gusto, percibido por las papilas gustativas residentes en la lengua, las cuales se encargan de detectar según su ubicación, sabores amargos, dulces, salados y ácidos (Ramírez, 2012).

En referencia a la evaluación sensorial, García M. (2016), indica que esta se trata del análisis normalizado de productos, generalmente de uso humano, tales como alimentos, cosméticos, espirituosos, medicinales, entre otros, que se realiza con los órganos de los sentidos; útiles en el control de calidad, en la comparación de un nuevo producto o de la variabilidad de los ya estandarizados. La aplicación del análisis sensorial de las propiedades organolépticas (apariencia, olor, aroma, textura y sabor) de un alimento es uno de los métodos más eficaces para asegurar la aceptación de un producto en el mercado. Gracias a estas pruebas, se puede conocer las percepciones del consumidor sobre un producto y el grado en el que éstas influyen en sus decisiones de compra.

Para este autor, al igual que Barda (ob. cit), existen las siguientes técnicas.

1. Análisis descriptivo: Consiste en la descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). "Es el más completo. Para la primera etapa se trata de ver qué recuerda y cómo se describe cada olor (por lo general se usan sustancias químicas). A medida que transcurre el entrenamiento, la persona reconoce ese olor e inmediatamente lo describe. Es decir, se agiliza el proceso mental 'estímulo respuesta'".

En esa fase se comienza a trabajar con el producto que será objeto de la evaluación, y se desarrolla un vocabulario de ocho a quince palabras para describirlo. En tanto, la segunda parte está basada en aprender a medir. "Aunque inconscientemente se vive calculando distancias y medidas; en este caso hay que formalizarlo y hacerlo consciente, y es aquí donde empieza el entrenamiento con escalas. Por ejemplo, ante un jugo con olor a mandarina, se mide la intensidad de ese olor en una escala del 0 al 10".

2. Análisis discriminativo: Es utilizado para comprobar si hay diferencias entre productos, y la consulta al panel es cuánto difiere de un control o producto típico, pero no sus propiedades o atributos. "Se hace un juicio global. Por ejemplo, ante una muestra A y una B, se pregunta cuál es la más dulce, o ante A, B y C, donde dos son iguales y una tercera es diferente, cuál es distinta".

3. Test del consumidor: También llamado test hedónico, en este caso se trabaja con evaluadores no entrenados, y la pregunta es si les agrada o no el producto. "El consumidor debe actuar como tal. Lo que sí se requiere, según la circunstancia, es que sea consumidor habitual del producto que está en evaluación". Contrariamente, a los evaluadores que realizan control de calidad nunca se les consulta si el producto es de su agrado. "Tienen que decir si son distintos, si no difieren, si son dulces, si son amargos. El hedonismo se deja aparte, porque ellos actúan como un instrumento de medición".

### II.1.2.5. Definición de términos básicos

**Grasas:** Las grasas se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos tales como éter, cloroformo, benceno o acetona. Todas las grasas contienen carbón, hidrogeno y oxígeno, y algunos también contienen fósforo y nitrógeno.

**Proteína:** El queso contiene proteínas de alto valor biológico, es decir, son del mismo tipo que las de las carnes rojas, que ayudan a formar, reparar y mantener los tejidos del cuerpo. Respecto a las proteínas que tiene cada tipo de queso, los quesos frescos contienen menos que los curados. En cualquier caso, la cantidad de proteínas que aporta el queso es superior a las de su materia prima, la leche.

**Achiote:** El achiote es muy apreciado en la cocina y en la industria (E160b) por su poder colorante, uso que se combina con su función de condimento o especia, especialmente consumido en América Central y Sudamérica. Son muchos los platos tradicionales en los que el achiote es ingrediente imprescindible.

**Lactosa:** Es conocida como el azúcar de la leche, pues se encuentra exclusivamente en la leche de los mamíferos. El principal y casi único hidrato de carbono en la leche es la lactosa, disacárido formado por glucosa más galactosa, unidos por un enlace glucosídico  $\beta$  (1,4). A pesar de que es un azúcar, la lactosa no se percibe por el sabor dulce, este carbohidrato es 85% menos dulce que la sacarosa o azúcar común, no obstante, contribuye (junto con las sales), al sabor característico de la leche. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8%-5.2%).

**Cuajo:** Es un compuesto formado por un fermento de forma mucosa del estómago de los mamíferos cuando ocurre en periodo de la lactancia que se coagula o solidifica con la caseína obtenida de la leche.

**Cultivo láctico:** Las bacterias del ácido láctico (BAL), o también bacterias ácido lácticas y cultivos lácticos por razón de sus características al ser procesadas y

multiplicadas para su utilización como grupo comprenden un caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico.

**Pasteurización:** Este tratamiento térmico se aplica con la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos y mantener las propiedades nutricionales de la leche, para luego producir un queso de calidad. Aquí debe agregarse el cloruro de calcio en una proporción del 0.02-0.03% en relación a la leche que entró a proceso.

**Enfriamiento:** Es el proceso mediante el cual los quesos se someten a una corriente de aire frío dentro de un túnel a temperaturas por debajo de 0°C y por un tiempo determinado de una hora aproximadamente.

**Control de calidad materia prima:** Se debe usar leche de buena calidad, es decir, con la acidez requerida (acidez mayor que el 0.18% debe rechazarse), libre de impurezas y sin adición de agua.

## **II.1.2.6. Formulación del sistema de hipótesis**

### **II.1.2.6.1. Hipótesis de la investigación**

Las combinaciones de los factores en estudio (cuajo, cantidad de colorante y tiempo de maduración), responderán a la tecnología de quesos madurados que se aplicara, y se formara un queso madurado tipo Cheddar con sustitución de achiote por el colorante natural de la cúrcuma y aromatizado con hierbas aromáticas con características fisicoquímicas medibles.

### **II.1.2.6.2. Hipótesis operacional**

Las características del queso madurado tipo Cheddar obtenido de la leche de búfala, aromatizado con albahaca, orégano y coloreado con cúrcuma, serán comparables a la de los obtenidos en otros quesos madurados de leche como la de bovino.



### **II.1.2.6.3. Hipótesis estadística**

La variabilidad de las respuestas del queso madurado tipo Cheddar a partir de leche de búfala, permitirán modelar y visualizar gráficamente la variabilidad del proceso, en función de las variables independientes, permitiendo optimizar el proceso.

### **II.1.2.7. Formulación del sistema de variables**

#### **II.1.2.7.1. Variables independientes de la matriz de diseño**

Las variables independientes son todos aquellos factores que modifican, modulan o controlan el proceso y transforman las variables respuestas de la matriz de diseño. Para efecto de esta investigación, se seleccionaron solo tres variables independientes, las cuales son:

$X_1$  = Porcentaje de cuajo líquido (%)

$X_2$  = Cantidad de colorante (g)

$X_3$  = Tiempo de maduración (mes)

#### **II.1.2.7.2. Variables dependientes**

Las variables dependientes son las respuestas que se dan a medir en cada tratamiento aplicado de acuerdo a lo que se estipuló en la matriz “D” de diseño, cuando se varían las dosis de las variables independientes. Para efecto de esta investigación, se medirán como variables dependientes:

$Y_1$  = pH

$Y_2$  = Acidez titulable (%)

$Y_3$  = Humedad (%)

$Y_4$  = Cenizas (%)

$Y_5$  = Grasa (%)

### II.1.2.7.3. Variables fijas

Son aquellas variables o factores que mantienen valores fijos. Para efecto de esta investigación se tendrán las siguientes: Sal (gr), cantidad de hierbas aromáticas (gr), cantidad de leche de búfala (lts) y cantidad de cloruro de calcio (gr).

### II.1.2.8. Operacionalización de las variables

En el cuadro 1 se presenta la operacionalización de las variables de la investigación:

**Cuadro 1. Operacionalización de las variables.**

<b>Variables</b>	<b>Tipo de variables</b>	<b>Tipo de escala</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Rango</b>
Cuajo líquido	Independiente	Continua	ml	1-2
Colorante	Independiente	Continua	gr	40-85
Tiempo de maduración	Independiente	Continua	meses	1-12
Grasas	Dependiente	Continua	%	30-35
Proteínas	Dependiente	Continua	%	25,39-26,0
Humedad	Dependiente	Continua	%	47,5-48,0
Cenizas	Dependiente	Continua	%	5,0635
pH	Dependiente	Continua		4-5,5
Acidez titulable total	Dependiente	Continua	%	0,14-0,19
Sal	Fija	Continua	%	0,2-0,6
Hierbas aromáticas	Fija	Continua	gr	8-10
Leche de búfala	Fija	Continua	lts	5-6
Cloruro de	Fija	Continua	gr	15-45

---

**Fuente:** Trovato y Suarez (2023).

## **CAPÍTULO III**

### **III.1. MARCO METODOLOGICO**

#### **III.1.1. Tipo de investigación**

La investigación desarrollada es de tipo exploratoria y experimental; realizada bajo condiciones controladas; en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la UNELLEZ San Carlos, Venezuela. Los resultados que se generaron son válidos para el proceso específico de “Evaluación de las características físicas, químicas y sensoriales de un queso madurado tipo cheddar con sustitución de achote por cúrcuma”. Para la realización de la misma se construyeron modelos que se ajustan a cada una de las respuestas para las condiciones controlada y estadísticamente diseñadas.

Cabe mencionar que, según el autor Fidias G. Arias (2002), la investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos.

Por otra parte, la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o a un grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o condiciones (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente) (Arias, ob cit.).

#### **III.1.2. Población y muestra**

##### **III.1.2.1. Población**

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.174) definen la población como “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. Por

otra parte, Arias (2012) se refiere a la población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”. Para efecto de esta investigación, la población estuvo formada por:

- ✓ Leche de búfala, fue proveniente de Agropecuaria La Parcela, C.A, sector la palma, kilómetro 9, de la ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes.
- ✓ Cuajo líquido, fue adquirido en la Agropecuaria La Parcela, C.A, sector la palma, kilómetro 9, de la ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes.
- ✓ Cúrcuma, fue provenientes de locales comerciales ubicados en la avenida Bolívar, de la ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes.
- ✓ Albahaca, fue adquirida de locales comerciales ubicados en la avenida Bolívar, de la ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes.
- ✓ Orégano, fue proveniente de locales comerciales ubicados en la avenida Bolívar, de la ciudad de San Carlos, Edo. Cojedes.

### **III.1.2.2. Muestra**

Tamayo y Tamayo (2007, p.176), define la muestra como el “conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población, universo o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada. No obstante, Palella y Martins (ob.cit, p.93) la define como “una parte o el subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características reproducen de la manera más exacta posible”.

La muestra utilizada en la experimentación estuvo representada por las unidades experimentales que indicó la matriz de tratamientos del diseño estadístico establecido, le correspondieron 3 tratamientos distintos con una repetición, de 1 Kg cada uno, sin restricción, para un total de 6 tratamientos o unidades experimentales.

### III.1.3. Diseño de la investigación

Según Porte (2010), el diseño de la investigación es un ejercicio útil para el lector crítico ya que nos ayudará a aclarar la idoneidad de los procedimientos llevados a cabo hasta el momento y nos colocará en una mejor posición para juzgar la idoneidad de cualquier análisis de datos posterior elegido.

#### III.1.3.1. Diseño de muestreo de los tratamientos

Para las muestras de cada tratamiento se construyó estadísticamente un diseño completamente aleatorizado de efecto fijo de tres unidades experimentales sin repetición utilizando el software estadístico STATISTICA, con valores codificados como se observan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Matriz “D” de diseño con variables codificadas de la investigación.**

Tratamientos	X <sub>1</sub> Cuajo líquido (%)	X <sub>2</sub> Cantidad de colorante (gr)	X <sub>3</sub> Tiempo de maduración (días)
T <sub>1</sub>	0,0000	1,0000	-1,0000
T <sub>2</sub>	1,0000	0,0000	1,0000
T <sub>3</sub>	-1,0000	-1,0000	0,0000

#### III.1.3.2. Materiales y métodos

##### III.1.3.2.1. Materiales

###### Leche de búfala

La leche utilizada para esta investigación se adquirió en la comunidad de Manrique, Agropecuaria La Parcela, C.A, sector La Palma, kilómetro 9. Cabe destacar que a la leche se le realizaron análisis de plataforma para verificar si esta era apta para su posterior uso. Luego será trasladada al LITA de la UNELLEZ- VIPI, San Carlos, Edo. Cojedes Venezuela, para su procesamiento.

### **Cuajo líquido**

Fue obtenido en la comunidad de Manrique, Agropecuaria La Parcela, C.A, sector La Palma, kilómetro 9. Sera llevada al laboratorio LITA de la UNELLEZ para el debido uso en el proceso de elaboración del queso madurado.

### **Cúrcuma (*Cúrcuma longa*)**

Fue obtenida mediante su compra en locales comerciales de la ciudad de San Carlos, para ser llevado al laboratorio LITA de la UNELLEZ el cual será utilizado como método de sustitución para la fijación de color del producto.

### **Albahaca (*Ocimum basilicum* L.)**

Fue obtenida mediante su compra, en locales comerciales de la ciudad de San Carlos, esta hierba será llevada al laboratorio LITA de la UNELLEZ, el cual cumplirá con la función de aromatizar el producto a elaborar.

### **Orégano (*Origanum vulgare*)**

Fue obtenido mediante su compra, en locales comerciales de la ciudad de San Carlos, para su posterior uso será llevado al laboratorio LITA de la UNELLEZ para ser aplicado en la elaboración del queso.

#### **III.1.3.2.1.1. Equipos e instrumentos**

- ❖ Tanques
- ❖ Liras
- ❖ Moldes
- ❖ Pasteurizador
- ❖ Prensa neumática
- ❖ Caldera doble camisa
- ❖ Balanza analítica
- ❖ Cava de maduración
- ❖ Baño de agua termorregulador con tapa
- ❖ Medidor de acero

- ❖ Tubos de ensayo con tapones de goma
- ❖ Gradillas, termómetro
- ❖ Azul de metileno
- ❖ Butirómetro de Gerber
- ❖ Tapón de goma
- ❖ Centrífuga de Gerber
- ❖ Beaker
- ❖ Ácido Sulfúrico
- ❖ Alcohol Isoamílico
- ❖ Alcohol Amílico
- ❖ Lactómetro de Quevenne
- ❖ Termómetro
- ❖ Cilindro graduado
- ❖ Erlenmeyers de 125 ml
- ❖ Buretas Graduadas de 50 ml
- ❖ Hidróxido de Sodio (NaOH) 0,1 N
- ❖ Solución alcohólica de fenolftaleína al 1%
- ❖ Agua libre de CO<sub>2</sub> (destilada y hervida)
- ❖ Potenciómetro
- ❖ Plancha con agitación magnética
- ❖ Soluciones buffer para calibración de pH 4 y 7
- ❖ Bureta con divisiones de 0,1 ml
- ❖ Pipeta volumétrica
- ❖ Agitador
- ❖ Pipeta de Mohr 10 ml (graduada 0,1 ml)
- ❖ Matraz de 100 ml
- ❖ Nitrato de plata 0,1N
- ❖ Solución al 10% de cromato o dicromato de potasio (Indicador)
- ❖ Agua destilada
- ❖ Tubos de ensayos

- ❖ Alcohol etílico de 68% p/p ó 72% v/v
- ❖ Solución comercial de formol (40%)
- ❖ Vaso de precipitado
- ❖ Ácido Clorhídrico 0,1 N

### **III.1.3.2.2. Métodos**

#### **Metodología para el análisis de plataforma de la materia prima: leche de búfala en su estado natural**

Para determinar la calidad de la leche cruda de búfala se empleó la metodología utilizada por Rojas y Morales (s/f) basadas en normas COVENIN como se describen a continuación:

#### **1. Reducción de azul de metileno (COVENIN 939-76).**

##### **Materiales y Equipos:**

- Baño de agua termorregulador con tapa.
- Medidor de acero o pipetas de 10 ml (estériles).
- Pipeta de 1 ml (estériles).
- Tubos de ensayo con tapones de goma (estériles) de 10 ml.
- Gradillas, termómetro.

##### **Reactivos:**

- Solución de azul de metileno.

Preparación: Se utilizan 200+2 ml de agua caliente previamente esterilizada en autoclave o hervida. Se disuelven 8,8 mg de tiocianato de azul de metileno. Se conserva esta solución en envase estéril al resguardo de la luz y en lugar fresco máximo por una semana, si se toma un alícuota en otro frasco y queda solución, ésta debe descartarse.

##### **Procedimiento:**

1. Identifique los tubos a utilizar.



2. Coloque los tubos de ensayo estériles con sus tapones en la gradilla y adicionar a cada uno 1 ml de la solución de azul de metileno.
3. Con pipeta o medidor estéril, colocar 10 ml de cada muestra a analizar en cada uno de los tubos sin mezclar.
4. Invertir los tubos suavemente unas tres veces.
5. Una vez preparados todos los tubos, llevarlos al baño de agua regulado a  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$  junto con un tubo patrón (leche sin indicador para contrastar el color de las muestras y colocar el termómetro). Cuando la temperatura de la muestra alcance  $36^{\circ} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mezclar el contenido de los tubos por inversión (3 veces) para obtener perfecta distribución del colorante y de la leche; tapar el baño de agua para mantener los tubos al abrigo de la luz.
6. Comenzar a contar el tiempo de reducción (decoloración) en el momento en que se invierten los tubos y observar su color frecuentemente durante la primera media hora, sin agitarlos. Una muestra se considera reducida cuando presenta 4/5 partes decoloradas. Si una muestra se decolora durante un periodo de incubación de 30 minutos, registrar el resultado "tiempo de reducción 30 minutos". Seguidamente puede observarse el color de los tubos en intervalos de 1 hora, pero se registran los resultados en horas enteras; así por ejemplo: si a las  $2\frac{1}{2}$  horas se observa decoloración, el resultado se registra "tiempo de reducción en 2 horas".

## **2. Determinación de Grasa: (Método Gerber COVENIN 1053-82)**

### **Materiales y equipos:**

- Butirómetro de Gerber.
- Tapón de goma.
- Centrífuga de Gerber.
- Beaker de 100 ml.
- Pipetas de 1, 10 y 11 ml.

**Reactivos:**

- Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 90 -91% p/p) d= 1,810 - 1,825 g/ml.
- Alcohol Isoamílico grado reactivo d= 0,814 – 0,816 g/ml o
- Alcohol Amílico grado reactivo d= 0,808 – 0,818 g/ml

**Procedimiento:**

1. Se coloca 10 ml de ácido sulfúrico en el butirómetro de Gerber.
2. Se vierte cuidadosamente 11 ml de muestra dejándola deslizar por las paredes del butirómetro de tal manera que forme una capa de separación sobre la superficie del ácido.
3. De igual forma se incorpora 1 ml de alcohol amílico o isoámilico.
4. Cierre el butirómetro con el tapón de goma y agite vigorosamente con movimiento alterno de arriba abajo, hasta que los flóculos de caseína se hayan disuelto completamente.
5. Centrifugar de 10 a 15 minutos en la centrífuga de Gerber a una velocidad de 1000 a 1200 rpm.
6. Se coloca el butirómetro en el baño maría a temperatura de 65±1 °C por 5 minutos la columna de grasa debe quedar sumergida en el agua.
7. Al cabo de 5 a 10 minutos se lee el porcentaje de grasa con la ayuda del medidor de grasa. El resultado se reporta como porcentaje de grasa (%p/v).

**2. Densidad o Prueba Lactométrica (Peso Específico) COVENIN 367-82.****Materiales y Equipos:**

- Lactómetro de Quevenne
- Termómetro
- Cilindro graduado (250 ml o 500 ml)

**Procedimiento:**

1. Enfriar la muestra asignada a 15 °C o en su defecto hacer al final la corrección de la lectura tomada según la temperatura de la muestra y transferirla a un cilindro graduado de 250 ml, evitando la formación de burbujas.
2. Introducir el lactómetro en la muestra dando varios movimientos de rotación para asegurar que no se adhiera a la superficie de la probeta, déjelo flotar libremente por 1 minuto, teniendo cuidado de que no se adhiera a las paredes del recipiente y de que no permanezcan burbujas en la superficie del líquido. Normalmente el lactodensímetro está provisto de termómetro, de no ser así, introducir un termómetro en la leche para medir la temperatura y realizar las correcciones si es necesario.
3. Tomar la lectura lactométrica observando la división de la escala más alta que alcanza el menisco de la leche.
4. En caso de que la lectura se tome a una temperatura diferente a la de graduación del lactómetro deben hacerse las correcciones correspondientes empleando tablas especiales (AOAC 1975), o utilizando el factor de conversión de  $\pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{Q}$ , por cada grado que la temperatura de medición difiera de la temperatura de calibración del lactómetro.
5. Convertir la lectura Lactométrica de grados Quevenne a peso específico (g/ml) y reportar los resultados obtenidos.

**4. Acidez titulable COVENIN 658-97****Materiales y Equipos:**

- Erlenmeyers de 125 ml.
- Pipetas de 10 ml.
- Buretas Graduadas de 50 ml.

**Reactivos:**

- Hidróxido de Sodio (NaOH) 0,1 N
- Solución alcohólica de fenolftaleína al 1%
- Agua libre de CO<sub>2</sub> (destilada y hervida)

**Procedimiento:**

1. Colocar 10 ml de la muestra preparada a 20°C en fiola de 125 ml.
2. Adicionar 3 a 5 gotas de la solución indicadora fenolftaleína.
3. Titular con la solución de NaOH 0,1 N, colocada en una bureta, hasta la aparición de un color rosado persistente por 30 seg (pH: 8,1-8,2).
4. Expresar la acidez de la muestra en términos de ml NaOH 0,1 N / 100 ml, en porcentaje de ácido láctico y en grados Dornic.

$$\text{ml NaOH } 0,1 \text{ N}/100 = \% \text{ ácido láctico}/0,009 = \text{°D} \times 1,1$$

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(\text{Vol. gastado} * N * P.\text{meq}) * 100}{\text{Vol. Muestra}}$$

**Dónde:**

Vol. gastado: Volumen gastado de NaOH.

N: Normalidad del NaOH.

P.meq: Peso miliequivalente del ácido láctico.

Vol. Muestra: Volumen de la muestra.

**5. Determinación de pH****Materiales y Equipos:**

- Potenciómetro
- Beacker de 250 ml.

- Plancha con agitación magnética.

**Reactivos:**

- Soluciones buffer para calibración de pH 4 y 7.

**Procedimiento:**

1. Preparar el potenciómetro de acuerdo con las instrucciones del aparato haciendo la calibración con la solución buffer de pH conocido (4 y 7).
2. Lavar el electrodo con agua destilada.
3. Colocar una pequeña cantidad de leche (10 – 20 ml) en un vaso de precipitado.
4. Introducir el electrodo en la muestra de leche.
5. Tomar la lectura en el equipo.
6. Lavar el electrodo con agua destilada y guardarlo.
6. Determinación de cloruros.

**Materiales:**

- Bureta con divisiones de 0,1 ml.
- Pipeta volumétrica.
- Agitador.
- Pipeta de Mohr 10 ml (graduada 0,1 ml).
- Matraz de 100 ml.

**Reactivos:**

- Nitrato de plata 0,1N.
- Solución al 10% de cromato o dicromato de potasio (Indicador).
- Agua destilada.

**Procedimiento:**

1. Medir 10 ml de leche con la pipeta y agregar en un matraz.
2. Añadir 2 a 3 gotas del indicador (cromato de potasio).

3. Titular con Nitrato de Plata 0,1 N hasta la aparición de un color rojo ladrillo.

**Expresión de resultados:**

Reporte el cálculo de cloruros según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cloruros} = \frac{\text{Vol. gastado} \times N \times 3,55}{P. \text{ muestra.}}$$

**Dónde:**

Vol. gastado: Volumen gastado del Nitrato de Plata.

N: Normalidad del Nitrato de Plata.

P. muestra: Peso de la muestra.

**7. Determinación de la Estabilidad Proteica COVENIN 903-93**

**Materiales y Equipos:**

- Tubos de ensayos.
- Pipetas estériles.

**Reactivos:**

- Alcohol etílico de 68% p/p ó 72% v/v.

**Procedimiento:**

1. En un tubo de ensayo colocar 5 ml de la muestra homogénea y 5 ml de etanol de 68% p/p ó 72% v/v (Según norma COVENIN puede emplearse 2 ml de muestra y 2 ml de alcohol). Tapar el tubo.
2. Mezclar suavemente los líquidos invirtiendo el tubo 2 ó 3 veces, sin agitación. Temperatura de trabajo 20°C aproximadamente.
3. Observar a contraluz e inclinando el tubo en varias direcciones si ha ocurrido floculación o coagulación de la mezcla. Anotar las observaciones.
4. Realizar el experimento por duplicado.

- Expresión de resultados:

Positivo: Floculación neta.

Negativo: Ausencia de floculación.

## **8. Prueba de Lactofermentación**

### **Materiales y Equipos:**

- Tubos de ensayo estéril.
- Pipeta graduada de 10 ml.

### **Procedimiento:**

1. Colocar en tubos de ensayo rotulados 10 ml de cada muestra.
2. Tapar los tubos y llevarlos a una estufa de 36° - 37°C durante 24 horas.
3. Pasado el tiempo de incubación observar las características de la muestra y anotar las observaciones. Clasificar las muestras de acuerdo con los tipos señalados (ver anexo 2).

## **9. Determinación de Proteínas**

### **Materiales:**

- Bureta graduada en 0.1 ml.
- Matraz erlenmeyer de 100 ml.
- Pipetas de 10 ml y 5 ml.

### **Reactivos:**

- Solución de hidróxido sódico (0.1N).
- Solución comercial de formol (40%).
- Indicador: solución de fenolftaleína al 1 %.

**Procedimiento:**

1. Tomar 10 ml de leche problema en un matraz erlenmeyer.
2. Añadir 20 ml de agua destilada y adicionar unas gotas de fenolftaleína.
3. Neutralizar la acidez titulable natural de la leche con la solución de hidróxido sódico hasta la aparición de un color rosa.
4. Añadir posteriormente a la leche neutralizada 2 o 3 ml de formol para dejar libres los grupos carboxilos de los aminoácidos. Tras la adición del formol la muestra se vuelve a acidificar y se muestra nuevamente de color blanco.
5. Añadir unas gotas de fenolftaleína y valorar la acidez con hidróxido sódico, hasta la aparición nuevamente del color rosa.

**Cálculo:**

La cantidad de hidróxido sódico 0.1N gastados en la segunda valoración se multiplican por 2.24, y el resultado se expresa como porcentaje de proteínas. El contenido de caseína en la leche lo podemos calcular a partir de una regla de tres, teniendo en cuenta que la cantidad de caseína en la leche de vaca es aproximadamente del 78.5 %.

**10. Determinación de agentes neutralizantes COVENIN 1200-81****Equipo de Ensayo:**

Vaso de precipitado de 250 ml.

Bureta graduada de 50 ml.

Potenciómetro para determinación de pH.

**Reactivos:**

1. Ácido Clorhídrico 0,1 N.



**Procedimiento:**

1. Se coloca 50 ml de la muestra en un vaso de precipitado.
2. Se añaden 45 ml de solución de ácido clorhídrico con agitación suave en unos 90 seg.
3. Se continúa añadiendo la solución de ácido clorhídrico gota a gota hasta alcanzar un pH= 2,7 controlado potenciométricamente.

**Expresión de resultados:**

$$\text{Grado de Alcalinidad} = \frac{v * f}{2}$$

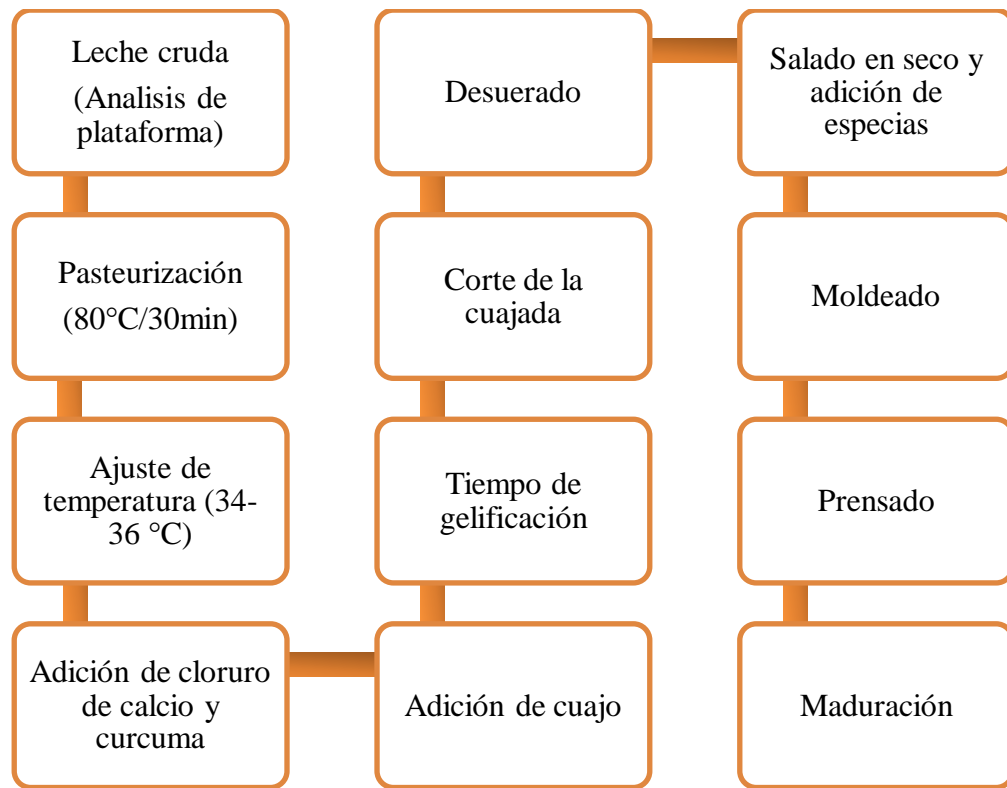
**Dónde:**

v= volumen de ácido clorhídrico 0,1 N consumidos para 50 ml de leche.

f= factor del ácido.

**Metodología para la obtención del queso madurado**

Siguiendo la metodología empleada por Bain (2013) y Rojas y Morales (s/f), la cual se adaptó a la obtención de un queso madurado tipo Cheddar utilizando como colorante natural la cúrcuma y aromatizado con especias (albahaca y orégano).



**Figura 1. Proceso de obtención de queso madurado.**

**Fuentes:** Bain (2013) y Rojas y Morales (s/f).

1. Lavado y desinfección con vapor de equipo e instrumentos como: tanques, liras, moldes, etc.
2. Recepción de la leche:
  - a. La recepción de la leche consiste en hacer los análisis de plataforma.
  - b. También se debe realizar las operaciones de filtrado y pesado de la leche recibida, la cual va a ser sometida a procesamiento.
3. Ajuste de temperatura: La temperatura de la leche debe ajustarse a la temperatura de coagulación la cual se sitúa entre 33 y 35°C, óptimo 34°C. Se debe agitar la leche mientras se calienta y apagar, el vapor un poco antes de alcanzada la temperatura de coagulación máxima.
4. Coagulación de la leche: Se usará cuajo comercial en la proporción especificada por el fabricante. Una vez calculada la cantidad de cuajo a utilizar, agréguelo a la leche disuelto previamente en 1/2 vaso de agua y una

cucharadita de sal si es necesario, agitando para distribuirlo uniformemente (si el cuajo ha estado guardado en refrigeración caliéntelo a 34°C).

5. Tome una pequeña muestra de la leche adicionada de cuajo en una fiola y verifique el tiempo que tarda en gelificar, éste es el llamado "punto de gelificación" que al multiplicarse por dos (2) da un estimado del tiempo que tardará la leche en coagular. Deje reposar hasta obtener la cuajada.
6. Determinación del punto de coagulación: el punto de coagulación es el tiempo que transcurre desde la adición del cuajo hasta el instante en que la cuajada adquiere una consistencia firme. Para determinar el punto de coagulación utilice las siguientes técnicas:
  - A. Técnica palma de la mano.
  - B. Técnica del ojal.
  - C. Técnica de la gota de agua.
7. Corte de la cuajada: Se hace con la finalidad de aumentar la superficie de exudación y así dejar escapar el suero. El procedimiento consiste en introducir las liras dentro del tanque y hacer cortes horizontales y verticales para obtener cubos de unos 2 o 3 cm.
8. Desuerado: Una vez cortada la cuajada deje en reposo por 30 min. Y extraiga el suero, éste se debe recoger en un recipiente para ser usado posteriormente, realice esta operación dejando la cuajada lo más seca posible para que en los pasos posteriores no lixivie la sal a adicionar.
9. Salado en seco: Se le agrega directamente la cantidad de sal ya calculada a la masa del queso.
10. Moldeado: Se toman los moldes especiales para soportar altas presiones y se le adiciona la masa del queso.
11. Prensado: Consiste en colocar los moldes del queso en una prensa neumática a altas presiones para inducir al desuerado del queso y por ende a la firmeza del mismo.

12. Maduración: Consiste en llevar los quesos a una cava con temperaturas de refrigeración para dar un mejor flavor, mejorando las características organolépticas del queso.

### **Metodología para la preparación de las unidades experimentales**

Se prepararon 3 unidades experimentales del queso madurado tipo cheddar, de acuerdo con lo establecido en la matriz de diseño de tratamientos que se construyó (Cuadro 2). Colocando las cantidades de los factores bajo estudios ( $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$ ), junto a los demás ingredientes se elaboró el queso madurado de la leche de búfala, la cual se le aplicó la técnica de acidificación y coagulación de la leche en cada tratamiento. Después se colocaron cada uno de los tratamientos en recipientes por el tiempo establecido.

**Cuadro 3. Matriz de diseño con valores naturales en el experimento final del queso madurado.**

<b>Trat.</b>	<b><math>X_1</math> Cuajo líquido (ml)</b>	<b><math>X_2</math> Cantidad de colorante (g)</b>	<b><math>X_3</math> Tiempo de maduración (días)</b>	<b><math>Y_1</math> pH</b>	<b><math>Y_2</math> ATT (%)</b>	<b><math>Y_3</math> Humedad (%)</b>	<b><math>Y_4</math> Ceniza (%)</b>	<b><math>Y_5</math> Grasa (%)</b>
T <sub>1</sub>	1	45	60					
T <sub>2</sub>	1,5	60	60					
T <sub>3</sub>	2	75	60					

## **Metodología para la recolección de los análisis físicos, químicos y microbiológicos**

Para llevar a cabo esta etapa de la investigación, se presenta una metodología que se basa en los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales para conocer las composiciones de las unidades experimentales que presente mejor comportamiento durante el ensayo, a la materia prima a utilizar para los tratamientos de la matriz de diseño y a la unidad experimental que arroje mejores características durante el proceso.

A todas las unidades experimentales se les midió las variables que fueron objeto de estudio para el queso madurado (pH, ATT, Humedad, Proteína, grasa, cenizas), mohos y levaduras), utilizando los métodos de análisis fisicoquímicos que se describen a continuación:

**pH:** Se determinará mediante empleo de la Norma Venezolana COVENIN N° 1315 – 1979.

**Acidez titulable total (ATT):** Se determinará usando la Norma Venezolana COVENIN N° 1769 – 1981. Los resultados se calcularon mediante la expresión siguiente:

$$\% \text{ acidez} = \frac{B \times K \times P_{meq}}{G}$$

**Dónde:**

**K:** Normalidad del NaOH

**V:** Volumen del NaOH consumido en la titulación

**P<sub>meq</sub>:** Peso equivalente del ácido predominante (g/100 g)

**G:** Peso de la muestra considerada en la dilución

**Determinación de porcentaje de humedad:** Por método volumétrico registrado por COVENIN 1120:97. Este método consiste en secar en una estufa la porción a ensayar hasta la masa. Se realiza mediante la siguiente formula:

$$\% \textit{Humedad} = \frac{\textit{A} - \textit{B}}{\textit{G}} * 100$$

**Dónde:**

**A:** peso de la cápsula + la muestra

**B:** peso de la cápsula

**G:** peso de la muestra

#### **Determinación de proteína**

Por método volumétrico regido por COVENIN 1195-80. Destinación de nitrógeno. Método de kjeldahl, donde la materia orgánica es dirigida por la acción de un ácido fuerte (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y en combinación con el efecto del calor, este proceso es acelerado por la adición de sustancias catalizadoras las cuales elevan el punto de ebullición de las mezcla. El nitrógeno presente es retenido como Sulfato de Amonio y posteriormente liberado en forma de Amoniacó por la acción de una solución alcalina. El Amoniacó liberado es arrasado en corriente de vapor y retenido en solución saturada de Ácido Bórico la cual finamente se valora con una solución de ácido sulfúrico de concentración conocida, en presencia de un indicador específico para este ensayo. Fueron utilizadas las siguientes fórmulas para la obtención del resultado.

$$\% \textit{N2} = \frac{\textit{v} * \textit{N} * 0,01401}{\textit{G}} * 100$$

**Dónde:**

**V:** Volumen gastado de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gastado en la titulación (ml).

**N:** Normalidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**0,01401:** peso miliequivalente

**G:** peso de la muestra.

El contenido de proteína se determina una vez que se conoce la cantidad de nitrógeno presente (%), multiplicando este valor por una constante K (se utilizó el valor 6,25 para determinaciones específicas de proteínas en alimentos) que viene definida por la naturaleza de la muestra bajo ensayo.

$$\% \textit{Proteína} = \%N2 * K$$

**Metodología para valorar los atributos sensoriales del producto queso madurado tipo Cheddar**

Para la evaluación sensorial se procedió a hacer una degustación del queso madurado tipo Cheddar donde se evaluaron los característicos color, olor, sabor y textura.

Para realizar el análisis sensorial de los atributos (color, olor sabor y textura) de los tratamientos (queso madurado), se aplicó una encuesta o prueba de catación de escala hedónica de 4 puntos. A los consumidores se les pide evaluar las muestras codificadas, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "no me gusta" hasta "me gusta mucho".

Las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Para el análisis de los datos, los puntajes numéricos para cada

muestra, se tabulan y analizan utilizando análisis de varianza (ANOVA) con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. A continuación la encuesta a aplicar para la evaluación:

**Prueba sensorial de escala hedónica de 4 puntos**

Producto: **QUESO MADURADO TIPO CHEDDAR**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Pruebe por favor las muestras en el orden que se le dan, e indique su nivel de agrado con cada muestra, marcando el punto en la escala que mejor describe su sentir con el código de la muestra. Por favor denos su razón para esta actitud.

	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Sabor</i>	<i>Textura</i>
<i>No me gusta</i>	_____	_____	_____	_____



<i>Me gusta poco</i>	_____	_____	_____	_____
<i>Me gusta moderadamente</i>	_____	_____	_____	_____
<i>Me gusta mucho</i>	_____	_____	_____	_____

*¡Gracias!*

**Figura 2. Encuesta hedónica.**

## CAPITULO IV

### IV.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### IV.1.1. Resultados de la caracterización física y química de la materia prima: leche de búfala en su estado natural

Bajo lo establecido en la norma COVENIN 903-93 para leche cruda, se obtuvieron los siguientes resultados mediante análisis de plataforma para la leche de búfala en su estado natural, como se observan en el cuadro 4 los parámetros de calidad obtenidos.

**Cuadro 4. Parámetro de calidad de la leche de búfala.**

Análisis	Parámetro (Resultado)
pH	6,38
Acidez titulable (%)	0,19
Estabilidad proteica	Negativa
Grasa %	5
Azul de metileno	Poca decoloración (2 h).
Cloruros %	0,1065
Lacto-fermentación	Positivo fermentación
Densidad o prueba lactométrica	1,44g/ml
Proteína	3,95%

**Fuente:** Determinaciones propias (2023).

Los resultados obtenidos en los análisis de plataforma de la leche cruda de búfala, se encuentra dentro de los rangos establecidos en norma COVENIN 903-93; Lo cual indico que la leche se encontró apta para la elaboración del queso madurado.

En este sentido, la leche cruda de búfala dentro de los análisis de plataforma realizados no arrojó residuos ni sedimentos, tampoco presento un sabor insípido ni un color y olores anormales, no contenía sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y presentó una composición y acidez dentro de los parámetros establecidos. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad sino de leche cruda de buena calidad.

#### **IV.2. Resultados de la optimización del proceso de obtención del queso madurado tipo cheddar**

Se realiza con la finalidad de determinar la homogeneidad de los valores obtenidos de todos los tratamientos y poder continuar con el análisis estadístico.

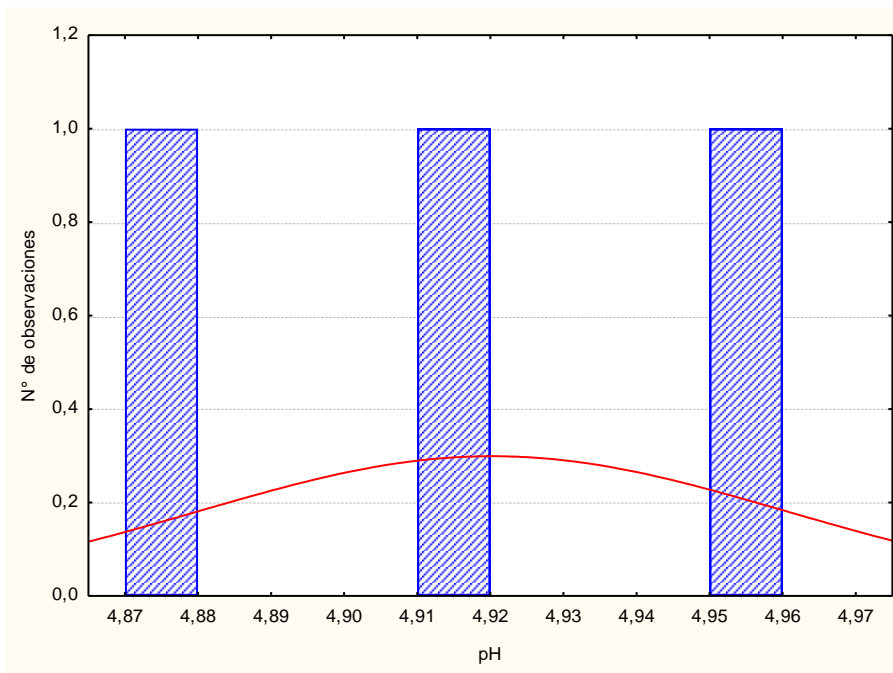
##### **Comprobación de los supuestos del análisis de la varianza.**

El análisis de la varianza requiere del cumplimiento de tres hipótesis para proveer resultados confiables, las cuales son: distribución normal de los errores del modelo, homogeneidad de la varianza a través de los diferentes niveles de las variables (cantidad de cuajo  $X_1$ , cantidad de colorante  $X_2$  y tiempo de maduración  $X_3$ , e independencia entre las observaciones.

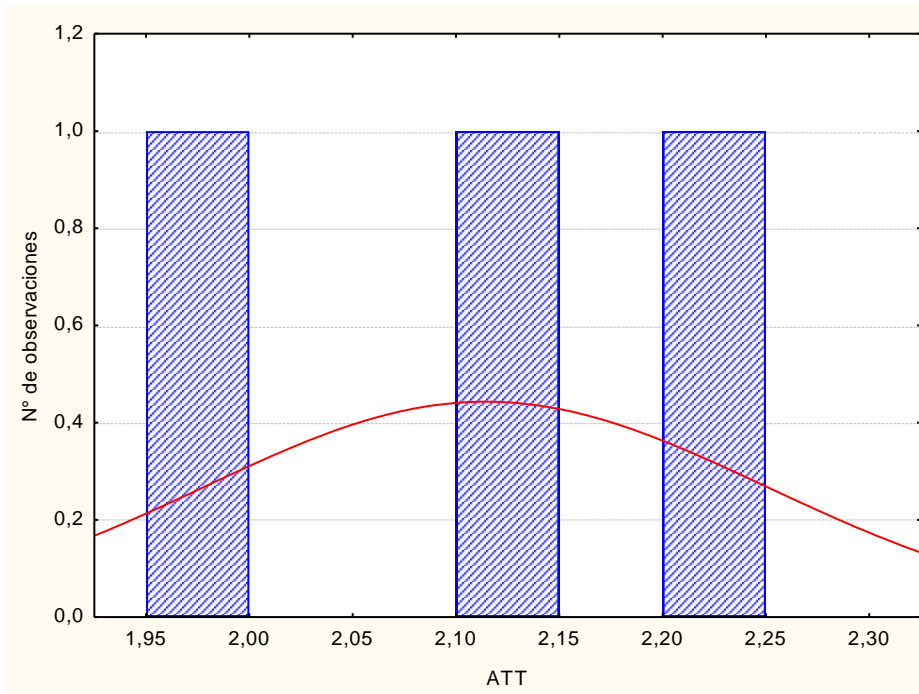
Se parte de la premisa que:

$E_i = \sim NID(0, \sigma^2)$ ; los errores tienen una distribución normal, independientes de  $\mu = 0$  y varianzas constantes  $\sigma^2$ .

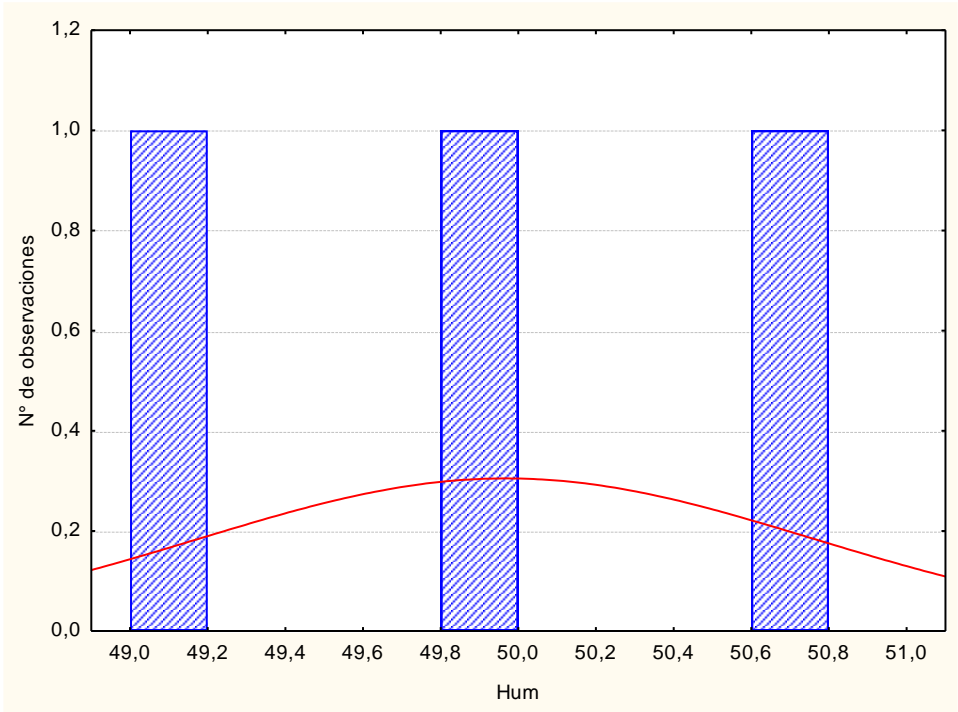
Los supuestos de normalidad se comprueban al observar los histogramas mostrados en las Figuras 3, 4, 5, 6 y 7 los cuales detallan la distribución normal de las respuestas pH, acidez titulable total (ATT), Humedad, Ceniza y Grasa de los datos obtenidos de estas mediciones.



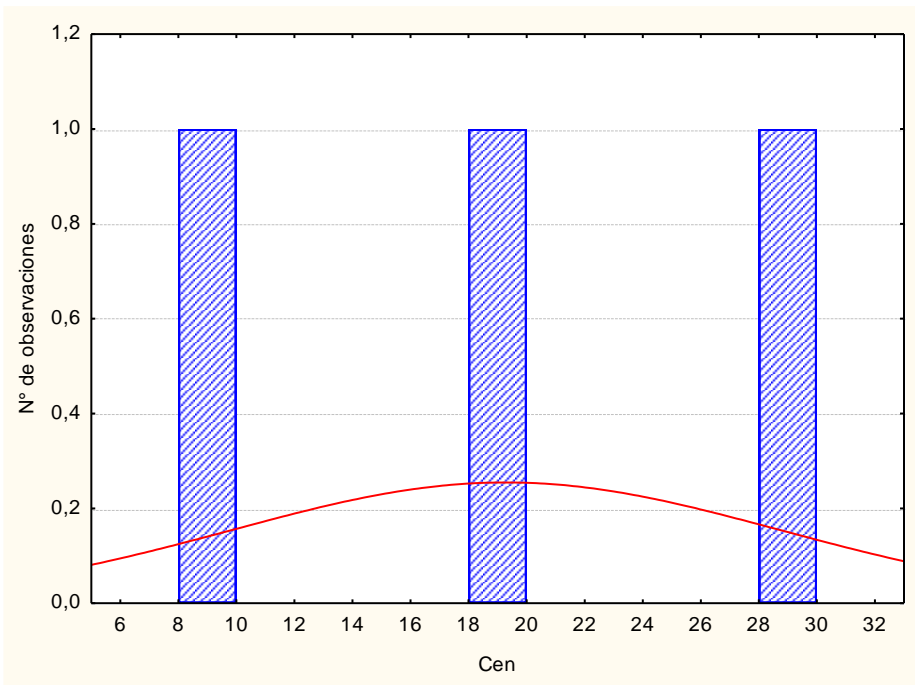
**Figura 3. Histograma de normalidad para la respuesta pH.**



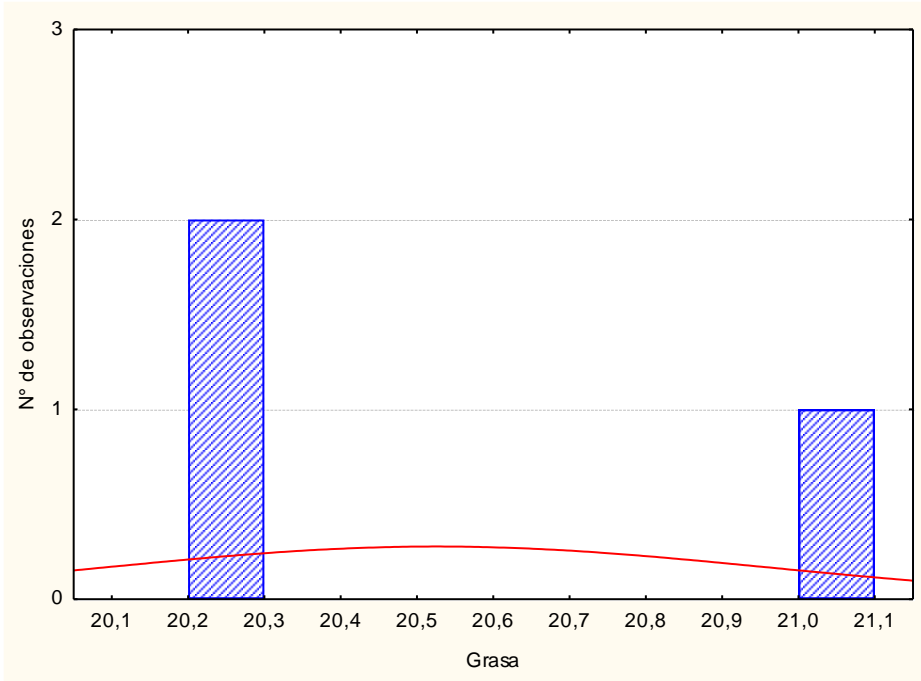
**Figura 4. Histograma de normalidad para la respuesta ATT.**



**Figura 5. Histograma de normalidad para la respuesta Humedad.**

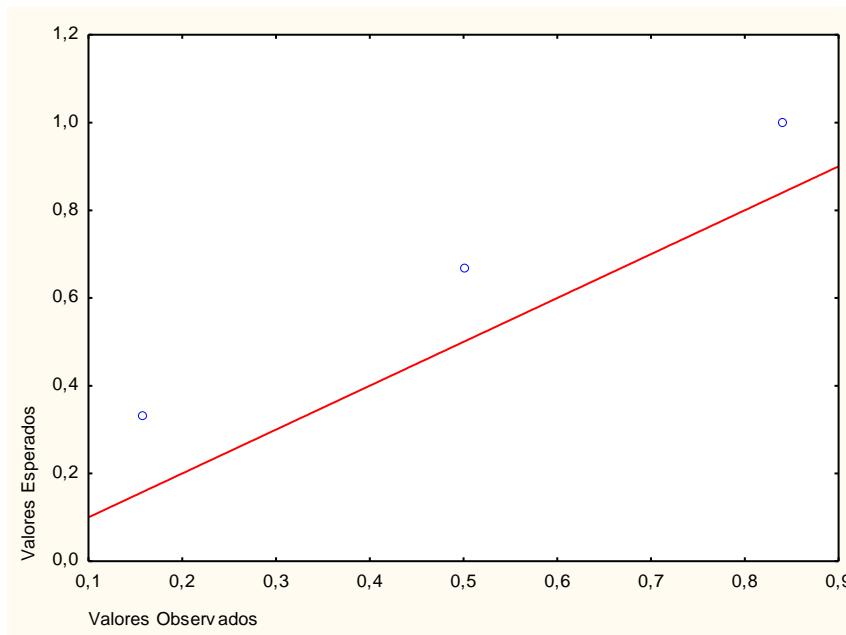


**Figura 6. Histograma de normalidad para la respuesta Ceniza.**



**Figura 7. Histograma de normalidad para la respuesta Grasa.**

Para reforzar el cumplimiento de la distribución normal de los errores podemos observar en la Figura 7 que los valores observados no se alejan mucho de la recta para la respuesta pH, la misma tendencia se encontró para las respuestas ATT, Humedad, Ceniza, Grasa, gráficos no mostrados.



**Figura 8. Gráfica de normalidad de valores esperados vs observados.**

**Fuente: STATISTICA V. 7.0**

Este mismo gráfico nos indica que no existe evidencia que indique violación en el supuesto de homogeneidad de la varianza, puesto que los valores se están muy cerca de la recta sin correlación aparente.

**Análisis de la varianza (anavar).**

Los resultados del ANAVAR se muestran en los Cuadros 5, 6, 7, 8 y 9 respectivamente para las variables respuestas pH, ATT, Humedad, Ceniza y Grasa. Los valores obtenidos en la matriz de diseño fueron utilizados para realizar el análisis de varianza, mediante ayuda del programa estadístico JMP v.4.0. De SAS.

### Respuesta pH

Como puede observarse en el Cuadro 5 el análisis de la varianza para la respuesta pH, estos resultados tuvieron un efecto altamente significativo sobre la respuesta pH ( $p < 0,001$ ), indicando que el modelo de regresión generado, ajusta los datos moderadamente, donde las variaciones de los factores independientes son explicadas por las variaciones de la respuesta en el modelo obtenido.

El F-ratio, que en este caso es igual a 61,56 es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 12 variables a un nivel de confianza del 95,0%, la misma tendencia se refleja para el ANOVA de cada una de las variables respuestas ATT, Humedad, Ceniza y Grasa.

**Cuadro 5. Análisis de Varianza para la respuesta pH.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>F</b>	<b>p&lt;F</b>
Trat.	2	8997,26	4448,63	61,56	0,0000
Error	9	650,5	72,27		
Total	11	9547,76			

**Cuadro 6. Análisis de Varianza para la respuesta ATT.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>F</b>	<b>p&lt;F</b>
Trat.	2	9343,3	4671,65	64,63	0,0000
Error	9	650,54	72,28		
Total	11	9993,84			

**Cuadro 7. Análisis de Varianza para la respuesta Humedad.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>F</b>	<b>p&lt;F</b>
Trat.	2	6588,22	3294,11	45,49	0,0000
Error	9	651,73	72,41		
Total	11	7239,95			



**Cuadro 8. Análisis de Varianza para la respuesta Ceniza.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>F</b>	<b>p&lt;F</b>
Trat.	2	7175,62	3587,81	39,04	0,0000
Error	9	827,06	91,89		
Total	11	8002,68			

**Cuadro 9. Análisis de Varianza para la respuesta Grasa.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>SCM</b>	<b>F</b>	<b>p&lt;F</b>
Trat.	2	7063,83	3531,91	48,84	0,0000
Error	9	650,87	72,31		
Total	11	7714,7			

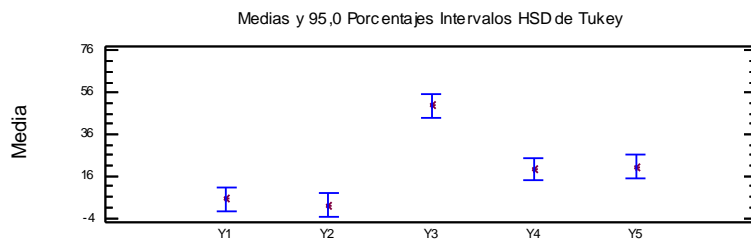
**Cuadro 10. Medias con 95,0 intervalos HSD de Tukey.**

Error Estándar					
	Frec.	Media	(s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
Y <sub>1</sub>	3	4,92	2,43724	-0,752318	10,5923
Y <sub>2</sub>	3	2,11333	2,43724	-3,55898	7,78565
Y <sub>3</sub>	3	49,9633	2,43724	44,291	55,6357
Y <sub>4</sub>	3	19,3467	2,43724	13,6743	25,019
Y <sub>5</sub>	3	20,6333	2,43724	14,961	26,3057
Total	15	19,3953			

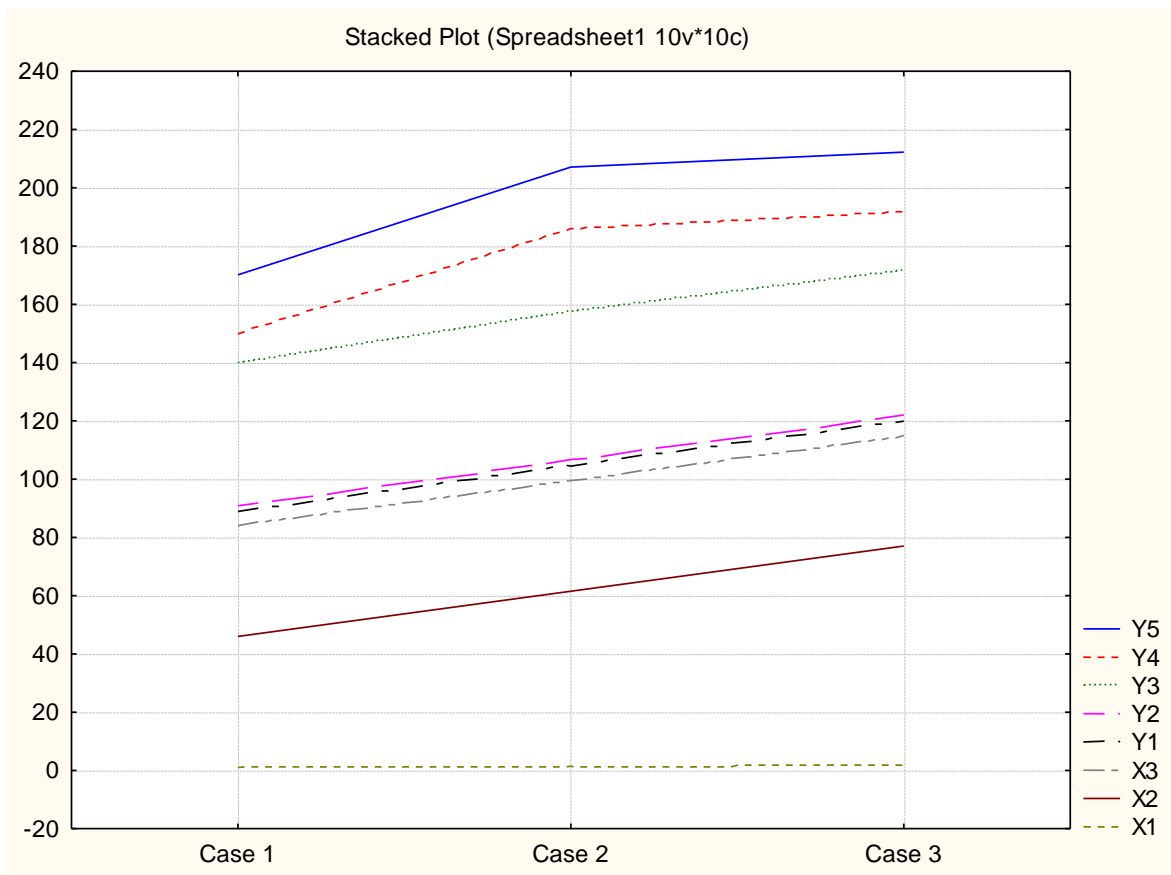
Como puede observarse en la figura 3 que la variable dependiente  $Y_3$  (Humedad) es la que presenta mayor efecto sobre las características físicas, químicas y microbiológicas de los quesos madurados obtenidos.

El contenido en agua de los quesos es uno de los criterios más importantes para su clasificación. Según los métodos de elaboración, la separación de suero puede ser muy reducida o muy fuerte, con lo que resultarán que son de mayor o menor humedad. El proceso de maduración influye también mucho en este aspecto. Los quesos frescos, que se consumen sin apenas período de maduración, tienen un alto contenido acuoso, mientras que aquellos que son sometidos a varios meses de guarda pierden paulatinamente gran parte de su humedad.

Los quesos frescos tienen un alto contenido en humedad y no han sufrido un proceso de maduración, por lo que suelen tener sabor a leche fresca o leche acidificada. Su consistencia suele ser pastosa y su color más intenso, aunque los hay de muy diversos colores al ser aromatizados con especias. Fuente: UNIDEG, (2013).



**Figura 9. Tabla de medias para las respuestas.**



**Figura 10. Valores lineales de las variables.**

### IV.3. Sustitución del colorante de onoto (*Achiote*) por el colorante natural de la cúrcuma (*Cúrcuma longa*)

**Cuadro 11. Cantidades de Cúrcuma por tratamientos.**

Tratamientos	X <sub>2</sub> Cantidad de colorante (g)
T <sub>1</sub>	45
T <sub>2</sub>	60
T <sub>3</sub>	75

**Fuente:** Determinaciones propias (2023).

Por cada tratamiento en la cantidad de colorante natural de la Cúrcuma, varía la proporción en una escala de menor a mayor, donde se presenta mayor coloración en el tercer tratamiento (color amarillo verdoso). Esto debido a la mayor cantidad de cúrcuma presente en él. Cabe mencionar, que según Wang *et al* (2012), señalaron que dentro de la diversidad de plantas que se utilizan en la industria de los alimentos como colorantes y conservantes, se encuentra la cúrcuma (*Cúrcuma longa L.*).

#### **IV.4. Analizar las características físicas, químicas y microbiológicas del producto obtenido**

En función a las características físicas, químicas y microbiológica de la elaboración del queso madurado tipo cheddar, se tiene que es un producto donde los cambios químicos responsables de la maduración son: Fermentación o glucólisis: la fermentación de la lactosa a ácido láctico, pequeñas cantidades de ácidos acético y propiónico, CO<sub>2</sub> y diacetilo. Es realizada fundamentalmente por las bacterias lácticas. Comienza durante la coagulación y el desuerado y se prolonga hasta la desaparición casi completa de la lactosa. El ácido láctico procedente de la degradación de la lactosa, no se acumula en la cuajada sino que sufre distintas transformaciones de naturaleza diversa. En el cuadro 9 se presentan los resultados de las corridas experimentales desarrolladas, donde se especifican valores de respuesta de: potencial de hidrógeno (pH), acidez titulable total (ATT), humedad, cenizas, grasa, cuajo líquido, cantidad de colorante y tiempo de maduración.

**Cuadro 12. Características físicas y químicas del producto.**

<b>Trat.</b>	<b>X1 Cuajo líquido (ml)</b>	<b>X2 Cantidad de colorante (gr)</b>	<b>X3 Tiempo de maduración (días)</b>	<b>Y<sub>1</sub> pH</b>	<b>Y<sub>2</sub> ATT (%)</b>	<b>Y<sub>3</sub> Hum.</b>	<b>Y<sub>4</sub> Cenizas</b>	<b>Y<sub>5</sub> Grasa</b>
1	1	45	45	4,88	1,98	49,18	9,8214	20,25
2	1,5	60	55	4,96	2,25	50,75	19,21	20,30
3	2	75	65	4,92	2,11	49,96	28,61	21,02

**Fuente:** Determinaciones propias (2023).

En el cuadro anterior se observan los valores para el porcentaje de grasa en los quesos, con valores no mayor de 21%, valores estos que se encuentran por debajo de los reportados por Licata (2010). El autor señala que los quesos madurados son ricos en grasa, los cuales nos aportará al menos un 30% de grasa. Con respecto a la humedad obtenida en los quesos, se puede decir, que fueron quesos de alta humedad según Candy, C. (2017) que señala que la humedad varía entre un 46 y un 54% lo cual esto indica que los resultados obtenidos para el queso de búfala pudieron ser influenciados por el corto tiempo de prensado y la poca estabilidad proteica en la masa del queso que genero poca firmeza en ella.

### **Cuadro 13. Características microbiológicas del producto.**

En el cuadro 10 se observa la caracterización microbiológica de acuerdo a los requisitos que deben cumplir los quesos obtenidos para el consumo directo o posterior, estipulados en la Norma Covenin 1104:1996. Con base a ésta, fueron analizados coliformes totales por duplicado a cada muestra de queso.

### **Cuadro 13. Caracterización microbiológica de los quesos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Coliformes Totales (NMP/g)</b>		
	<b>10<sup>1</sup></b>	<b>10<sup>2</sup></b>	<b>10<sup>3</sup></b>
1	24	20	18
2	32	28	26
3	53	45	33

A partir de las muestras de queso, se realizaron diluciones seriadas por duplicado hasta 10<sup>-3</sup>, se sembró 1 ml de cada dilución en 9 ml de Caldo Bilis Verde Brillante, se incubaron a 37°C por 24 horas. El análisis se realizó observando el cambio de color verde y formación de gas en los tubos para coliformes totales. El recuento promedio de coliformes totales que arrojó el menor NMP/g fue para el queso del tratamiento n° 1 en la dilución 10<sup>3</sup> y el que presento mayor NMP/g fue para el tratamiento n° 3 en la dilución 10<sup>1</sup>, valores todos que se encuentran dentro de los rangos o criterios microbiológicos para quesos establecidos por la Norma Covenin 3821:2003.

#### **IV.5. Valoración de los atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) del queso madurado mediante escala hedónica**

La valoración de los atributos sensoriales se realizó mediante la prueba de media de mínima diferencia significativa (L.S.D.), con el propósito de determinar la diferencia entre las medias de los tres tratamientos del queso madurado en función a los atributos evaluados a través del software estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.1.

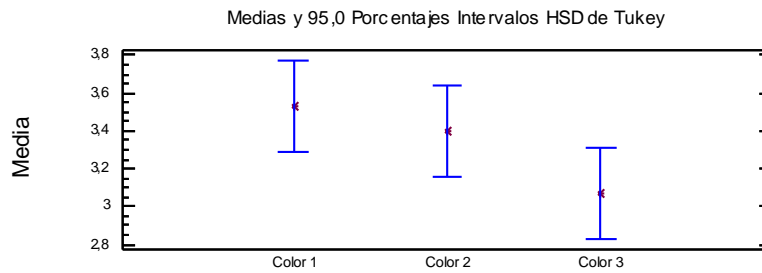
##### **a) Analisis para la respuesta sensorial olor.**

En el cuadro 11, se observa la media para cada columna de datos. También muestra el error estándar de cada media, que es la medida de su variabilidad en la muestra. El error estándar es el resultado de dividir la desviación típica agrupada por la raíz cuadrada del número de observaciones en cada nivel. Además, también muestra un intervalo que incluye cada media. Los intervalos mostrados actualmente se basan en el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Se construyen de tal manera que si dos medias son iguales, sus intervalos se solaparán 95,0% de las veces, estos intervalos se utilizan para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras.

**Cuadro 14. Prueba de medias para respuesta sensorial olor.**

<b>Atributo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Media</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Lim. inf.</b>	<b>Lim. sup.</b>
Color 1	15	3,5333	0,13954	3,2936	3,7731
Color 2	15	3,4	0,13954	3,1603	3,6398
Color 3	15	3,06667	0,13954	2,8269	3,3064
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>3,3333</b>			

Los intervalos mostrados actualmente se basan en el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). En la figura 11, se puede apreciar el gráfico de medias para la respuesta sensorial color, arrojando que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95,0%.



**Figura 11. Gráfico de medias para la respuesta sensorial color.**

**b) Analisis para la respuesta sensorial olor.**

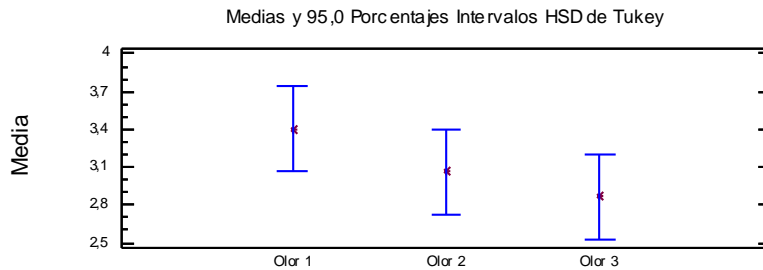
En el cuadro 11, aplica una prueba de medias con un nivel de confianza de 95,0% donde los intervalos mostrados actualmente se basan en el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Se construyen de tal manera que si dos medias son iguales, sus intervalos se solaparán 95,0% de las veces.

Este cuadro muestra la media para cada columna de datos. También muestra el error estándar de cada media, que es la medida de su variabilidad en la muestra. El error estándar es el resultado de dividir la desviación típica agrupada por la raíz cuadrada del número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo que incluye cada media. Con este método, hay un 5,0% de riesgo de considerar cada par de medias como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.

**Cuadro 15. Prueba de medias para respuesta sensorial olor.**

Atributo	Frecuencia	Media	Error estándar	Lim. inf.	Lim. sup.
Olor 1	15	3,4	0,1963	3,0628	3,7372
Olor 2	15	3,0667	0,1963	2,7295	3,4039
Olor 3	15	2,86667	0,1963	2,5295	3,2038
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>3,1111</b>			

En la figura 12, se puede apreciar el gráfico de medias para la respuesta sensorial olor, arrojando que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95,0% al presentar valores distintos en la media de cada variable.



**Figura 12. Gráfico de medias para la respuesta sensorial olor.**

**c) Analisis para la respuesta sensorial sabor.**

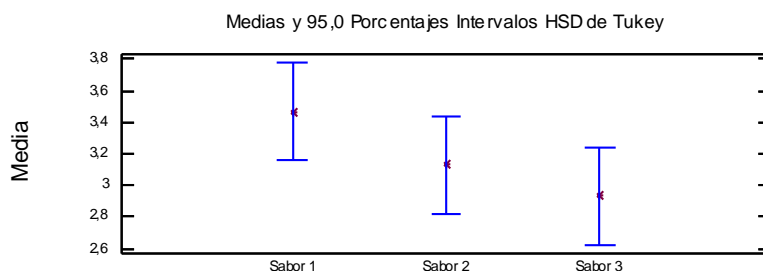
Para la respuesta sensorial sabor del producto tipo queso madurado, se puede ver en el cuadro 16 que la variable 1 del primer tratamiento, arrojo mayor porcentaje de la mínima diferencia significativa con respecto a las otras variables.

**Cuadro 16. Prueba de medias para respuesta sensorial sabor.**

Atributo	Frecuencia	Media	Error estándar	Lim. inf.	Lim. sup.
Sabor 1	15	3,4667	0,1799	3,1575	3,7758
Sabor 2	15	3,1333	0,1799	2,8241	3,4425
Sabor 3	15	2,9333	0,1799	2,6242	3,2425
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>3,1778</b>			

Los intervalos mostrados actualmente se basan en el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). En la figura 13, se puede apreciar el gráfico de medias para la respuesta sensorial sabor, arrojando que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95,0%.





**Figura 13. Gráfico de medias para la respuesta sensorial sabor.**

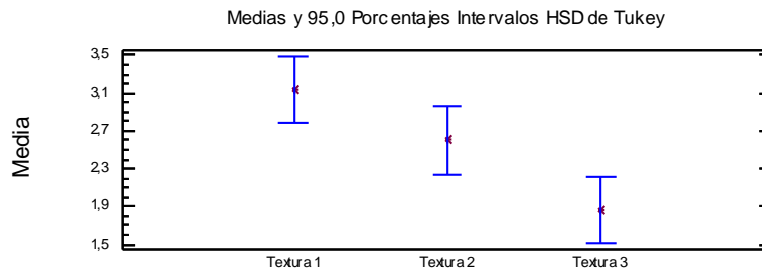
**d) Analisis para la respuesta sensorial textura.**

En el caso de la respuesta sensorial textura de los diferentes quesos madurados se puede observar en el cuadro 17 que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95,0%, arrojando un valor de media de 3,1% para la variable 1 del queso madurado del primer tratamiento, con una variabilidad de 0,20 como error estándar.

**Cuadro 17. Prueba de medias para respuesta sensorial textura.**

Atributo	Frecuencia	Media	Error estándar	Lim. inf.	Lim. sup.
Textura 1	15	3,1333	0,2073	2,7772	3,4895
Textura 2	15	2,6	0,2073	2,2438	2,9561
Textura 3	15	1,8667	0,2073	1,5105	2,2228
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>2,5333</b>			

Para apreciar mejor las menores diferencias significativas de Fisher (LSD), en la figura 14, se puede observar el gráfico de medias para la respuesta sensorial textura, arrojando que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95,0%.



**Figura 14. Gráfico de medias para la respuesta sensorial textura.**

**e) Analisis para la respuesta sensorial de la calidad global del producto.**

Con respecto al análisis global del producto de los 3 quesos madurados tipo cheddar y aromatizados con especias, se realizó el análisis de la varianza (cuadro 18) para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las variables atributos evaluados.

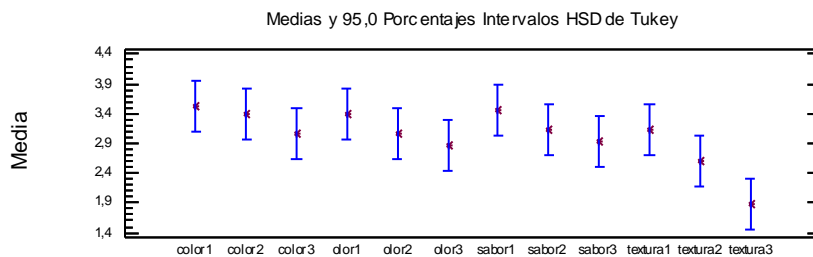
**Cuadro 18. Análisis de la Varianza de los atributos sensoriales.**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	34,7278	11	3,1571	6,31	0,0000
Intra grupos	84,0	168	0,58		
<b>Total</b>	<b>118,728</b>	<b>179</b>			

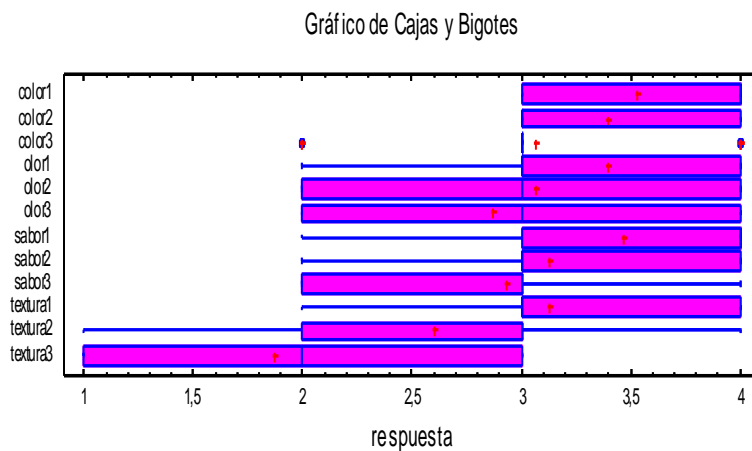
El cuadro de anavar descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 6,31, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 12 variables a un nivel de confianza del 95,0%, lo que indica que los consumidores observaron algún

cambio característico entre los componentes con que estaban hechos los quesos madurados que se les dio a degustar, arrojando mayor aceptación global el producto del tratamiento n° 1, el cual presentó una mayor media para las variables sensoriales de los atributos color, olor, sabor y textura.

Los intervalos mostrados actualmente se basan en el método de Tukey, diferencia más francamente significativa (HDS). Se construyen de tal forma que si todas las medias son iguales, todos los intervalos se solaparán 95,0% de las veces; además, se puede observar en la figura 15, como la media de la primera variable de cada atributo sensorial evaluado en los quesos madurados, arrojó con mayor valor con respecto a las otras variables, indicando la aceptación del consumidor por el primer tratamiento.



**Figura 15. Gráfico de medias para la respuesta sensorial calidad global.**



**Figura 16. Gráfico de Cajas y Bigotes de los atributos sensoriales.**

## CONCLUSIONES

- Mediante los análisis de plataforma para la leche cruda en su estado natural que rige la norma COVENIN 903-93, se determinó que la leche se encontró en aptas condiciones para la elaboración del queso madurado.
- Generada la matriz de diseño de obtuvieron tres formulaciones de quesos madurados, siguiendo la metodología empleada por Bain (2013) la cual fue adaptada. A los resultados obtenidos de las variables respuestas se le aplicó la comparación de la varianza, el cual indicó la homogeneidad de los datos.
- El análisis de varianza de los factores en estudio y las variables respuestas arrojaron un valor de probabilidad de 0,0000 ( $>0,001$ ) indicando con ello alta significancia del modelo seleccionado; asimismo la variable dependiente de mayor efecto significativo en función de los factores experimentales es la humedad.
- Se obtuvo una pigmentación de color amarillo-verdoso que varió de acuerdo a las proporciones empleadas en cada una de las formulaciones.
- Los valores de las variables respuestas (pH, ATT, Humedad, Cenizas y Grasa) se encuentran dentro de los rangos establecidos por las normas de calidad para quesos madurados.
- En la evaluación sensorial de los atributos (color, olor, sabor y textura) con respecto a su aceptación del producto que arrojó como óptimo, indica que hubo diferencias estadísticamente significativas de las medias a un nivel de confianza de 95,0%, lo que señala que los consumidores observaron algún cambio característico, dándole buena aceptación al producto tipo queso madurado al momento de la degustación por el queso del tratamiento n° 1.

## RECOMENDACIONES

- Para estudios posteriores determinar la vida útil del producto, con el fin de garantizar la vida de anaquel del mismo.
- Utilizar cultivos lácticos y esencias que aportan unas mejores características sensoriales los quesos madurados tipo Cheddar.
- Mejorar las condiciones higiénicas, sanitarias y de seguridad dentro de las instalaciones del LITA para la ejecución de los análisis microbiológicos que garanticen la inocuidad del producto terminado.
- Adicionar colorante líquido extraído de la cúrcuma para una mejor homogeneidad del color en la leche, para así evitar sedimentación del colorante en polvo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apuntes de Industrialización de productos lácteos de la UNIDEG. (2013). *Clasificación de los quesos según su contenido en humedad*. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.conocimientosweb.net/dcmt/ficha19382.html>
- Arcila-Lozano, C.C., Loarca-Pina, G., Lecona-Uribe, S. y González de Mejía, E. (2004). *El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes*. Caracas, Venezuela. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S000406222004000100015&script=sci\\_abstract](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S000406222004000100015&script=sci_abstract)
- Alovera, (2010). *Achiote*. Disponible en: [https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/censi/Achiote\\_Vademecum.pdf](https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/censi/Achiote_Vademecum.pdf)
- Bain, Ingrid. INTA EEA Chubut. (2013). *Etapas del proceso de elaboración del queso*. Disponible en: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Elabracion-De-Quesos/25886099.html>
- Barbosa, C. (2017). *Estudio de Factibilidad para quesos madurados en la ciudad Bogotá*. D.C, Bogotá. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/953/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Barda, N. (2016). *Análisis sensorial de los alimentos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Artículo en Línea. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta\\_analisis\\_sensorial\\_de\\_los\\_alimentos\\_fruticultura.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta_analisis_sensorial_de_los_alimentos_fruticultura.pdf)
- Bautista, A.R., Moreira, E.L., Batista, M.S., Miranda, M.S. y Gomes, I.C. (2004). *Achiote*. Subacute Toxicity Assessment of Annatto in Rat. Food Chem Toxicol. Apr; 42(4):625-9. Artículo en línea. Disponible en: [https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/censi/Achiote\\_Vademecum.pdf](https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/censi/Achiote_Vademecum.pdf)

- Candy, C. (2017). *Quesos madurados, composición química, clasificación, características, formas de procedimientos, equipos y maquinas*. Lima, Perú. Disponible en: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/3455/Quesos%20madurados%2C%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, W. (2020). *Venezuela cuenta con el índice de ordeño de ganado bufalino más grande de América Latina*. Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://www.vtv.gob.ve/venezuela-indice-ordeno-ganado-bufalino-masgrande-americalatina/#:~:text=Indic%C3%B3n%20que%20actualmente%20se%20tiene,la%20alimentaci%C3%B3n%20del%20pueblo%20venezolano>
- Claire, M. (2022). *Leche de búfala: una propuesta de real food saludable y sustentable*. Disponible en: <https://marieclaire.perfil.com/noticias/amp/food/leche-de-bufala.phtml>
- Carpio, F. (2008). *Proyecto Fortalecimiento de la Cadena Productiva de Leche en el Distrito de Cusca, provincia de Corongo, región Ancash – Perú*. Artículo en línea. Disponible en: [http://www.cedep Peru.org/img\\_upload/c55e8774db1993203b76a6afddc995dc/MANUAL\\_QUESERIAS\\_CEDEP.pdf](http://www.cedep Peru.org/img_upload/c55e8774db1993203b76a6afddc995dc/MANUAL_QUESERIAS_CEDEP.pdf)
- Funes, A. (2020). *Para qué sirve la cúrcuma, propiedades y beneficios*. Artículo en línea. Disponible en: [https://www.elespanol.com/como/sirve-curcuma-propiedades-beneficios/487701525\\_0.amp.html](https://www.elespanol.com/como/sirve-curcuma-propiedades-beneficios/487701525_0.amp.html)
- Fontal, F. Vera, J. (2018). *Evaluación del tiempo de prensado y tiempo de maduración en quesos semiduros tipo Cheddar*. Valencia, España. Disponible en: [https://www.academia.edu/43817227/EVALUACI%C3%93N\\_DEL\\_TIEMPO\\_DE\\_PRESADO\\_Y\\_TIEMPO\\_DE\\_MADURACI%C3%93N\\_EN\\_QUE\\_SO\\_SEMIMADURO\\_TIPO\\_CHEDDAR](https://www.academia.edu/43817227/EVALUACI%C3%93N_DEL_TIEMPO_DE_PRESADO_Y_TIEMPO_DE_MADURACI%C3%93N_EN_QUE_SO_SEMIMADURO_TIPO_CHEDDAR)

- Gabinet, (2017). *Los colores de las raíces de la cúrcuma*. Disponible en: <https://metode.es/revistasmetode/secciones/jardinanimado/coloresarrelstenyircu rcuma.html#:~:text=El%20color%20de%20la%20ra%C3%ADz,tambi%C3%A9n%20como%20conservante%20de%20alimentos>
- García, M.A. (2016). *Análisis sensorial de alimentos*. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. México. Artículo en Línea. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>
- Gottau, G. (2010). *Análisis nutricional de un vaso de leche*. Artículo en Línea. Disponible en: <http://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-un-vaso-de-leche>
- Hernández, J. (2010). *Aceite de albahaca (Ocimum basilicum L.) y su potencial de producción sustentable para uso medicinal*. Torreón, México. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2418/JO RGE%20LUIS%20HERNANDEZ%20REYES.pdf?sequence=1>
- Jacovelín, M. y Rojas, P (s/f). *Guía de prácticas del laboratorio II de Agroindustria Animal*. UNELLEZ-VIPI. San Carlos.
- Licata, (1999). *Queso Cheddar beneficio e información nutricional*. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/464783554/QUESO-CHEDDAR>
- Licata, M. (2010). *Los quesos. Composición, elaboración y propiedades nutricionales*. Artículo en línea. Disponible en: <http://www.zonadiet.com/comida/queso.htm>
- López, A. (2009). *Albahaca. ¿Qué es y cómo utilizarla en la cocina? Recetas y consejos de conservación*. Disponible en: <https://www.recetasderechupete.com/albahaca-que-es-y-como-utilizarla-en-la-cocina-recetas-y-consejos-de-conservacion/49240/>
- Méndez, A. (2012). *Queso Cheddar*. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/514584829/Queso-Cheddar>



- Niebel, B.W. y Freivalds, A. (2015). *Capítulo I El problema*. Empresas Vilasa (Villa láctea S.A). Zulia, Venezuela. Disponible en: <https://www.urbe.edu/>
- Palacios, R., Reiner, M., Tibursio, E. y Lure, Y. (2019). “*Evaluación del queso madurado a base de leche entera Vacuno, Ovino y Caprino (Bos primigenius taurus, Ovis aries y capraegagrus hircus), en la unión, dos de mayo, región Huánuco*”. Huánuco, Perú. Artículo en línea. Disponible en: <https://www.repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/>
- Perotti, F. (2017). *Quesos semimaduros de leche de búfala. Influencia del tipo de leche en la hidrólisis de la materia grasa (Lipolisis)*. Santa fe, España. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1983/8.2.5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojó, N. (2020). *Para qué sirve la albahaca*. Artículo, Universidad de Murcia, España. Disponible en: <https://www.dosfarma.com/blog/para-que-sirve-la-albahaca/>
- Ramírez-Navas, J.S. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Pontificia Universidad Javeriana. Cali, Colombia. . Artículo en Línea. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257890512\\_Analisis\\_sensorial\\_pruebas\\_orientadas\\_al\\_consumidor](https://www.researchgate.net/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor)
- Rodríguez-García, T.I. y Díaz-Zaragoza, D.G. (2013). *Evaluación sensorial de los 5 sentidos*. Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca, México. Artículo en Línea. Disponible en: [https://issuu.com/taniarodriguez0/docs/evaluacion\\_sensorial\\_los\\_5\\_sentidos](https://issuu.com/taniarodriguez0/docs/evaluacion_sensorial_los_5_sentidos)
- Ramírez, C. (2012). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. Artículo en línea. Universidad de las Américas, México. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.researchgate.net/profile/>

Sánchez-Monge, M. (2020). *Beneficios y propiedades de la cúrcuma*. Revista de Salud. Unidad Editorial Revistas, S.L.U. Disponible en: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2016/03/21/beneficios-propiedades-curcuma-111687.html>

Salvia, O. (2011). *Las hierbas o plantas aromáticas, clasificación*. Disponible en: <https://plantasyjardin.com/2011/07/las-hierbas-o-plantas-aromaticas/>

Saiz, P. (2014). *Cúrcuma I (cúrcuma longa)*. Artículo, Universidad Madrid, España. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27836/1/C%C3%A9RCUMA%20Paula%20Saiz.pdf>

Toledo, A. (2015). *Elaboran quesos con leche de búfala que mejoran la salud*. Disponible en: <https://cienciadoleite.com.br/noticia/3328/elaboran-quesos-con-leche-de-bufala-que-mejoran-la-salud>

Urdaneta-Parra, M. (2016). *Comportamiento del consumidor de quesos industrializados, en la parroquia Madre María de San José, Municipio Girardot, Estado Aragua*. Maracay, Venezuela. Disponible en: [http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/15022/1/T026800016507-0-Final\\_Defensa-000.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/15022/1/T026800016507-0-Final_Defensa-000.pdf)

Yorkshire, (2010). *Queso Cheddar*. Disponible en: <https://www.quequesos.es/quesos/quesocheddar/#:~:text=La%20maduraci%C3%B3n%20de%20este,seg%C3%BAn%20su%20tiempo%20de%20curaci%C3%B3n>

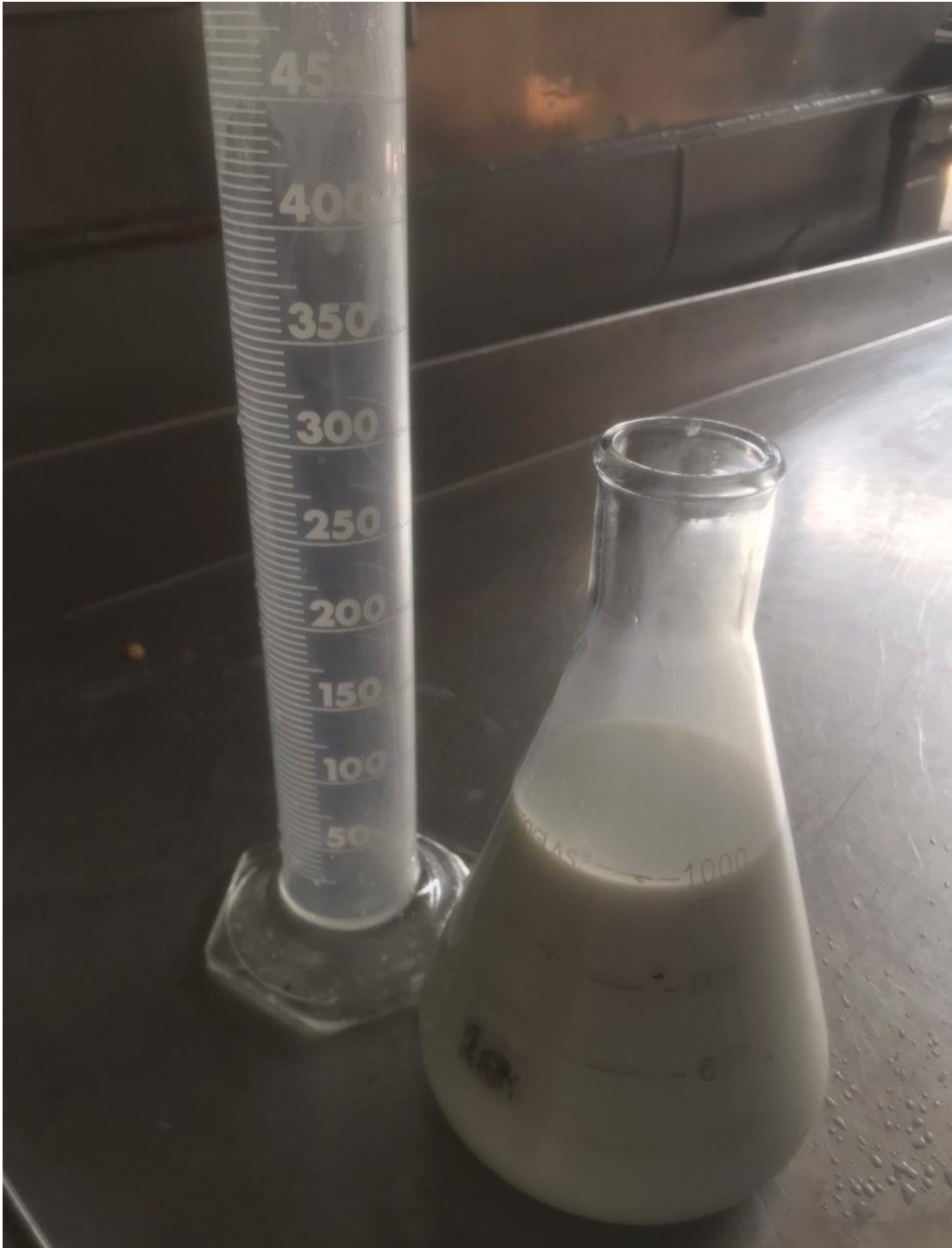
Wang et al (2012). *Propiedades sensoriales y capacidad antioxidante del queso tipo manchego elaborado con leche de oveja pelibuey y curcumina nanoemulsionada.*

Disponible

en:

<https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3425/1/Mariam%20Sardi%C3%B1as%20Valdes.pdf>

**ANEXOS**



**Figura 17. Leche cruda de búfala.**



**Figura 18. Cuajo líquido.**



**Figura 19. Analisis físico de la cúrcuma.**



**Figura 20. Pesaje de la cúrcuma.**



**Figura 21. Cuajada.**





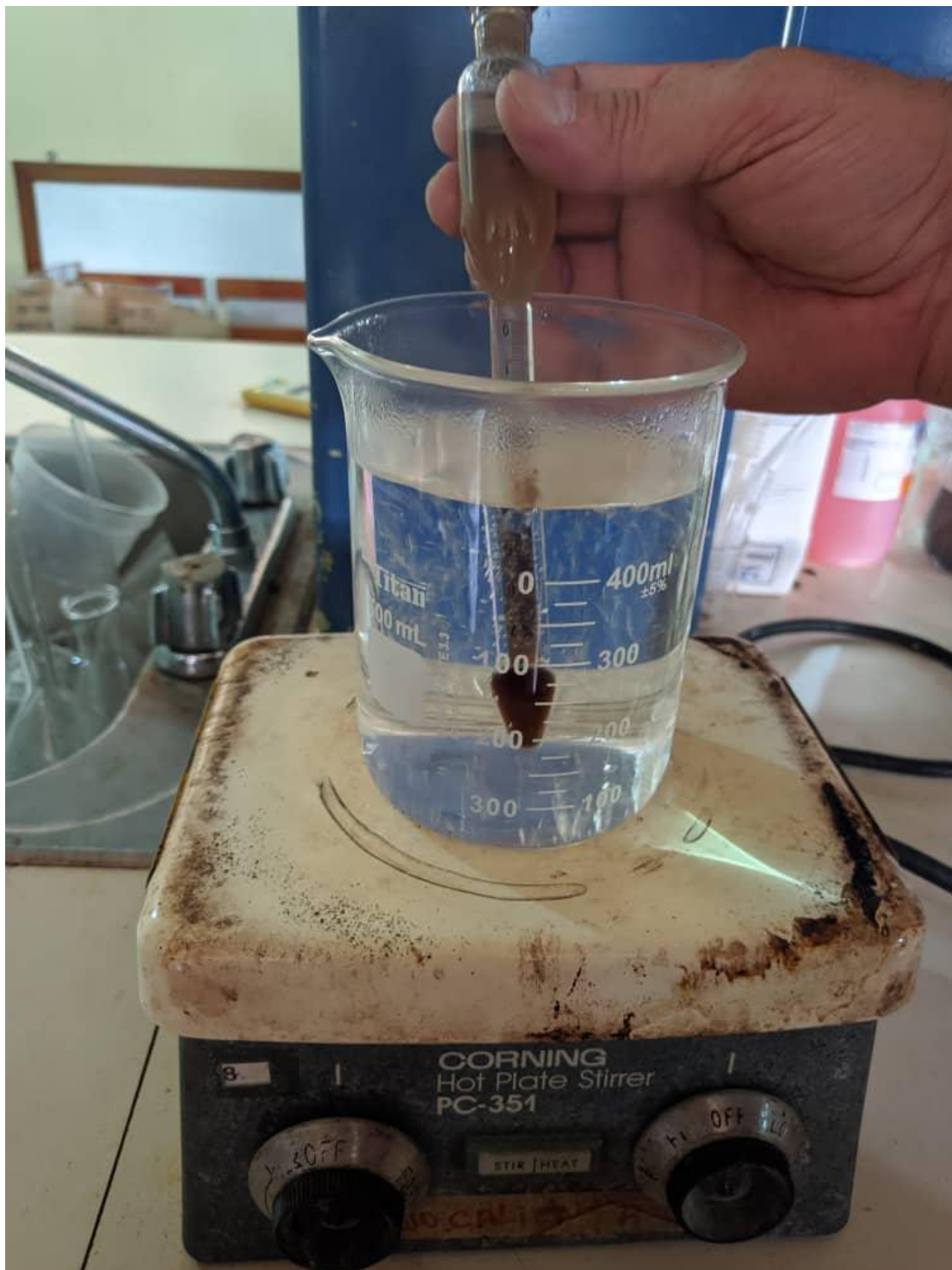
**Figura 22. Producto terminado.**



**Figura 23. Determinación de coliformes para quesos madurados.**



**Figura 24. Determinación del porcentaje de cenizas.**



**Figura 25. Determinación del porcentaje de grasa.**



**Figura 26. Lectura del porcentaje de grasa.**



**Figura 27. Analisis del porcentaje de proteína en leche cruda.**