

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS:

**Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación
de colágeno extraído a partir de pata de vacuno**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Edith Yobana LEON HUAMANI

ASESOR:

Mg. Jack Edson HERNÁNDEZ MAVILA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

Es un honor para mí dedicar con gratitud a todas las personas que han sido parte fundamental de este viaje en mi vida académica.

A Dios, por ser mi guía, quien me ha dado sabiduría, fuerza y resiliencia en cada paso para continuar y fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. Gracias padre amado.

A mi madre Elsa Huamani, quien le debo todo lo que soy, su dedicación, sacrificio y enseñanza sobre la importancia del trabajo constante. Gracias por siempre creer en mí, este logro también es tuyo mamá, porque todo lo que soy es gracias a ti.

A mis hermanos quienes me acompañan desde la infancia impartíendome su conocimiento y experiencias, gracias por su constante apoyo, amor y compañía donde ha sido fundamental para llegar hasta aquí, los amo.

A mis dos ángeles, mi papá Sabino Leon y mi abuela Ignacia Vda. de Leon; quienes forjaron mi niñez, con sus experiencias, sabiduría y amor. Y ahora cuidan de mí, desde lo más profundo de mi corazón.

Finalmente, a mí, por tanta dedicación y paciencia.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, en especial a mi madre Elsa Huamani quien es el pilar fundamental de mi vida, su amor incondicional y apoyo constante ha sido el soporte en cada paso de mi camino académico y personal. Gracias por inspirarme a perseguir mis metas con determinación ya que nunca dejaste de creer en mí.

A mi querida Universidad de San Cristóbal de Huamanga por brindarme la oportunidad de crecer como profesional y la formación integral que he recibido durante estos años.

A mi querido asesor de tesis Mg. Jack Hernandez, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por su dedicación, orientación y paciencia durante este proceso académico.

A mis estimados maestros, Ing. Agustín Maurtua; Ing. Jorge Málaga; Ing. Percy Huauya; Ing. Saul Chuqui, Ing. Leidy Medina, Ing. Fredy Escalante; Ing. Percy Velasquez, entre otros; quienes compartieron su conocimiento y ser fuente de inspiración en mi camino educativo. Cada lección impartida y cada palabra de aliento han contribuido significativamente en mi desarrollo personal y profesional. Su dedicación y enseñanza han dejado una huella profunda en mi vida.

A mis queridos hermanos Enver, Sonia, Dorin, Liz, Willman y Yudith y familiares tíos (as), primos (as), sobrinos (as) por su apoyo inquebrantable y amor incondicional, quienes son fuente de inspiración y alegría, gracias por siempre estar a mi lado compartiendo felicidad y tristezas.

Finalmente, a mis amigos, gracias por su amistad, apoyo incondicional en las buenas y malas, por los momentos de distracción que me ayudaron a mantenerme en equilibrio.

Edith Leon

Resumen

Esta investigación tuvo como finalidad elaborar un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno. El objetivo fue desarrollar un yogurt tipo griego enriquecido con colágeno extraído a partir de la pata de vacuno, evaluando sus características fisicoquímicas (proteína, grasa, acidez, pH, viscosidad, densidad y ceniza) y evaluación organoléptica (textura, olor y sabor) se evaluó utilizando una escala hedónica de 7 puntos con 28 panelistas. La metodología fue de nivel descriptivo, empleando 3 formulaciones diferentes de la mezcla (F1, F2 y F3) de yogurt 10 %, 20 % y 40 %, evaluados sensorialmente, bajo vigilancia de la variable a manejar. Los resultados de la F1 expresados que el contenido proteico, contenido de materia grasa y viscosidad presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) cuyos valores son 3,45 %, 0,76 % y 19,5 cP respectivamente., también se obtuvo resultados de ceniza con un 0,11 %, pH con 4,40, densidad con 1,032 g/ml y acidez con 0,97 °D, valores aceptables para productos lácteos según la NTP 202.014.2004. La evaluación organoléptica del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno tuvo como aceptabilidad general en la escala de 7 puntos correspondiente al calificativo de “ME GUSTA UN POCO” con un 46,4 % para la proporción de 10 % de colágeno incorporado, como también para la intensidad de atributos de textura, factor clave de la experiencia sensorial del consumidor es estadísticamente significativo ($p < 0,05$); mientras el olor y sabor fue calificado que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$), debido a que son tan pequeñas o variables que podrían deberse al azar. Finalmente, se sugiere realizar estudios de mercado para evaluar la aceptación del yogurt tipo griego enriquecido con colágeno entre los consumidores clave.

Palabras clave: Yogurt, Colágeno, Leche, Propiedades y Análisis.

Abstract

This research aimed to produce Greek-style yogurt with collagen extracted from bovine foot. The objective was to develop a Greek-style yogurt enriched with collagen extracted from bovine foot, evaluating its physicochemical characteristics (protein, fat, acidity, pH, viscosity, density, and ash) and organoleptic properties (texture, odor, and flavor), which were assessed using a 7-point hedonic scale with 28 panelists. The methodology was descriptive, employing three different formulations of the mixture (F1, F2, and F3) with 10%, 20%, and 40% yogurt, respectively, which were evaluated sensorially while monitoring the variable under study. The results for F1 showed that protein content, fat content, and viscosity differed significantly ($p < 0.05$), with values of 3.45%, 0.76%, and 19.5 cP, respectively. Ash content was 0.11%, pH was 4.40, density was 1.032 g/mL, and acidity was 0.97 °D, all acceptable values for dairy products according to NTP 202.014.2004. The sensory evaluation of Greek-style yogurt with collagen extracted from bovine foot showed an overall acceptability score of 46.4% on the 7-point scale, corresponding to “I like it somewhat” for the 10% collagen incorporation level. The intensity of texture attributes, a key factor in the consumer’s sensory experience, was statistically significant ($p < 0.05$), while odor and flavor were rated as not significantly different ($p > 0.05$), as the differences were so small or variable that they could be due to chance. Finally, it is suggested to conduct market studies to evaluate the acceptance of collagen-enriched Greek-style yogurt among key consumers.

Keywords: Yogurt, Collagen, Milk, Properties, and Analysis.

Índice

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
Lista de tablas	ix
Lista de figuras.....	xiii
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.....	18
1.1. Título de la tesis	18
1.2. Autor y asesor	18
1.3. Descripción de la realidad problemática	18
1.4. Formulación del problema	20
1.4.1. Problema general	20
1.4.2. Problemas específicos.....	20
1.5. Objetivos	20
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivos específicos	20
1.6. Hipótesis.....	20
1.6.1. Hipótesis general.....	20
1.6.2. Hipótesis específicas.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22

2.1.2.	Antecedentes nacionales	23
2.2.	Industria láctea en el Perú	25
2.3.	Leche	26
2.3.1.	Definición	26
2.3.2.	Tipos de leche	27
2.3.3.	Beneficios de la leche	27
2.3.4.	Características organolépticas.....	28
2.3.5.	Características físicas.....	28
2.3.6.	Composición química	29
2.3.7.	Control de calidad de la leche.....	31
2.3.8.	Norma Técnica Peruana de Leche cruda	33
2.4.	Yogurt	33
2.4.1.	Definición	33
2.4.2.	Tipos de yogurt	34
2.4.3.	Yogurt griego.....	35
2.4.4.	Valor nutricional del yogurt griego	36
2.4.5.	Beneficios del yogurt griego.....	37
2.4.6.	Tecnología de elaboración del yogurt griego	38
2.4.7.	Norma Técnica Peruana de Yogurt.....	39
2.4.8.	Pata de ganado vacuno.....	39
2.4.9.	Colágeno	39
2.4.10.	Características fisicoquímicas.....	40
2.4.11.	Estructura del colágeno	40
2.4.12.	Síntesis del colágeno	41
2.4.13.	Formación del colágeno	41
2.4.14.	Defectos en la síntesis de colágeno.....	41

2.4.15.	Funciones	42
2.4.16.	Tipos de colágeno	42
2.4.17.	Aplicaciones del colágeno como materia prima	43
2.5.	Análisis sensorial	43
2.5.1.	Concepto	43
2.5.2.	Propiedades sensoriales	44
2.5.3.	Escala hedónica.....	44
2.6.	Diseño experimental.....	45
2.7.	Análisis de varianza (ANOVA)	45
2.8.	Prueba de efectos intersujetos	45
2.9.	Prueba de comparación de Tukey	46
CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS		47
3.1.	Tipo de investigación	47
3.2.	Alcances de investigación	47
3.3.	Enfoque de investigación	47
3.4.	Diseño de la investigación	47
3.5.	Variables e indicadores	47
3.3.1.	Variable Independiente	47
3.3.2.	Variable Dependiente	47
3.6.	Población y muestra	48
3.6.1.	Población	48
3.6.2.	Muestra	48
3.7.	Procedimiento de la investigación	49
3.7.1.	Descripción del diseño de investigación a realizarse.....	50
3.8.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	59
3.8.1.	Instrumentos y equipos	59

3.8.2. Técnica para recolección de datos	60
3.9. Procesamiento y análisis de datos	65
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.1. Resultados	67
4.2. Discusión de Resultados	120
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES.....	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	131
Anexo 1: Norma Técnica Peruana 202.001.2003. Leche cruda	131
Anexo 2: Especificaciones técnicas del cultivo láctico YF-L812	132
Anexo 3: Norma Técnica Peruana 202.014.2004. Yogurt.....	133
Anexo 4: Resultados fisicoquímicos del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno.....	134
Anexo 5: Lectura de viscosidad por el método Brookfield	135
Anexo 6: Ejecución del proyecto de tesis	138
Anexo 7: Cronograma de presupuesto.....	140
Anexo 8: Encuestas.....	142
Anexo 9: Análisis bromatológicos del colágeno de los diferentes tratamientos	146

Lista de tablas

Tabla 1 Producción de leche fresca y rendimiento por vaca según cuenca lechera, 2015 – 2020	26
Tabla 2 <i>Composición aproximada de la leche</i>	31
Tabla 3 <i>Composición nutricional de diferentes tipos de yogurt</i>	36
Tabla 4 <i>Composición en vitaminas y minerales</i>	37
Tabla 5 <i>Tecnologías existentes para cada proceso</i>	38
Tabla 6 <i>Información nutricional de la pata de vaca</i>	39
Tabla 7 <i>Principales tipos de colágeno</i>	43
Tabla 8 <i>Clasificación de pruebas sensoriales</i>	44
Tabla 9 <i>Escala de evaluación con 7 puntos</i>	45
Tabla 10 <i>Definición de variables e indicadores</i>	48
Tabla 11 <i>Diseño experimental de la investigación</i>	49
Tabla 12 <i>Diseño de investigación a emplear</i>	66
Tabla 13 <i>Análisis fisicoquímicos de la leche</i>	67
Tabla 14 <i>Cantidad de la incorporación de colágeno para la elaboración de un yogurt tipo griego</i>	67
Tabla 15 <i>Análisis de varianza de la elaboración de un yogurt tipo griego incorporación con colágeno extraído de pata de vacuno para el atributo textura</i>	68
Tabla 16 <i>Prueba Tukey de las distintas formulaciones de yogurt tipo griego para el atributo textura</i>	69
Tabla 17 <i>Resultados fisicoquímicos de los yogures tipo griego con incorporación de colágeno (formulación) o en distintas proporciones</i>	70
Tabla 18 <i>Análisis de varianza (ANOVA) del contenido proteico del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno</i>	71
Tabla 19 <i>Comparaciones múltiples del contenido proteico del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno</i>	71

Tabla 20 Prueba Tukey y Duncan del contenido proteico del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	72
Tabla 21 Análisis de varianza (ANOVA) para la materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	72
Tabla 22 Comparaciones múltiples de la materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	73
Tabla 23 Prueba Tukey y Duncan del contenido de materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	73
Tabla 24 Análisis de varianza (ANOVA) de la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	74
Tabla 25 Comparaciones múltiples de la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	75
Tabla 26 Prueba Tukey y Duncan de la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	75
Tabla 27 ¿Cuál de las muestras es igual a la testigo?	76
Tabla 28 Calificación de la muestra 1 según escala Hedónica de 7 puntos	77
Tabla 29 Calificación de la muestra 2 según escala Hedónica de 7 puntos	78
Tabla 30 Calificación de la muestra 3 según escala Hedónica de 7 puntos	79
Tabla 31 Intensidad para los atributos (olor, textura y sabor)	80
Tabla 32 Intensidad del olor dulce de la muestra 1.....	81
Tabla 33 Intensidad del olor agrio de la muestra 1.....	82
Tabla 34 Intensidad del olor graso de la muestra 1	83
Tabla 35 Intensidad de la textura líquida en la muestra 1	84
Tabla 36 Intensidad de la textura cremosa en la muestra 1	85
Tabla 37 Intensidad de la textura arenosa en la muestra 1.....	86
Tabla 38 Intensidad de la textura grasosa en la muestra 1	87
Tabla 39 Intensidad del sabor dulce en la muestra 1	88

Tabla 40 <i>Intensidad del sabor ácido en la muestra 1</i>	89
Tabla 41 <i>Intensidad del sabor rancio en la muestra 1</i>	90
Tabla 42 <i>Intensidad del sabor amargo en la muestra 1</i>	91
Tabla 43 <i>Intensidad del olor dulce de la muestra 2</i>	92
Tabla 44 <i>Intensidad del olor agrio de la muestra 2</i>	93
Tabla 45 <i>Intensidad del olor graso de la muestra 2</i>	94
Tabla 46 <i>Intensidad de la textura líquida en la muestra 2</i>	95
Tabla 47 <i>Intensidad de la textura cremosa en la muestra 2</i>	96
Tabla 48 <i>Intensidad de la textura arenosa en la muestra 2</i>	97
Tabla 49 <i>Intensidad de la textura grasosa en la muestra 2</i>	98
Tabla 50 <i>Intensidad del sabor dulce en la muestra 2</i>	99
Tabla 51 <i>Intensidad del sabor ácido en la muestra 2</i>	100
Tabla 52 <i>Intensidad del sabor rancio en la muestra 2</i>	101
Tabla 53 <i>Intensidad del sabor amargo de la muestra 3</i>	102
Tabla 54 <i>Intensidad del olor dulce de la muestra 3</i>	103
Tabla 55 <i>Intensidad del olor agrio de la muestra 3</i>	104
Tabla 56 <i>Intensidad del olor graso de la muestra 3</i>	105
Tabla 57 <i>Intensidad de la textura líquida en la muestra 3</i>	106
Tabla 58 <i>Intensidad de la textura cremosa en la muestra 3</i>	107
Tabla 59 <i>Intensidad de la textura arenosa en la muestra 3</i>	108
Tabla 60 <i>Intensidad de la textura grasosa en la muestra 3</i>	109
Tabla 61 <i>Intensidad del sabor dulce en la muestra 3</i>	110
Tabla 62 <i>Intensidad del sabor ácido en la muestra 3</i>	111
Tabla 63 <i>Intensidad del sabor rancio en la muestra 3</i>	112
Tabla 64 <i>Intensidad del sabor amargo en la muestra 3</i>	113
Tabla 65 <i>Análisis de varianza para el atributo olor</i>	114

Tabla 66 <i>Prueba Tukey para el atributo olor</i>	115
Tabla 67 <i>Análisis de varianza para el atributo sabor</i>	116
Tabla 68 <i>Prueba Tukey para el atributo sabor</i>	116
Tabla 69 <i>Análisis de varianza para el atributo textura</i>	117
Tabla 70 <i>Prueba Tukey para el atributo textura</i>	117
Tabla 71 <i>Viscosidad Muestra 1</i>	135
Tabla 72 <i>Viscosidad Muestra 2</i>	136
Tabla 73 <i>Viscosidad Muestra 3</i>	137

Lista de figuras

Figura 1 Fermento láctico YF L812 50 U	35
Figura 2 Estructura molecular del colágeno	40
Figura 3 Pasos de diseño de la investigación realizada.....	50
Figura 4 Compra de pata de ganado vacuno en el mercado.....	52
Figura 5 Lavado de la pata de vacuno.....	53
Figura 6 Cocción de la pata de vacuno.....	53
Figura 7 Separación de residuos de pata de vacuno.....	54
Figura 8 Almacenamiento de la pata de vacuno.....	54
Figura 9 Diagrama de flujo cualitativo para la extracción de colágeno de pata de vacuno	55
Figura 10 Incorporación en la olla.....	56
Figura 11 Envases en frascos de las distintas formulaciones.....	57
Figura 12 Diagrama de flujo cualitativo en la elaboración de yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno	58
Figura 13 Bajada de la splinder.....	61
Figura 14 Determinación de la densidad.....	62
Figura 15 Determinación de la acidez.....	63
Figura 16 Resultado de la pregunta ¿Cuál de las muestras es igual a la testigo?.....	77
Figura 17 Resultado de la calificación de la muestra 1 según escala Hedónica de 7 puntos.....	78
Figura 18 Resultado de la calificación de la muestra 2 según escala Hedónica de 7 puntos.....	79
Figura 19 Resultado de la calificación de la muestra 3 según escala Hedónica de 7 puntos.....	80
Figura 20 Resultado de la Intensidad del olor dulce de la muestra 1	81
Figura 21 Resultado de la Intensidad del olor agrio de la muestra 1	82

Figura 22	<i>Resultado de la Intensidad del olor graso de la muestra 1</i>	83
Figura 23	<i>Resultado de la Intensidad de la textura líquida en la muestra 1</i>	84
Figura 24	<i>Resultado de la Intensidad de la textura cremosa en la muestra 1</i>	85
Figura 25	<i>Resultado de la Intensidad de la textura arenosa en la muestra 1</i>	86
Figura 26	<i>Resultado de la Intensidad de la textura grasosa en la muestra 1</i>	87
Figura 27	<i>Resultado de la Intensidad del sabor dulce en la muestra 1</i>	88
Figura 28	<i>Resultado de la Intensidad del sabor ácido en la muestra 1</i>	89
Figura 29	<i>Resultado de la Intensidad del sabor rancio en la muestra 1</i>	90
Figura 30	<i>Resultado de la Intensidad del sabor amargo en la muestra 1</i>	91
Figura 31	<i>Resultado de la Intensidad del olor dulce de la muestra 2</i>	92
Figura 32	<i>Resultado de la Intensidad del olor agrio de la muestra 2</i>	93
Figura 33	<i>Resultado de la Intensidad del olor graso de la muestra 2</i>	94
Figura 34	<i>Resultado de la Intensidad de la textura líquida en la muestra 2</i>	95
Figura 35	<i>Resultado de la Intensidad de la textura cremosa en la muestra 2</i>	96
Figura 36	<i>Resultado de la Intensidad de la textura arenosa en la muestra 2</i>	97
Figura 37	<i>Resultado de la Intensidad de la textura grasosa en la muestra 2</i>	98
Figura 38	<i>Resultado de la Intensidad del sabor dulce en la muestra 2</i>	99
Figura 39	<i>Resultado de la Intensidad del sabor ácido en la muestra 2</i>	100
Figura 40	<i>Resultado de la Intensidad del sabor rancio en la muestra 2</i>	101
Figura 41	<i>Resultado de la Intensidad del sabor amargo de la muestra 3</i>	102
Figura 42	<i>Resultado de la Intensidad del olor dulce de la muestra 3</i>	103
Figura 43	<i>Resultado de la Intensidad del olor agrio de la muestra 3</i>	104
Figura 44	<i>Resultado de la Intensidad del olor graso de la muestra 3</i>	105
Figura 45	<i>Resultado de la Intensidad de la textura líquida en la muestra 3</i>	106
Figura 46	<i>Resultado de la Intensidad de la textura cremosa en la muestra 3</i>	107
Figura 47	<i>Resultado de la Intensidad de la textura arenosa en la muestra 3</i>	108

Figura 48 <i>Resultado de la Intensidad de la textura grasosa en la muestra 3</i>	109
Figura 49 <i>Resultado de la Intensidad del sabor dulce en la muestra 3</i>	110
Figura 50 <i>Resultado de la Intensidad del sabor ácido en la muestra 3</i>	111
Figura 51 <i>Resultado de la Intensidad del sabor rancio en la muestra 3</i>	112
Figura 52 <i>Resultado de la Intensidad del sabor amargo en la muestra 3</i>	113
Figura 53 <i>Encuesta en el laboratorio de Biotecnología Agroindustrial</i>	142
Figura 54 <i>Charla en el aula H-110 Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial</i>	142
Figura 55 <i>Degustación en el aula H-110 Escuela profesional de Ingeniería</i> <i>Agroindustrial</i>	143
Figura 56 <i>Resultado de la ficha de evaluación</i>	144

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como tema la formulación de un yogurt tipo griego con la incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno. Esta idea surge del creciente interés por desarrollar productos alimenticios innovadores y funcionales que aprovechen subproductos cárnicos.

El interés para realizar esta tesis se basa en la necesidad de diversificar la oferta de productos lácteos en la región de Ayacucho, utilizando recursos locales como la leche de vaca y un subproducto de la industria cárnica, la pata de vacuno. Esta investigación busca explorar el potencial de un subproducto de la industria cárnica que a menudo se descarta, dándole un nuevo uso y valor económico.

La metodología del estudio se estructura en cuatro etapas principales. Primero, se recolectan y procesan las materias primas (leche de vaca y pata de vacuno) en la provincia de Huamanga. Las patas de vacuno se someten a un proceso de extracción de colágeno en el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Posteriormente, se procede a la formulación de tres muestras de yogurt con concentraciones variadas de colágeno (F1: 10%, F2: 20%, F3: 40%). La tercera etapa consiste en la evaluación sensorial de las tres formulaciones, donde se califica el sabor, olor y textura. Finalmente, se realiza el análisis de composición fisicoquímica en el laboratorio para determinar las propiedades del producto final.

El objetivo general de esta tesis es formular un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, cumpliendo las propiedades fisicoquímicas y sensoriales aceptadas por los consumidores.

El logro del objetivo se dio mediante los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se presenta el tema de interés, los objetivos y la estructura general del trabajo.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico. Se revisan los antecedentes y la literatura relevante sobre el yogurt griego, el colágeno y su uso en alimentos.

En el capítulo III, se presentan los materiales y métodos. Se describe detalladamente los procedimientos de recolección de materia prima, la formulación del yogurt, los análisis fisicoquímicos y la evaluación sensorial.

Finalmente, en el Capítulo IV, se presenta los resultados y discusión, donde se analizan los hallazgos de los experimentos, contrastándolos con la literatura existente.

CAPÍTULO I.

ASPECTOS GENERALES

1.1. Título de la tesis

Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

1.2. Autor y asesor

Autor: Edith Yobana LEON HUAMANI

Asesor: Ing. Jack Edson HERNÁNDEZ MÁVILA

1.3. Descripción de la realidad problemática

Según Agrovét (2024), de acuerdo con el Departamento de agricultura de los Estados Unidos, hasta el 2023 se cuenta con 942 630 millones de cabezas de ganado en el mundo, siendo India con mayor número de ganado vacuno siendo 307 500 millones de vacas, en segundo lugar se encuentra Brasil con 194 365 millones y el tercer lugar China con 101 500 millones; donde este último se debe principalmente a que se considera animales sagrados a la vaca, por lo que no se llega a sacrificar para en consumo de carne ni cuando dejan de ser productivas.

En el Perú en cuanto al análisis de la ganadería bovina, existe 5,8 millones de cabezas de ganado, de lo cual el 63,9 % predomina el ganado criollo, destacando la raza Brown Swiss con 17,6 %; Holstein 10,3 % y Cebú el 3,4 %. (MIDAGRI, 2024)

En la sierra más del 70 % del capital de ganado se encuentra en las comunidades campesinas y propiedades privadas, donde su alimentación va desde rastrojos de la agricultura hasta cultivo de alfalfa, tréboles y rye Grass. El país cuenta con 358 camales entre privados y municipales de los cuales solo el 26 % cuentan con autorización (Rosemberg, 2017).

Según el Departamento de Ganaderos del Perú (2021), entre los principales departamentos ganaderos del Perú se encuentra Cajamarca con 604 000 cabezas de ganado, Puno con 547 200, Cuzco con 405 500 y finalmente Ayacucho con 302 900. En este último, la provincia predominante con la crianza de ganado vacuno es Lucanas con 74 853 cabezas de animales, en segundo lugar, ocupa la provincia de Huamanga con 41 278 cabezas y como tercer lugar encontramos a la provincia de Parinacochas con 32 796

cabezas de ganado vacuno. Hasta el 2021 según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego en la revista de Anuario Estadístico de Producción Ganadera y Avícola, el beneficio anual a nivel nacional fue de 940 647 unidades, mientras en la región de Ayacucho fue de 37 754 unidades de cabeza de ganado vacuno, estimándose la disponibilidad de patas de res en 151 016 unidades por año.

En los últimos años el consumo del yogurt se ha acentuado, siendo parte de la dieta diaria de la mayoría de los consumidores, tanto a nivel local como nacional. Debido al desarrollo de diferentes microcuencas lecheras que vienen elaborando diferentes derivados lácteos, entre ellos el yogurt y ha ganado un aprecio en los consumidores por sus propiedades nutricionales tales como el contenido de proteínas, calcio y bacterias benéficas, el cual es beneficioso para la salud en cada etapa de la vida. Este derivado lácteo tiene como consumidores a todas las edades de la población ya que ofrece una tendencia de aceptabilidad en los gustos del consumidor.

Actualmente no hay producto de derivado lácteos netamente que trabaje con el colágeno, a pesar que estos productos tienen un buen contenido nutricional y muy beneficioso para la salud, pero por parte de la población el consumo de yogurt griego y colágeno en algún producto es minoritario ya que existe desconocimiento de sus propiedades, además no existe una formulación y estandarización para la elaboración de yogurt tipo griego enriquecido con colágeno de pata de ganado vacuno, es así que se plantea realizar dicha formulación para elaborar las características fisicoquímicas y sensoriales de este yogurt enriquecido.

Es así, que el presente trabajo busca diversificar la oferta de alimentos de alto valor nutricional formulando un yogurt enriquecido con el colágeno extraído a partir de las patas de ganado vacuno que será una fuente de ingreso económico a futuro con la extracción de colágeno a partir de patas de res y a su vez evitar las pérdidas de esta materia prima que contiene propiedades nutricionales como son los aminoácidos, alto nivel proteico, sales minerales, fibra, vitaminas, etc. Que ayudan a nuestro organismo con una mejor digestión y aportando nutrientes beneficiosos para la piel, uñas, cabello, entre otros.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál será la formulación adecuada para la elaboración del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, con propiedades fisicoquímicas y sensoriales aceptada por los consumidores?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿Será posible elaborar un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno a diferentes proporciones?
- ¿Cuál será la característica fisicoquímica del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno?
- ¿Qué características organolépticas presentara el yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Formular un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, cumpliendo las propiedades fisicoquímicas y sensoriales aceptada por los consumidores

1.5.2. Objetivos específicos

- Elaborar un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno a diferentes proporciones.
- Evaluar las características fisicoquímicas del yogurt tipo griego con colágeno incorporado.
- Evaluar la aceptabilidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La formulación adecuada en la elaboración del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno permite cumplir con las propiedades fisicoquímicas y sensoriales aceptada por los consumidores.

1.6.2. Hipótesis específicas

- La elaboración del yogurt tipo griego en proporciones de colágeno incorporado al 10 %, 20 % y 40 % mejoran la textura del yogurt tipo griego.
- Las características fisicoquímicas de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, se mantiene dentro de los estándares establecidos en los requisitos fisicoquímicos de la Norma Técnica Peruana (NTP) 202.014:2014.
- Con el método análisis sensorial se podrá determinar la aceptabilidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno a partir de pata de vacuno en el mercado.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

González et al. (2024) tuvo como propósito diseñar, formular y producir un yogurt griego con propiedades digestivas a partir de la incorporación de pitahaya y avena. Para lograr una formulación adecuada, se realizaron distintas pruebas de laboratorio que permitieron establecer la proporción óptima de ingredientes. El desarrollo del prototipo consistió en combinar la cremosidad del yogurt griego con los beneficios nutricionales de la pitahaya, rica en antioxidantes y fibra, y las propiedades digestivas de la avena. El proceso de elaboración incluyó una fase de mezclado y una fermentación controlada que aseguró la obtención de la textura característica del yogurt griego. Como resultado, se obtuvo un producto con buen sabor y valor nutricional, que destacó por su potencial para mejorar la digestión, posicionándose como una alternativa funcional dentro del mercado de productos lácteos fermentados.

Gutiérrez et al. (2022), en una investigación realizada en el Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato del Tecnológico Nacional de México, en la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias, propusieron como objetivo principal incorporar cáscara de plátano como ingrediente funcional en la elaboración de yogurt griego, con el propósito de mejorar su valor nutricional. Para ello, se elaboró yogurt griego adicionando una base dulce pulverizada de cáscara de plátano en proporciones de 3 %, 5 % y 7 %, evaluando su aceptación mediante análisis sensoriales. Los resultados indicaron que la formulación con 5 % de fibra fue la más aceptada por los evaluadores. Además, se aplicó un análisis in silico para identificar las principales proteínas presentes en el yogurt enriquecido, determinando una calidad proteica del 84 %, un índice glucémico de 45,75 y una carga glucémica teórica de 19,99. En conclusión, la adición de cáscara de plátano no solo mejoró el perfil nutricional del producto, sino que también resultó favorable desde el punto de vista sensorial.

Según Ramírez (2013); publicado en la Universidad Tecnológica Equinoccial, se estudió las nuevas alternativas industriales como ambientales en la industrialización de la pata de vaca, que actualmente no tiene ningún valor agregado dentro de la industria de confitería.

En la obtención del colágeno se aplicó en un arreglo factorial AxB, con 3 repeticiones siendo las variables A (temperatura y tiempo), B (edulcorantes y porcentajes), introducidas a una temperatura de cocción de 100 °C, 110 °C, 120 °C, durante 4, 5 y 6 horas. Obteniendo como mejor tratamiento la extracción de colágeno a 120 °C por 4 horas; a este colágeno se realizó análisis bromatológico, concluyendo que el producto era rico en nutrientes.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Olivera (2024) tuvo como objetivo evaluar el efecto de la adición de tres tipos de harinas de maíz morado (*Zea mays L.*) en distintas proporciones sobre las características sensoriales del yogurt griego, aplicando un diseño de mezclas. Inicialmente, se realizaron análisis preliminares con concentraciones de 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, 3 % y 4 % de harina obtenida del grano, la panca y la coronta del maíz morado. También se identificaron y agruparon los atributos sensoriales más representativos, y se determinaron parámetros fisicoquímicos del producto, registrando un pH entre 4,12 y 4,43, sólidos totales entre 27,64 y 31,45 %, y luminosidad entre 52,08 y 76,33. En cuanto al análisis microbiológico, los valores de coliformes, mohos y levaduras estuvieron dentro de los límites normativos. Para el procesamiento estadístico se empleó el software STATISTICA 7.0, generando un modelo de regresión significativo con un valor de $p < 0,05$. Las características sensoriales se determinaron mediante la técnica TCATA, que permitió seleccionar atributos específicos del producto. Se concluyó que la adición de hasta 0,5 % de harina de maíz morado no alteró de manera significativa la aceptación general del yogurt griego, por lo que se recomendó realizar estudios complementarios sobre su durabilidad y contenido de antocianinas para facilitar su ingreso al mercado.

García y Guzman (2023) tuvo como propósito preparar alimentos con colágeno natural hidrolizado, extraído de desechos cartilagosos de aves, y evaluar tanto su aceptabilidad sensorial como su valor funcional. La muestra estuvo conformada por 10 madres de familia con bajos recursos económicos, seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico. Se aplicó una metodología de diseño descriptivo-explicativo con una ruta cuali-cuantitativa. Las participantes fueron capacitadas sobre la problemática alimentaria y el aprovechamiento de fuentes alternativas de proteína, empleando cartílago hidrolizado en la elaboración de tres postres: flan (F-1), mazamorra (F-2) y budín (F-3), todos con adición de leche, canela y clavo de olor para mejorar el valor biológico del colágeno y el

sabor. Se determinó la composición química proximal de cada preparación y se aplicaron pruebas estadísticas (ANOVA, Tukey y Friedman) para identificar la muestra más aceptada. El flan, que contenía 30,30 g de colágeno hidrolizado, obtuvo mayor aceptación sensorial, con diferencias altamente significativas en sabor respecto al budín (35,4 g) y la mazamorra (25,3 g). Como conclusión, se estableció que las preparaciones con colágeno hidrolizado cubren los requerimientos diarios de proteína para niños en edad preescolar en un 65 % con el flan (173,3 g), 70 % con el budín (253,3 g) y 63 % con la mazamorra (173,3 g).

Toro (2021), en un estudio desarrollado en la Universidad Nacional de Trujillo, tuvo como propósito determinar las características fisicoquímicas del yogurt griego fortificado con harina de quinua de la variedad INIA Salcedo. El producto fue elaborado a partir de leche de vaca, incorporando un 8 % en peso de harina de quinua durante el proceso de pasteurización a 50 °C. Se realizaron tres repeticiones de la muestra para asegurar la fiabilidad de los resultados, obteniéndose valores promedio de sólidos totales en 26,7 %, humedad 73,3 %, contenido proteico de 5,6 %, grasa 1,7 %, acidez 0,76 %, pH de 4,38, densidad de 1,035 g/ml y sinéresis de 38,03 %. El estudio concluyó que la adición de harina de quinua mejora el perfil nutricional del yogurt griego, manteniendo condiciones fisicoquímicas aceptables para su posible aplicación industrial.

Coronado et al. (2020) desarrolló un yogurt natural parcialmente descremado con adición de colágeno y endulzado con estevia (*Stevia rebaudiana*), motivado por la alta presencia de alimentos ultra procesados en el mercado y la creciente preferencia por productos saludables y bajos en calorías. El objetivo fue obtener un alimento funcional que ofrezca beneficios nutricionales, buen sabor y accesibilidad. Para su elaboración, se utilizó leche fresca siguiendo el proceso convencional de yogurt descremado, incorporando colágeno como ingrediente funcional y estevia como sustituto del azúcar. El producto fue evaluado en un laboratorio acreditado conforme al Reglamento de la leche y productos lácteos (D.S.007-2017-MINAGRI). En las pruebas microbiológicas se obtuvieron valores inferiores a 10 ufc/g para mohos, levaduras y coliformes, mientras que las bacterias ácido lácticas alcanzaron 77×10^6 ufc/g. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, se registraron 0,7 g/100g de grasa láctea, 3,22 g/100g de proteína láctea, 8,42 g/100g de sólidos no grasos lácteos, acidez de 0,66 % (ácido láctico) y una concentración de plomo menor a 0,02 mg/kg. Los resultados demostraron que tanto el procedimiento de

elaboración como los parámetros utilizados fueron adecuados para garantizar la calidad microbiológica y fisicoquímica del yogurt, cumpliendo con las normativas vigentes.

Ventura (2019), en un estudio desarrollado en la Universidad Nacional de Trujillo, tuvo como propósito evaluar las características fisicoquímicas del suero generado durante la elaboración de yogurt griego, producto del proceso de concentración de sólidos totales y fermentación láctica. Para ello, se realizaron tres repeticiones del análisis, obteniendo en promedio los siguientes resultados: acidez de 0,62 % expresada en ácido láctico, contenido proteico de 1,32 %, caseína 0,81 %, grasa 0,41 %, un pH de 4,32 y una densidad de 1,02 g/ml. La investigación se propuso valorar el uso del suero obtenido en la etapa de filtración, ya que habitualmente se considera un residuo o, en algunos casos, un agente contaminante. Como conclusión, se evidenció que este subproducto posee características que podrían permitir su aprovechamiento en lugar de su descarte.

2.2. Industria láctea en el Perú

La producción de leche fresca de Perú mantiene una tendencia creciente en el primer trimestre del año 2022, con una producción nacional de 1 millón 891 toneladas. El análisis destaca la dinámica de la producción de leche en Cajamarca, donde se reportan los indicadores de tasa de crecimiento anual de 7 % durante el segundo y tercer trimestre del 2022. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023)

Cabe señalar que el Perú tiene tres cuencas lecheras principales, tales como: la norte (Cajamarca y La Libertad), central (Lima, Junín e Ica) y sur (Arequipa, Moquegua y Tacna); que aportaron el 66,73 % de la producción de leche fresca en el año 2020. (INDECOPI, 2021)

Tabla 1*Producción de leche fresca y rendimiento por vaca según cuenca lechera, 2015 – 2020*

Región	Producción (toneladas)		Participación % 2020	Rendimiento (kg/Unidad/Año)	
	2015	2020		2015	2020
Cuenca Norte	470 395	524 853	24,60%	2 413	2 455
Cajamarca	345 029	367 231	17,20%	2 255	2 239
La Libertad	125 366	157 623	7,40%	2 987	3 167
Cuenca Centro	441 721	499 778	23,40%	3 635	3 929
Lima	342 846	362 240	17,00%	4 332	5 042
Ica	51 005	78 920	3,70%	5 380	5 626
Junín	47 870	58 618	2,70%	1 455	1 418
Cuenca Sur	374 912	400 639	18,80%	4 296	4 610
Arequipa	335 534	358 535	16,80%	4 402	4 736
Moquegua	15 891	17 617	0,80%	3 044	3 126
Tacna	23 487	24 487	1,10%	4 028	4 393
Otras Regiones	616 148	710 611	33,30%	1 277	1 484
Total, Nacional	1 903 176	2 135 881	100,00%	2 148	2 356

Fuente: Tomado de INDECOPI (2021).

2.3. Leche

2.3.1. Definición

Los lácteos son alimentos completos y esenciales para el ser humano, ya que tiene un alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales, donde nos es necesario para nuestro desarrollo (Bolaños, 2018).

Según la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2003), “es el producto integro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante el ordeño” (p.9).

Según Vega (2014), la leche es un líquido de composición compleja, que está compuesto alrededor por un 87,5 % de sólidos o materia seca total, siendo el agua el principal componente sólidos de la leche y se encuentra presente en dos estados: como agua libre

que es la mayor parte (intersticial) y como agua adsorbida en la superficie de los componentes.

Puede entenderse como leche a un producto natural entero, no modificado ni adulterado y no contiene calostro del ordeño higiénico, regular, completo y continuo de las vacas sanas y bien alimentadas. Principalmente se consume en su mayoría la leche de vaca, seguida por la leche de cabra, cuando se modifica su composición sustrayendo su fracción de grasa se denomina leche desnatada que como máximo debe contener 1 % de materia grasa, mientras que la leche entera o semidesnatada contiene 1,5 % de materia grasa (Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios & Subdirección General de Producciones Ganaderas y Cinegéticas, 2023).

2.3.2. Tipos de leche

Según la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2003), podemos encontrar las siguientes definiciones:

- **Leche pasteurizada:** Es la leche entera que ha sido sometida a un proceso de pasteurización, con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos que pueda contener sin modificación sensible de su naturaleza fisicoquímica, característica y cualidades nutritivas de la leche.
- **Leche descremada:** Mantiene todos los nutrientes de la leche entera excepto la grasa, el colesterol y las vitaminas liposolubles. Contiene menos de un 0,5 % de grasa.
- **Leche condensada:** Es la leche de vaca a la que se le ha extraído agua y agregado azúcar, lo que da por resultado es un producto espeso y de sabor dulce que se puede conservar por varios años envasado sin refrigeración mientras no se haya abierto
- **Leche en polvo:** Para beberla se debe añadir agua, conserva las mismas propiedades que la leche entera y, a diferencia de esta, su conservación es más prolongada. Es más económica y más fácil de almacenar. A pesar de poseer las propiedades de la leche natural, nunca tiene el mismo sabor de la leche fresca

2.3.3. Beneficios de la leche

Según Escalante (2018); entre los beneficios de tomar leche fresca, destacan lo siguiente:

- Su alto contenido en calcio y vitamina D es beneficioso para el desarrollo y mantenimiento de los huesos.

- Un alto contenido en proteínas tiene efecto positivo en el control de sobrepeso y la obesidad.
- Además, consumir leche baja en grasas puede ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares.

2.3.4. Características organolépticas

El análisis sensorial es de suma importancia para considerar que la muestra sea adecuada en aspectos como: color, sabor, olor. El análisis sensorial se realiza mediante la referencia de los sentidos (Donato, 2017).

- **Color:** la leche fresca es de color blanco amarillento, presenta una cierta coloración crema si es muy rica en grasa.
- **Olor:** la leche casi no tiene olor característico cuando esta fresca, pero obtiene fácilmente su sabor del recipiente de almacenamiento.
- **Sabor:** la leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce que se da por sí solo dado por su contenido de lactosa.

2.3.5. Características físicas

- **pH:** Se determina con un pH metro, tiene una variación de 6,6 y 6,9. Existe valores distintos de pH que se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por el desarrollo de microorganismos, etc (Fussen, 2019).
- **Acidez:** Se determina por diferentes métodos como grado Soxhlet-Henkel, % ácido láctico o el °Dornic. La acidez Dornic se determina operando con 10 ml de muestra de leche y NaOH, como indicador se emplea la solución de fenolftaleína al 1 %. La valoración se da por terminada cuando se obtiene una coloración rosada. La acidez de la leche fresca oscila entre 15 a 19 °Dornic. Una acidez por debajo del 15 °D puede estar asociada con mastitis, el aguado de la leche o alguna alteración provocada por algún producto alcalinizante, mientras que una acidez superior al 19 °D es por el impacto de contaminantes (HANNA Instrumentos, 2021).
- **Densidad:** Se determina con un lactodensímetro, ya que la densidad nos ayuda a determinar la posible adulteración por agregado de agua. La densidad de la leche entera esta entre 1,028 a 1,034 g/cm³ a una temperatura de 15 °C, mientras que en una leche aguada obtendrá valores menores a 1,028 g/cm³ (Donato, 2017).

- **Viscosidad:** Se define como una propiedad reológica, donde se observa el comportamiento de la leche como fluido. A comparación del agua la leche natural fresca es más viscosa y los valores oscila entre 1,7 a 2,2 centi poise para la leche entera, mientras que para la leche descremada este alrededor de 1,2 cp. La viscosidad disminuye con el aumento de temperatura hasta alrededor de los 70 °C, por encima de esta temperatura aumenta su valor (Fussen, 2019).
- **Punto de congelación:** Debido a la presencia de sales minerales y lactosa el punto de congelación de la leche es menor a la del agua por lo que varía entre -0,513 y -0,565 °C (Fussen, 2019).
- **Punto de ebullición:** La temperatura de ebullición oscila de 107 a 115 °C, originando cambios fisicoquímicos y organolépticos (Fussen, 2019).

2.3.6. Composición química

Según Infocarne (Infocarne, 2006) la composición de la leche varía mucho según la raza de la vaca, el estado de lactancia, la alimentación, la época del año y muchos más otros factores. Sin embargo, algunos de estos componentes son muy estables y puede usarse para indicar la presencia de adulteración en los ingredientes de la leche.

La leche es un producto muy perecedero y debe ser enfriado a 4 °C lo antes posible después del sistema de ordeño. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación microbiana pueden degradar rápidamente la calidad.

- **Agua:** Es el componente principal de la leche, siendo su función esencial la de actuar como disolvente de los demás componentes. El contenido de agua influye principalmente sobre la textura y sobre las propiedades físicas y mecánicas de la leche.
- **Grasa:** Las grasas están en suspensión de pequeñas moléculas de glóbulos en la leche varia en tamaño de 0,1 a más de 20 micras. Su diámetro promedio es de 3 a 4 micras. La presencia de estos glóbulos de grasa es favorable para la elaboración de queso ya que se rompen con facilidad, acabando su contenido en: aumento de grasa en el suero que le da un aspecto aceitoso. Cuando se enfría la leche, la grasa aparece en forma cristalina.

- Proteínas: La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en forma de proteínas. Los componentes básicos de todas las proteínas son los aminoácidos. La concentración de proteínas en la leche varía de 3 % al 4 % (30 o 40 gramos por litro), este porcentaje varía según la raza de la vaca y el contenido de grasa de la leche

Existe una estrecha correlación entre el contenido de grasa y el contenido de proteínas en la leche: cuanto más grasa, mayor será el contenido de proteínas.

Los Holoprótidós son proteínas solubles de la leche y se encuentran en el suero, esto ocurre cuando las proteínas se coagulan y constituyen el 17 % de la cantidad total de proteínas de la leche. Los principales Holoprótidós presentes en la leche contiene: lactoalbúmina, lactoglobulina, inmunoglobulina y seroalbúmina. Tienen un alto valor nutricional.

- Lactosa: Es un carbohidrato disacárido, es el único azúcar de la leche que se encuentra con un mayor porcentaje 4,7 % a 5,2 %, aunque también existen pequeñas proporciones de glucosa y galactosa. Las altas temperaturas superiores a 110 °C descomponen la lactosa y se convierte en anhídrido de lactosa.
- Minerales: La leche contiene menos de 1 % de su contenido en sal, pero sigue siendo muy importante. Las sales en la leche se encuentran disueltas formando compuestos con caseína.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2023), la leche contiene micronutrientes importantes como:

- El calcio que es necesario para la salud cardiovascular y ósea.
- La vitamina A, ayuda al cuerpo a recuperarse antes de una enfermedad, es importante en la salud de la piel, el intestino y los pulmones.
- La vitamina B12, se necesita para un correcto desarrollo neurológico y para la formación de células sanguíneas.
- El magnesio, es necesario en la salud cardiovascular y el correcto funcionamiento de los músculos y el sistema nervioso.

Tabla 2*Composición aproximada de la leche*

Componentes	Contenido medio de la leche (% P/P)
Agua	87,1
Sólidos no grasos	8,9
Grasa sobre extracto seco	31
Lactosa	4,6
Grasa	4,0
Proteína	3,25
Caseína	2,6
Sustancias minerales	0,7
Ácidos orgánicos	0,17
Varios	0,15

Fuente. Tomado de Hernández (2022)

2.3.7. Control de calidad de la leche

Control de calidad se define como las técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para cumplir los requisitos para la calidad. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos.

Análisis sensorial

Consiste en realizar una serie de pruebas establecidas que permiten evaluar parámetros como:

- **Sabor:** debe ser propio o característico, ligeramente dulce el cuál se debe a la lactosa.
- **Olor:** característico.
- **Color:** líquido blanquecino amarillento y opaco.

Análisis fisicoquímico

Acidez

1. Con un pipeta limpia y seca medir 9 ml de muestra y colocarla en un matraz.
2. Agregar 2 a 3 gotas de fenolftaleína al 1 %.
3. Titular con hidróxido de sodio 0,1 N, dejando caer gota a gota la solución y agitando constantemente hasta obtener el viraje al color rosado.
4. Realizar la lectura tomando en cuenta que cada decima de centímetro cubico o milímetro de gasto de solución de soda 0,1 N equivale a 0,01 % de ácido láctico o 1 grado Dornic (ejemplo: si el gasto es 1,5 ml= 15 °D)

Densidad

1. Verter 250 ml de muestra en una probeta.
2. Sumergir el lactodensímetro en la leche con el fin de que flote libremente. No debe existir espuma pegada a la espiga.
3. Registrar la lectura en la espiga del lactodensímetro siempre en la parte superior del menisco. Colocar el termómetro dentro de la probeta que contiene la muestra. Medir temperatura de la leche.
4. Realizar el cálculo para la corrección de la densidad a 20 °C utilizando la siguiente ecuación.

$$D_{(\text{corregida})} = D_{(\text{leída})} + 0,0002 * (T_{(\text{leída})} - 20 \text{ °C})$$

Lectura de pH

1. Tomar una muestra del producto en un vaso precipitado
2. Encender el potenciómetro y esperar a que se estabilice.
3. Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar.
4. Sumergir el electrodo en la muestra y esperar a que se estabilice.
5. Tomar la lectura del pH.
6. Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar.
7. Colocar el electrodo en la solución de mantenimiento.

2.3.8. Norma Técnica Peruana de Leche cruda

El Comité Técnico de Normalización de Leche y Productos Lácteos, presentó a la comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT, con fecha 2002-11-29, el PNTP 202.001.2002, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2003-02-07. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2003 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos, 4° Edición, el 30 de abril del 2003. De esta Norma se utilizaron los Requisitos de identidad, Requisitos fisicoquímicos y Microbiológicos (ANEXO 1).

2.4. Yogurt

2.4.1. Definición

El yogurt se refiere al producto lácteo coagulada, logrado a través de la fermentación láctica por la acción de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, utilizando leche pasteurizada o concentrada, leche pasteurizada parcialmente descremada o leche concentrada parcialmente descremada, o combinación de dos o más de estos productos, con o sin adiciones opcionales de leche en polvo, suero en polvo, etc.; cultivos de bacterias adecuados productoras de ácido láctico, junto a los cultivos básicos como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Los microorganismos presentes en el producto final deber ser idóneos y abundantes (NTP-202.092, 2004).

El yogurt es un producto obtenido de la fermentación de la leche mediante un cultivo mixto formado por bacterias como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Al final de la fermentación, se produce ácido láctico a partir de la lactosa presente en la leche y varios compuestos, que son los responsables del sabor y la naturaleza normales de este producto. El yogurt debe ser suave, consistente y sin suero ni grumos (Hernández, 2003).

El yogurt es un producto lácteo de consistencia generalmente cremosa que se obtiene a partir de la fermentación de la leche. Si bien no existe un impedimento a la hora de emplear cualquier tipo de leche para la elaboración del yogurt, preferentemente la producción actual emplea la leche de vaca.

En tanto, será precisamente la fermentación del azúcar de la leche en ácido láctico lo que le atribuirá al yogurt esa consistencia y sabor tan distintivo entre otras sustancias similares.

2.4.2. Tipos de yogurt

Según Ramos (2015), describimos lo siguiente:

Por el contenido de la materia grasa

- Entero: contenido de grasa mínimo 2 %
- Descremado: contenido de grasa máximo 0,05 %

Por el gusto

- Yogurt natural: es el yogurt que no tiene ningún agregado adicional, solo los microorganismos típicos y sólidos de leche.
- Yogurt azucarado: es el yogurt anterior, con la única adición de azúcar como edulcorante, ya sea en su forma cristalizada o en jarabe.
- Yogurt con frutas: este yogurt con la adición de azúcar como edulcorante, ya sea en su forma cristalizada o en jarabe y con la adición de pulpa de frutas.
- Yogurt aromatizado: es el yogurt con la adición de azúcar como edulcorante, ya sea en su forma cristalizada o en jarabe y con la adición de saborizantes permitidos por la legislación vigente.

Por la textura

- Yogurt batido: también conocido como “stirred yogurt” o coagulado en el tanque, es aquel yogurt que después de incubado, es batido para romper el coagulo, y proporcionarle una viscosidad textura típica. El yogurt batido, tiene normalmente un contenido aproximado de sólidos totales de 14 %, para lo cual será necesario adicionar leche en polvo a la leche, o concentrarla.

Para la degustación de este tipo de yogurt, será necesario agitar el envase, afín de higienizarlo y poder observar su viscosidad y apariencia.

- Yogurt firme o aflanado: llamado también “sed yogurt”. El yogurt aflanado después de inoculado es envasado en los envases de venta e incubados, los cuales deberán ser manipulados y transportados con cuidado a fin de no romper el coagulo.

- Yogurt bebible o líquido: También denominado “drink yogurt” (coagulado en tanque y en baja viscosidad). Se consume como una bebida, razón por la cual se expende en envases en forma de botella.

2.4.3. Yogurt griego

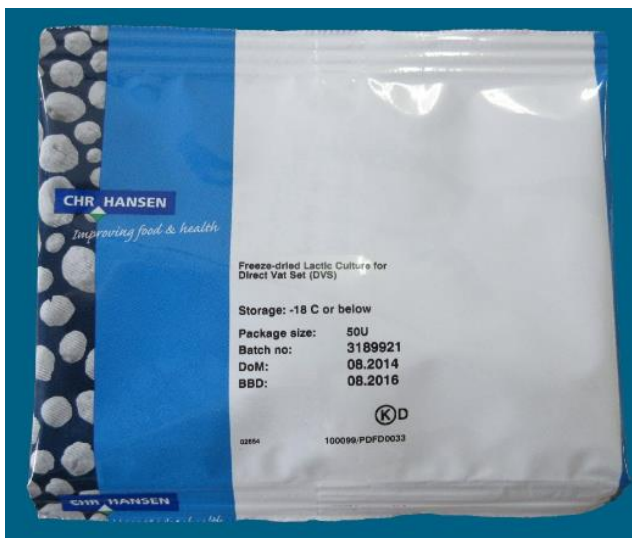
Según los registros escritos por Herodoto, su procedencia del Yogurt se ubica en Grecia, región Balcanes inicio en el siglo V a.C. Athanassios Filippou fue el creador de la receta secreta para el yogurt tipo griego FAGE Total (fa-yeh). El FAGE es la compañía que ha creado una estrategia de marketing corporativa con el objetivo de desviar las ventas de yogures tradicionales estadounidenses, como los Yoplait, hacia este producto más cremoso y rico en proteínas (Positively Probiotic, 2024).

El termino yogurt tiene como procedencia del vocablo turco yoğurut, que a su vez deriva del verbo yoğurmak, que significa “amasar o mezclar”. Según la Real Academia Española en México se acepta el termino de yogur que es un producto obtenido de la fermentación de la leche estandarizada en medio de la acción de microorganismos (Lovato, 2018).

El fermento láctico utilizado para la elaboración de yogurt griego es el *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus Streptococcus thermophilus* de la marca YF L812 50 U; ver ANEXO 2, es una cepa para yogures suaves y texturizados con poca post acidificación.

Figura 1

Fermento láctico YF L812 50 U



Según Lau (2018) el yogurt griego es un producto fermentado semi sólido,

tradicionalmente en los países del Mediterráneo, Asia se le conoce como yogurt colado ya que es obtenido drenando el suero en telas, hasta alcanzar la textura deseada. La característica principal es que es un producto más espeso y cremoso así con mayor contenido de proteína y menor proporción de lactosa.

Según Lovato (2018) el yogurt griego presenta un color entre blanco y crema, con una textura suave y un sabor ácido, presenta poca producción de sinéresis esto debido a que se dispersa bastante buena. Tiene alto contenido de sólidos debido a su preparación, presenta alto contenido de proteína es por ello que presenta dar saciedad. Su consumo es de elección del consumidor como desayuno, refrigerio, o intervalos de comida.

2.4.4. Valor nutricional del yogurt griego

El consumo de yogurt tipo griego en los últimos años ha ido en aumento esto debido a las propiedades nutricionales que posee alto contenido en grasa y proteína. La grasa láctea permite aumentar su sabor y dar consistencia cremosa, la proteína por su parte participa en la estructura de enzimas que ayudan al buen funcionamiento del cuerpo; asimismo contiene un gran número de bacterias lácteas benéficas para la salud del intestino (Lovato, 2018).

Tabla 3

Composición nutricional de diferentes tipos de yogurt

Tipos de yogurt	Hidratos (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Colesterol (mg)	Calcio (mg)	Potasio (mg)
Yogurt entero natural	5,5	3,96	2,6	10,2	14,1	280
Yogurt entero natural azucarado	13,7	3,5	1,9	4	131	157
Yogurt entero de sabores	15,6	5,36	3,4	11	121	240
Yogurt entero con frutas	14,3	3,83	2,3	10,7	109,1	210
Yogurt griego	5,39	6,4	10,2	11	150	150
Yogurt liquido natural azucarado	11,6	3	1,2	Trazas	115	145
Yogurt liquido de sabores	12,8	2,9	1,4	Trazas	107	135

Fuente: Tomado de Ramos (2015)

Tabla 4*Composición en vitaminas y minerales*

Tipos de Yogurt	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)	B6 (mg)	B9 (ug)	B12 (ug)	A (ug)	D (ug)	E (ug)	Ca (mg)	P (mg)	Zn (mg)
Natural	0,04	0,18	0,44	0,05	3,7	0,2	9,8	0,06	0,04	142	170	0,59
Saborizado	0,03	0,2	0,44	0,05	13,5	0,17	27,4	0,05	0,08	121	140	0,52
Frutado	0,03	0,2	1,4	0,013	18,1	0,18	14,5	0,04	0,03	109	130	0,3
Griego	0,03	0,36	1,6	0,05	6	0,2	121	0,05	0,38	150	130	0,5

Fuente. Tomado de Lovato (2018)

Es por ello que nivel mundial el consumo del yogurt griego se está posicionando ya que contiene bondades para la salud humana y además satisface las necesidades de los consumidores en nutrición, sabor y conveniencia. El producto es de consumo diario y no solo personas adultas sino también niños, mujeres y adolescentes.

2.4.5. Beneficios del yogurt griego

Según Farías (2024); el yogurt griego es bueno para la salud, los cuales presentamos algunos de los beneficios a continuación.

- **Excelente fuente de probióticos:** Los productos lácteos fermentados sin procesar son muy beneficiosos para la salud intestinal por los probióticos que son bacterias buenas la *S. thermophilus* y *L. bulgaricos* que aportan las proteínas lácteas y son responsables del sabor característico de ácido y agrio. Beneficios de consumir alimentos probióticos es en la absorción de nutrientes, una mejor digestión, reducción de estreñimiento y la diarrea, incluso problemas asociados con el daño de colon, menos estrés, depresión y ansiedad ya que esto se deba a la relación entre el intestino y el cerebro, puesto que el intestino tiene la capacidad de producir neurotransmisores como la serotonina y la dopamina.
- **Rico en calcio y bueno para los huesos:** El yogurt es una excelente fuente de calcio, que ayuda a construir y mantener la masa ósea. Un estudio descubrió que el consumo de yogurt ayuda a mejorar la salud ósea en adultos que llevan el hábito de realizar ejercicios, cuando se consume después del entrenamiento durante un periodo de 12 semanas.

- **Buena fuente de proteínas:** Todos los productos lácteos aportan proteínas, pero el yogurt griego es especialmente rico en ello, por ejemplo, una taza de yogurt griego puede contener entre 17 y 24 g de proteínas, que equivale a comer 3 o 4 huevos. Por lo tanto, consumir este alimento proteico es importante sentirse saciado y esto ayuda a construir y mantener la masa muscular y también realizar otras funciones en el favoreciendo de la salud, piel y huesos. El aumento de la proteína en la dieta alimenticia lleva a las personas a consumir menos calorías, carbohidratos fibrosos, grasas y esto conlleva a perder peso y aumentar nuestro metabolismo.
- **Aporta vitaminas A, K Y D:** La grasa fuente de vitamina A y otros beneficios para la salud inmunológica, fortalecimiento de los huesos, visión, etc., es un componente natural de la leche. La vitamina K2 contribuye al mantenimiento del peso, control de la insulina, formación de huesos fuertes, dientes y piel sana.
- **Excelente sustituto:** Con el yogurt griego se pueden preparar diferentes recetas saludables y de gourmet como también el mezclar con fruta para un buen postre, snack, etc.

2.4.6. Tecnología de elaboración del yogurt griego

Según Chamorro & Sanchez (2023) la evaluación de máquinas para el proceso productivo del yogurt griego ya sea manuales, automáticas o semiautomáticas son las siguientes:

Tabla 5

Tecnologías existentes para cada proceso

PROCESO	ARTESANAL	SEMIAUTOMÁTICO	AUTOMÁTICO
Pesado	Balanza	Balanza semiautomática	Abalanza industrial
Estandarizado y enfriado	Recipiente	Descremadora semiautomática	Descremadora industrial
Pasteurizado	Olla y horno	Horno con control de temperaturas	Pasteurizadora
Homogeneizado	Licuadaora	Licuadaora semiautomática	Homogeneizadora
Inoculado e Incubado	Recipiente	Marmita	Marmita industrial
Mezclado	Manual con cuchara	Mezcladora semiautomática	Mezcladora industrial
Envasado	Manual con recipientes	Envasadora semiautomática para vasos de yogurt	Envasadora industrial al vacío para yogurt
Empacado	Manual con plásticos	Manual	Empaquetadora
Almacenado	Refrigeradora	Refrigerador industrial	Tanque de Refrigeración

Fuente. Tomado de Chamorro & Sanchez (2023)

2.4.7. Norma Técnica Peruana de Yogurt

El Comité Técnico de Normalización de Leche y Productos Lácteos, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT, con fecha 2004-04-13, el PNTP 202.092.2004, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2004-06-23. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 202.014:2004 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Yogur o yogurt. Requisitos, 3° Edición, el 11 de septiembre del 2004. De esta Norma se utilizaron los Requisitos de identidad, Requisitos fisicoquímicos y Microbiológicos (ANEXO 3).

2.4.8. Pata de ganado vacuno

Según Ramírez (2013); las patas de res (patas delanteras y patas traseras), suelen emplearse en la cocina española como elemento cárnico de estofado y cocidos. Su textura gelatinosa debido a la presencia de cartílago, hace que se elaboren caldos con texturas agradables y fuente rica en nutrientes.

Tabla 6

Información nutricional de la pata de vaca

Porción: 100 g		
	Valor	Unidades
Contenido energético	81,00	kcal
Proteínas	12,10	g
Grasas	2,9	g
Carbohidratos	1,10	g
Vitamina B	0,02	mg
Vitamina B2	0,12	mg
Calcio	101,00	mg
Hierro	2,00	mg

Fuente. Tomado de Ramírez (2013)

2.4.9. Colágeno

Según Núñez (2014); el colágeno es una proteína dura y fuerte, la cual forma cartílagos, tendones, ligamentos. Su fuerza deriva en sí de su estructura superior de “superhélices”.

Es la proteína más abundante en el cuerpo. Las moléculas del colágeno consisten en tres cadenas polipeptídicas helicoidales denominadas α , cada una aproximadamente por 1000 aminoácidos.

2.4.10. Características fisicoquímicas

Según Lumitos (2024), las fibras del colágeno son flexibles, pero tienen una alta resistencia a la tracción. Las fibras de colágeno de los tendones humanos alcanzan su punto de rotura a cientos de kilogramos por centímetro cuadrado. Bajo esta tensión se extienden solo una pequeña fracción de su longitud original.

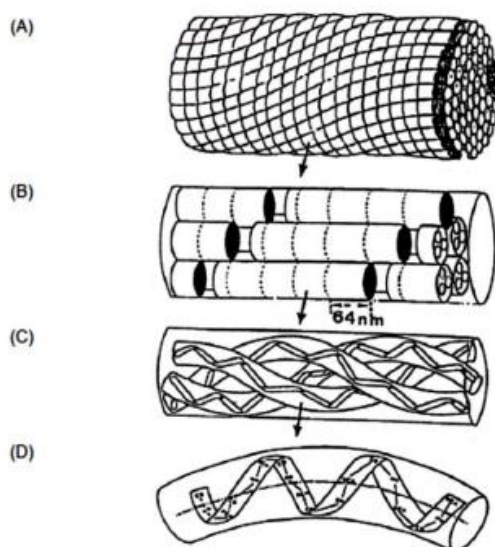
Cuando el colágeno se desnaturaliza hirviéndolo y enfriándolo mientras permanece en una solución acuosa, se convierte en una sustancia conocida como gelatina.

2.4.11. Estructura del colágeno

Las fibras de colágeno se caracterizan por su flexibilidad y estructura ondulada, están compuestas por fibras delgadas conocidas como fibras de colágeno. Las fibrillas de colágeno consisten en una combinación de tres cerraduras de aminoácidos, una combinación entre sí para formar una triple hélice. Cada cadena tiene aproximadamente 300 nm de largo y 1,5 nm de diámetro. La triple hélice representa una estructura cuaternaria, estabilizada por numerosos enlaces de hidrógeno e interacciones intermoleculares de Van der Waals, así como algunos enlaces covalentes (Núñez, 2014).

Figura 2

Estructura molecular del colágeno



Nota. (A) fibra de colágeno; (B) Estructura de la fibrilla; (C) Triple hélice de colágeno; (D) Hélice aislada.

2.4.12. Síntesis del colágeno

Dependiendo del tipo de colágeno, la hidroxiprolina constituye entre el 10 y el 12 % de todos los residuos aminoácidos de aminoácidos del colágeno, la forma química más común de hidroxiprolina que forma parte del colágeno es la 4-trans-OH-L-prolina. Cada cadena tiene un peso molecular de aproximadamente 100 000 Da y es levógira (gira hacia la izquierda) (Lumitos, 2024).

2.4.13. Formación del colágeno

Cada cadena polipeptídica es sintetizada por los ribosomas unidos a la membrana del retículo endoplasmático y luego son trasladadas al lumen del mismo en forma de grandes precursores (procadenas α), que presenta aminoácidos adicionales en los extremos amino y carboxilo.

La formación de fibrillas se ve facilitada en parte por el autoensamblaje de moléculas de tropocolágeno a través de enlaces covalentes entre residuos de lisina, lo que resulta en la acumulación gradual y periódica de moléculas de colágeno individuales en fibrillas (Lumitos, 2024).

2.4.14. Defectos en la síntesis de colágeno

Según Deylin (2017); las siguientes enfermedades están causadas por defectos en la correcta síntesis del colágeno que conducen a alteraciones en su estructura.

- **Síndrome de Ehlers-Danlos:** se trata de un grupo de al menos diez enfermedades cuyo síntoma común es la debilidad de las estructuras del tejido conectivo asociada a la fragilidad de la piel y el estiramiento excesivo y la hipermovilidad de las articulaciones.
- **Osteoporosis imperfecta:** es un grupo de cuatro enfermedades caracterizadas por múltiples fracturas que provocan deformación ósea.
- **Escorbuto:** es una deficiencia de vitaminas causadas por la falta de vitamina C (ácido ascórbico) en la dieta, lo que resulta en una disminución de la síntesis de hidroxiprolina, ya que el ácido ascórbico es necesario para la prolil hidroxilasa.

- **Síndrome del cuerpo occipital o cutis laxa:** la falta de actividad lisil oxidasa provoca defectos de entrecruzamiento, lo que da como resultado una piel suave y flácida y cuernos occipitales óseos en la adolescencia.
- **Distrofia muscular congénita de Ullrich:** un trastorno congénito grave que provoca debilidad debido a la falta de colágeno.

2.4.15. Funciones

La principal función del colágeno consiste en mantener o impedir la deformación de los tejidos, ya que es la proteína más abundante en el organismo.

Fisiológicamente, el cuerpo humano reduce la producción endógena de colágeno, después de la adolescencia disminuyen proporcionalmente al 1 % anual después de 30 años. A los 50, solo tenemos un 35 % de colágeno necesario para la regeneración de la piel, huesos, músculos, tendones, cartílagos, articulaciones, es decir, todos los órganos y tejidos de sostén de cuerpo (Mamani, 2018).

2.4.16. Tipos de colágeno

Entre los tipos de colágeno, encontramos I, II y III, siendo el colágeno de tipo I, el predominante en la mayoría de animales.

El colágeno tipo IV representan la principal forma microfibrilar de colágeno. El colágeno de cadena corta, como el colágeno tipo X, pertenece a la clase que se une y forma una red colágena.

- **Colágeno tipo I:** Es la forma más abundante de los colágenos, desempeña un papel importante en hueso, piel, tendones, ligamentos, órganos internos, etc.
- **Colágeno tipo II:** Es más específico al cartílago. Sus fibrillas se organizan de manera perpendicular a la superficie del hueso (Mamani, 2018).

A continuación, se muestra los principales tipos de colágeno y en donde se encuentran localizados.

Tabla 7

Principales tipos de colágeno

Tipo I	Huesos, tendones, ligamentos y la piel
Tipo II	Cartílago y el ojo estructura
Tipo III	Hígado, pulmones y arterias
Tipo IV	Riñón y otros órganos internos
Tipo V	Superficies celulares, pelo y placenta

Fuente. Tomado de (2018)

2.4.17. Aplicaciones del colágeno como materia prima

Según Ramírez (2013); el colágeno se aplica en diversas industrias, entre ellas tenemos:

- ❖ **Farmacéuticas:** Se usa en capsulas, recubre y protege los medicamentos.
- ❖ **Cosmetológicas:** En shampoos, acondicionador, mascarillas o cremas hidratantes, ya que, al añadir este ingrediente a su fórmula, se busca aportar mayor fuerza a fibras del cuerpo para beneficiar la elasticidad de la piel o el cabello.
- ❖ **Producción de gelatina:** utilizando los huesos, trozos de cuero, etc., se forma principalmente el colágeno y es una excelente materia prima para su fabricación.
- ❖ **Aditivo para embutido:** Ayuda a retener y ligar el agua, así como estabilizar la grasa. Disminuye la pérdida por humedad durante el cocimiento según el proceso. Evita o disminuye la sinéresis en el producto final posee un alto contenido de proteína, por lo que mejora el contenido proteico final, debido a su poder gelificante.

2.5. Análisis sensorial

2.5.1. Concepto

Una evaluación sensorial es el análisis y caracterización de la aceptabilidad o rechazo del alimento, por parte de catadores o consumidores que según sensaciones sentidas desde el momento que lo observa hasta consumirlo. Esta percepción se da en un espacio y tiempo determinado.

En la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta mejoramientos y optimización de productos alimenticios, sino también realizar investigaciones sobre productos nuevos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (Bolaños, 2018).

2.5.2. Propiedades sensoriales

Con respecto a las propiedades organolépticas y los sentidos de las personas Bolaños (2018) menciona que:

Los sentidos más importantes son el olfato, vista, tacto, gusto y cinestésico. Los cuales harán que las propiedades sensoriales en calidad y aceptación por los consumidores, la tasación sensorial está dada por la integración de los títulos particulares de cada uno de los atributos sensoriales de un alimento.

Tabla 8

Clasificación de pruebas sensoriales

PRUEBA		
DISCRIMINATIVAS	Pruebas de Diferenciación	Prueba de pares
		Prueba de dúo-trío
		Prueba triangular
		Prueba de ordenación
		Prueba escalar de control
	Pruebas de Sensibilidad	Umbral de detección
		Umbral de reconocimiento
DESCRIPTIVAS	Escala de Atributos	Escala de categorías
		Escala estimación de la magnitud
	Análisis Descriptivo	Perfil de sabor
		Perfil de textura
	Análisis Cuantitativo	
AFECTIVAS	Prueba de Preferencia	Prueba de preferencia pareada
		Prueba de preferencia ordenación
	Prueba de Satisfacción	Escala hedónica verbal
		Escala hedónica facial
	Prueba de Aceptación	

Fuente. Tomado de Bolaños (2018)

2.5.3. Escala hedónica

La escala hedónica es la más conocida de los niveles afectivos, generalmente utilizan escala de 7 puntos, que van desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”, pasado por “ni me gusta” “ni me disgusta” con respecto a la categoría puede variar en la escala, de esa manera se puede usar de cinco o cuatro niveles (no me gusta nada, no me gusta mucho, me gusta y me gusta mucho)

Esta escala permite medir estados psicológicos que resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana, usado para estudiar a nivel laboratorio la posible aceptación del alimento, pidiendo al juez que de su primera impresión de cuanto le agrada o desagrada el producto, informado de acuerdo a una escala verbal numérica que se detalla en una ficha de evaluación con escala de 7 puntos como se muestra a continuación:

Tabla 9

Escala de evaluación con 7 puntos

Puntos	Escala verbal de evaluación
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta ligeramente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta un poco
6	Me gusta mucho
7	Me gusta extremadamente

2.6. Diseño experimental

El diseño experimental consiste en realizar un análisis estadístico para validar o refutar una hipótesis. Así, se pretende conocer las causas y efectos de dos variables con el objetivo de minimizar el exceso experimental y el error aleatorio. El diseño experimental es la determinación de cómo vamos a desarrollar nuestro experimento u observación. (Camani Ch., 2017)

2.7. Análisis de varianza (ANOVA)

Para comparar la media de tres o más grupos y establecer si hay diferencia significativa entre ellas, se emplea una técnica estadística conocida como análisis de varianza (ANOVA). En otras palabras, ANOVA te permite determinar si las diferencias que identificaste entre los grupos que comparas son significativas o no. (Ortega, 2019)

2.8. Prueba de efectos intersujetos

Las pruebas de efectos intersujetos ofrecen pruebas para cada uno de los factores intersujetos presentes en su diseño (en el ANOVA de medidas repetidas de dos vías, un factor puede ser considerado como tal), además de cualquier interacción que se limite a estos factores (es necesario contar con al menos 2) (OriginLab, s. f.)

2.9.Prueba de comparación de Tukey

El método de Tukey se aplica en ANOVA con el propósito de generar intervalos de confianza para todas las diferencias entre pares de medias en los niveles de los factores, a la vez que mantiene bajo control la tasa de error familiar a un nivel determinado. Cuando se realizan múltiples comparaciones, es importante tener en cuenta la tasa de error por familia, ya que para una serie de comparaciones la probabilidad de cometer un error tipo I es más alta que la tasa de error en comparación con cualquier otra individual. (Minitab, 2025)

CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo básica el cual se emplea cuando la investigación no resuelve ningún problema de inmediato, sirven de base teórica para otro tipo de investigación. (Hernandez Samiperi, 2014).

3.2. Alcances de investigación

La presente investigación tiene un alcance exploratorio - descriptivo en el cual se emplea cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso para luego especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Hernandez Samiperi, 2014).

3.3. Enfoque de investigación

Según (Hernandez Samiperi, 2014) la presente investigación posee el enfoque cuantitativo, donde se emplea la recopilación de datos para realizar pruebas de hipótesis utilizando la medición numérica y el análisis de datos estadísticos, con el objetivo de determinar patrones de conducta y verificar teorías.

3.4. Diseño de la investigación

La presente investigación posee un diseño experimental cuya característica principal es verificar cuantitativamente la causalidad de una variable sobre otra. (Hernandez Samiperi, 2014).

3.5. Variables e indicadores

3.3.1. Variable Independiente

- Proporción de adición de colágeno

3.3.2. Variable Dependiente

- Aceptabilidad organoléptica
- Características fisicoquímicas

Definición operativa de variables e indicadores

A continuación, se presentará la siguiente tabla:

Tabla 10

Definición de variables e indicadores

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO
(Independiente) Proporción de adición de colágeno	Cantidad de colágeno a incorporar en diferentes concentraciones para la obtención de yogurt después de la inoculación.	Colágeno es de tipo I, por el método de cocción.	P1 = 10 % P2 = 20% P3 = 40%	Ficha de proporciones (colágeno y leche).
(Dependiente) Aceptabilidad organoléptica	Atributos sensoriales del yogurt enriquecido con colágeno (color, olor, sabor, textura)	Características del producto que responden a una evaluación sensorial.	Escala hedónica de 7 puntos.	Ficha de evaluación.
Características fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Cenizas • Viscosidad • Grasa • Proteína • Acidez 	<ul style="list-style-type: none"> • Oscila entre 4,0 a 4,6. • Método de incineración • Método Brookfield, oscila de 9000 – 21000 Cp. • Método de Gerber, varia 0,6 – 2,9 • Método de Kjeldahl. Mínimo 2,7 • Método de titulación, varia de 0,6 a 1,5 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Cenizas • Viscosidad • Grasa • Proteína • Acidez 	<ul style="list-style-type: none"> • pH metro • Viscosímetro • Butirómetro • Titulación • Titulación

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Para fines de este proyecto la población es el yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, en distintas proporciones (P1, P2 y P3).

3.6.2. Muestra

La muestra tendrá un total de 5 litros de leche y 1 kg aproximado de pata de ganado vacuno. Para 6 litros de yogurt tipo griego se requirió las siguientes proporciones:

- Para la elaboración de yogurt se utilizaron 5 litros de leche de vaca.

- De leche en polvo descremada se necesitan 22,5 gramos por litro de leche, para los 5 litros de leche se utilizaron 112,5 gramos.
- De colágeno extraído a partir de la pata de vacuno se utilizó en proporciones de 10 %, 20 % y 40 % del total, de acuerdo a los antecedentes por el método de tanteo, por lo que se requirieron 50 ml, 100 ml y 200 ml respectivamente.
- Para el cultivo, se conoce que 500 ml de cultivo rinde para 50 litros de yogurt, entonces para los 5 litros se requieren 50 ml de cultivo.

3.7.Procedimiento de la investigación

El diseño de investigación del presente trabajo será en 3 proporciones diferentes de la formulación (F1, F2 y F3), luego se llevará a una evaluación sensorial, bajo vigilancia de la variable a manejar (Colágeno extraído a partir de pata de vacuno y la aceptabilidad en el consumidor). Se empleará el Software IBM SPSS Statistics 27.

Tabla 11

Diseño experimental de la investigación

	PROPORCIONES					
	F1		F2		F3	
	%	kg	%	kg	%	kg
Leche (L)	90	0,9	80	0,8	60	0,6
Colágeno (C)	10	0,1	20	0,2	40	0,4

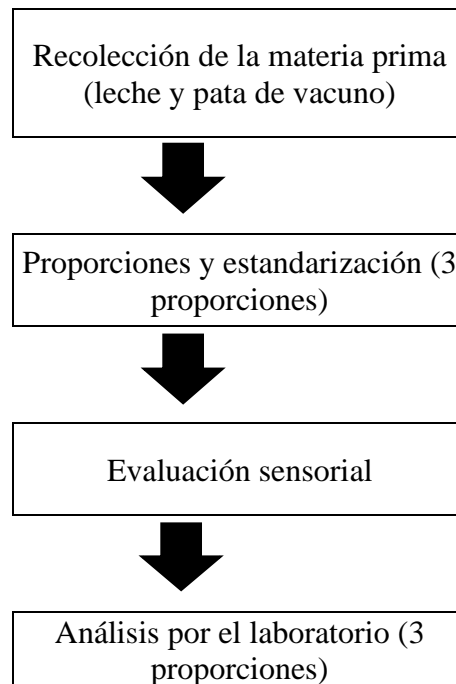
Proporciones: P1, P2, P3

L: Leche

C: Colágeno extraído a partir de pata de vacuno

Figura 3

Pasos de diseño de la investigación realizada



3.7.1. Descripción del diseño de investigación a realizarse

1. Recolección de la materia prima: En la provincia de Huamanga se realizó la recolección de las materias primas, como la leche de vaca del establo de ganado lechero de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y las patas de ganado vacuno se adquirió del mercado Nery García Zárate ubicado en el distrito de Ayacucho, previamente autenticando su procedencia de calidad. En el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la pata de ganado vacuno pasó por distintas etapas tales son: recepción, lavado, cocción, filtrado y almacenado.

2. Formulación del yogurt enriquecido: El colágeno extraído a partir de pata de vacuno se formuló y procesó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, se desarrolló 3 proporciones diferentes de colágeno (C), variando los porcentajes de proporciones de C de la siguiente manera: para 10 %, 20 % y 40 % que corresponde a P1, P2 y P3.

3. Evaluación sensorial: Los productos finales (tres proporciones diferentes), fue llevado a una evaluación sensorial en el Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial y el aula H-110 de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde las tres formulaciones fueron codificadas con: F1, F2 y F3, para las cuales se requirió de 28 panelistas semi entrenados para que evalúen las características sensoriales de cada una de las muestras como sabor, olor y textura a través de los sentidos.

4. Análisis por el laboratorio: La formulación, estandarización y elaboración para la evaluación de la composición fisicoquímica se desarrolló en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH).

A. Preparación del cultivo madre

La preparación del cultivo madre para la elaboración del yogurt tipo griego se expone a continuación:

- ❖ La compra de leche fue del establo de ganado lechero de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la UNSCH.
- ❖ Seguido se realizó la pasteurización de 1 litro de leche fresca a 90 °C por un tiempo de 10 minutos, con la finalidad de reducir la carga bacteriana y asegurar solo el desarrollo del cultivo láctico propio del yogurt.
- ❖ Posterior a ese tiempo se llevó a enfriamiento con agua fría hasta llegar a una temperatura de 10 a 12 °C, a continuación, se agrega el cultivo de yogurt Chr Hansen YF – L812 de 50 Unidades, mezclando bien hasta su disolución completa, evitando la formación de espuma y grumos.
- ❖ Luego con la ayuda de una probeta se pasó a envasar en pequeñas botellas de plástico con tapa rosca, los cuales deben ser previamente esterilizados.
- ❖ Finalmente, se almaceno en la congeladora a una temperatura menor a 4 °C, para posteriormente utilizarlo.

B. Extracción de colágeno a partir de la pata de ganado vacuno

Los procedimientos presentados a continuación se obtuvieron de la tesis presentada por Ramírez (2013):

Se procedió a la compra de pata de ganado vacuno con un peso aproximado de 1 kilogramo, seleccionada por su contenido cartilaginoso y ligamentos visibles, los cuales son ricos en colágeno tipo I. La adquisición se realizó en el mercado Nery García Zarate, donde se verificó que la muestra estuviera en condiciones aptas para su procesamiento, es decir, libre de signos de descomposición, con color, olor y textura característicos de un producto fresco.

Figura 4

Compra de pata de ganado vacuno en el mercado.



Una vez obtenida las patas, se realizó un lavado minucioso utilizando agua potable en flujo constante. Esta etapa tuvo como finalidad remover restos de sangre, tierra, tejido superficial y otros contaminantes orgánicos que pudieran interferir en el proceso de extracción o afectar la calidad microbiológica del colágeno. El procedimiento se ejecutó frotando manualmente toda la superficie, y en caso necesario, utilizando cepillos de cerdas suaves para zonas de difícil acceso.

Figura 5

Lavado de la pata de vacuno.



Una pata limpia se colocó en una olla a presión con capacidad suficiente para permitir una cocción uniforme. Se agregaron 2 litros de agua potable aproximadamente, asegurándose de que el volumen cubriera completamente la pata. Este paso fue fundamental para generar una extracción por hidrólisis con calor y presión, donde el colágeno se disuelve gradualmente en el medio líquido a medida que se rompen los enlaces peptídicos del tejido conectivo.

La cocción en la olla a presión se realizó en un tiempo de 4 horas a una temperatura de 120 °C. Esta condición de temperatura y tiempo fue seleccionada con base en antecedentes experimentales y literatura técnica, que indican que a este umbral térmico se favorece la desnaturalización de proteínas estructurales como el colágeno, permitiendo su conversión en una forma gelatinosa soluble. La cocción se realizó con vigilancia constante para evitar la evaporación excesiva de agua, reponiéndola si era necesario.

Figura 6

Cocción de la pata de vacuno.



Al finalizar el proceso térmico, se permitió que la mezcla reposara hasta alcanzar temperatura ambiente. Luego, se procedió a separar cuidadosamente los residuos sólidos no aprovechables, tales como huesos, fragmentos de carne y tejido graso. Esta etapa permitió obtener un líquido claro, de textura viscosa y color ámbar blanquecina, que corresponde a la fracción gelatinosa rica en colágeno.

Figura 7

Separación de residuos de pata de vacuno.



Finalmente, el extracto líquido fue filtrado a través de malla fina #8mm para eliminar impurezas residuales. Posteriormente, se transfirió el colágeno a envases de vidrio esterilizados, con cierre hermético, con el fin de conservar las condiciones higiénicas del producto. Los envases fueron etiquetados con fecha y hora de extracción y almacenados en refrigeración a una temperatura de 4 °C, garantizando su estabilidad y disponibilidad para posteriores fases del proyecto, como formulaciones alimentarias o análisis fisicoquímico.

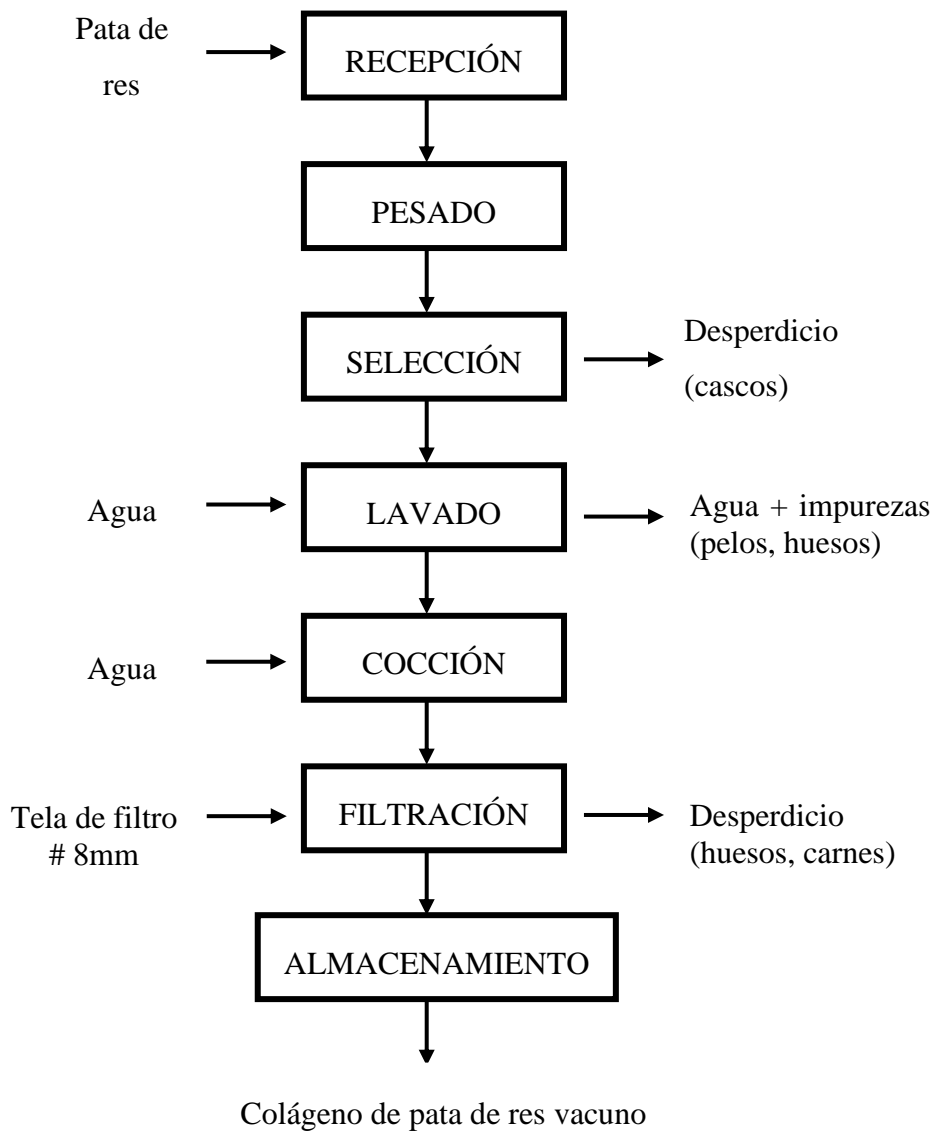
Figura 8

Almacenamiento de la pata de vacuno.



Figura 9

Diagrama de flujo cualitativo para la extracción de colágeno de pata de vacuno



Fuente: Tomado de Ramírez (2013)

C. Descripción del proceso de elaboración del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

Para la elaboración del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, se desarrolló de la siguiente manera:

Se adquirieron 5 litros de leche fresca del establo de ganado lechero de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, asegurando que el producto cumpla con los estándares higiénicos y fisicoquímicos necesarios para el consumo humano. La leche fue

recolectada el mismo día del procesamiento, garantizando una alta calidad microbiológica y contenido proteico adecuado para la producción de yogurt griego.

La leche fresca fue colocada en una olla de acero inoxidable, recipiente seleccionado por su resistencia térmica y por no liberar compuestos que puedan alterar las propiedades fisicoquímicas del producto. Esta olla permite una distribución uniforme del calor durante las etapas de calentamiento y pasteurización.

Figura 10

Incorporación en la olla.



Cuando la leche alcanzó una temperatura de 32 °C, se procedió a incorporar leche en polvo descremada (LPD) en una concentración del 12 %. Esta adición tuvo como finalidad incrementar el contenido de sólidos totales y mejorar la textura final del yogurt, favoreciendo una consistencia más densa sin necesidad de agentes espesantes artificiales. Seguidamente, la mezcla fue calentada progresivamente hasta alcanzar una temperatura de 85 °C, temperatura suficiente para una pasteurización efectiva que reduce la carga microbiana sin afectar los nutrientes esenciales de la leche.

Una vez alcanzados los 85 °C, se apagó la fuente de calor y la mezcla fue dejada en reposo por un tiempo de 10 minutos. Este descanso térmico favorece la estabilización de las proteínas, permitiendo una coagulación más uniforme en las siguientes etapas, además de asegurar la completa eliminación de microorganismos patógenos residuales.

Luego del reposo térmico, se procedió a un enfriamiento inmediato utilizando un baño de agua fría, con el objetivo de reducir la temperatura del producto hasta los 45 °C. Esta temperatura es crítica para la inoculación de los fermentos lácticos, ya que garantiza un ambiente óptimo para su activación sin provocar su destrucción térmica.

Alcanzados los 45 °C, se incorporó el cultivo iniciador “CHR Hansen”, mezcla de bacterias lácticas seleccionadas (comúnmente *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), responsables de la fermentación de la lactosa en ácido láctico. Esta acidificación progresiva produce la coagulación de las proteínas lácteas, característica fundamental del yogurt.

Una vez adicionados los cultivos, la mezcla fue vertida cuidadosamente en frascos individuales previamente esterilizados. A cada uno de estos frascos se le incorporaron diferentes proporciones de colágeno previamente extraído de pata de vacuno: 10 %, 20 % y 40 %, con el objetivo de evaluar el comportamiento del producto en términos de textura, sabor y estabilidad a diferentes niveles de adición proteica funcional.

Figura 11

Envases en frascos de las distintas formulaciones

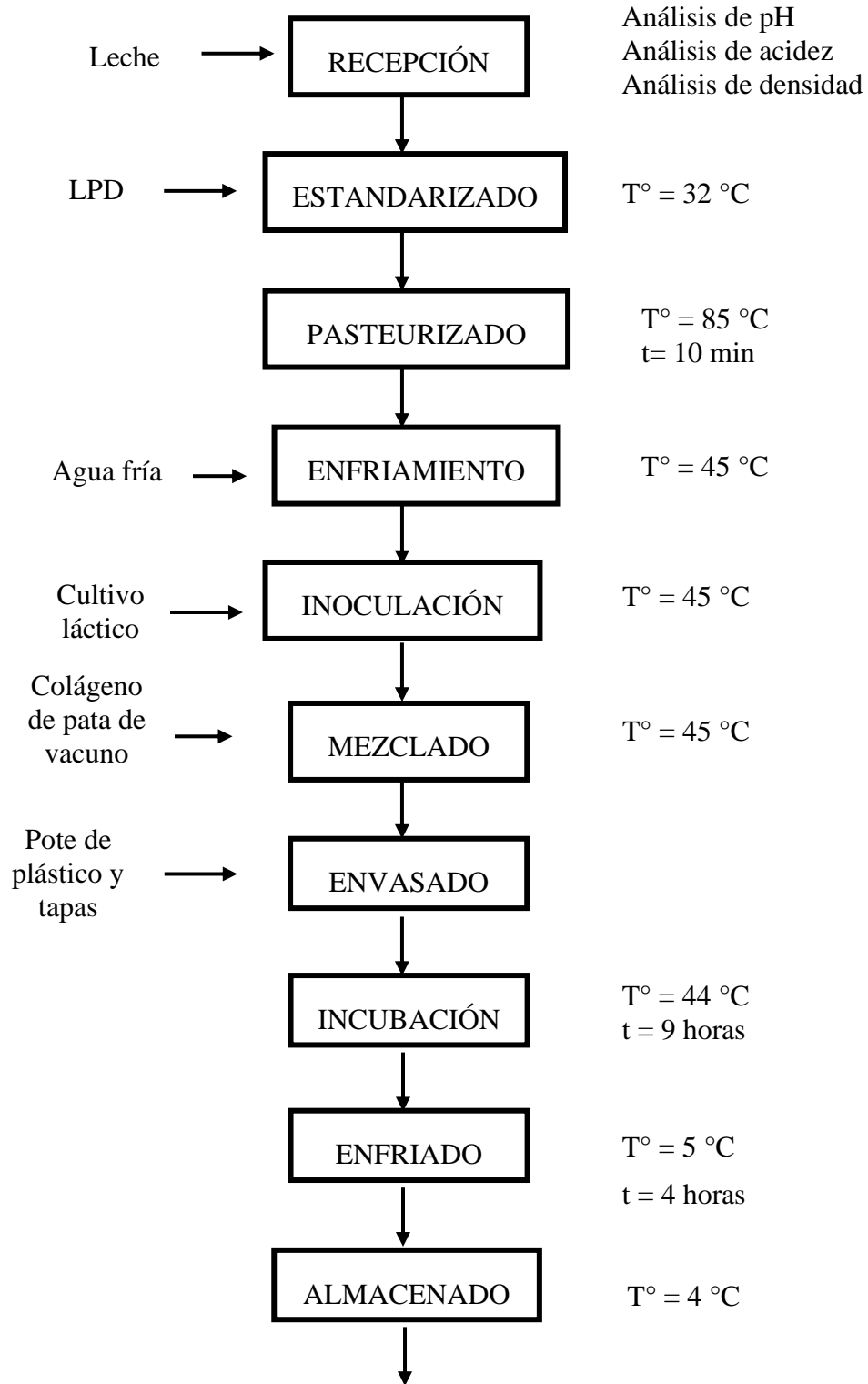


Los frascos fueron cubiertos con una tela estéril para posteriormente ser colocados en un cooler, la temperatura se mantiene entre 42 °C y 45 °C aproximadamente durante un período de 9 horas. Este tiempo fue suficiente para permitir el crecimiento de los cultivos lácticos y lograr la fermentación deseada, que se manifiesta por un descenso progresivo del pH y el desarrollo de la textura característica del yogurt griego.

Finalmente, los frascos con yogurt ya fermentado fueron trasladados a una cámara de refrigeración, donde se mantuvieron a una temperatura constante entre 4 °C y 6 °C durante un periodo de 4 horas. Esta etapa es esencial para detener la fermentación, estabilizar el producto y favorecer la formación de una textura firme y homogénea antes de su evaluación sensorial y análisis físico-químico.

Figura 12

Diagrama de flujo cualitativo en la elaboración de yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno



Yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.8.1. Instrumentos y equipos

Los instrumentos, equipos, materia prima y materiales durante el desarrollo de la investigación, son los siguientes:

a. Materia prima e Insumos

- Leche fresca entera de vaca
- Pata de ganado vacuno
- Cultivo láctico: Chr Hansen YF L812

b. Materiales

- Cuchillo
- Termómetro
- Cronometro
- Vaso precipitado de diferente volumen
- Probeta de 1000 ml
- Papel de filtro
- Embudo de vidrio
- Matraz de Erlenmeyer
- Gradillas
- Tubos de ensayo
- Mesa de trabajo
- Cocina
- Colador
- Olla de acero inoxidable
- Jarras
- Cucharas de diferentes tamaños
- Hojas de evaluación
- Lapiceros
- Pipetas de diferente volumen

c. Equipos

- Refrigeradora
- Equipo de titulación de acidez

- Balanza analítica digital
- Centrifugadora de Gerber
- Butirómetro

d. Instrumentos

- pH metro
- Lactodensímetro
- Viscosímetro

e. Reactivos

- Hidróxido de sodio 0,1N
- Fenolftaleína en solución alcohólica al 1%
- Ácido sulfúrico 0,1 N
- Ácido bórico
- Indicador Tashiro

3.8.2. Técnica para recolección de datos

a. Análisis físicos

- ❖ **pH:** Para determinar el pH se realizó introduciendo el electrodo de un pH-metro en un vaso precipitado donde se tomó un aproximado de 50 ml de yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, en tres proporciones diferentes. Se esperó hasta que se estabilizara la medida del equipo.
- ❖ **Viscosidad:** Se determinó mediante el método Brookfield utilizando un viscosímetro rotacional que sumerge una aguja (husillo), se procedió a instalar cuidadosamente el splinder N°18, asegurando su fijación correcta al equipo. Posteriormente, se sumergió lentamente el splinder dentro del recipiente con muestra, procurando que su posición estuviera próxima al centro de la superficie y a la profundidad recomendada por el fabricante. A continuación, se deslizó suavemente el recipiente sobre una superficie horizontal hasta que la aguja del viscosímetro quedara centrada, evitando así zonas con turbulencias o interferencias durante la medición. Una vez posicionada la muestra, se inició la prueba con una velocidad de rotación de 5 rpm, registrando la lectura correspondiente tras 10 revoluciones completas del rotor. Seguidamente, se incrementó la velocidad a 10 rpm, repitiendo el mismo procedimiento. Este

proceso se repitió aumentando de forma progresiva la velocidad en intervalos de 10 rpm hasta alcanzar el límite de operación del equipo. Para cada velocidad evaluada, se anotó el valor de viscosidad registrado. Este análisis permitió evaluar cómo varía la resistencia al flujo del yogurt griego en función de la concentración de colágeno añadido, lo cual es un indicador importante de la calidad textural del alimento.

Figura 13

Bajada de la splinder.



- ❖ **Densidad:** Se determino mediante el método de Lactodensímetro, el cual se vertió el yogurt preparado en una probeta de 1000 ml, evitando formación de espumas o incorporación de aire, luego se introdujo el lactodensímetro de modo que se encuentre en la parte central, finalmente se observó la densidad teniendo en cuenta la visión de enrase con la superficie libre del yogurt.

Figura 14

Determinación de la densidad.



- ❖ **Acidez titulable:** Se llevó a cabo en el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, aplicando el método de AOAC (947.05, donde se tomó una muestra de 10 ml y se colocó en un vaso precipitado, luego se añadió 3 gotas de fenolftaleína al 1 % y posteriormente se pasó a titulación con hidróxido de sodio al 0,1 N, haciendo caer gota a gota la solución mientras se agita, hasta obtener una coloración de rosada. El porcentaje del ácido láctico se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{ácido láctico} = \frac{fa * V * N * f * 100}{V_0}$$

Donde,

- fa: factor del ácido predominante (ácido láctico: 0,090)
- V: Volumen de NaOH en ml
- N: Normalidad de la solución de NaOH
- f: Factor de NaOH (1,00)
- Vo: Volumen de la muestra

Figura 15

Determinación de la acidez.



b. Análisis químicos

Con la finalidad de determinar la composición química del producto elaborado, se remitieron muestras representativas de yogurt griego con adición de colágeno en distintas concentraciones a la Corporación de Laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales “COLECBI” S.A.C., entidad especializada en análisis físico-químicos de productos alimenticios. Las pruebas solicitadas incluyeron la determinación de proteína total (%), materia grasa (%) y contenido de cenizas (%).

Los análisis se realizaron según metodologías estandarizadas por normas técnicas vigentes (como AOAC) para este tipo de matrices lácteas fermentadas. A continuación, se detallan los resultados obtenidos.

- ❖ **Determinación de proteínas:** Se efectuó con el método de Kjeldahl, pasando por 3 etapas:

Digestión: Se peso 100 gramos de yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno (muestra) y se introdujo al matraz Kjeldahl, se agregó el catalizador Sulfato de potasio (K_2SO_4), con el fin de elevar el punto de ebullición, luego limpiar con agua destilada el cuello de balón de digestión, posteriormente se agregó ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) y se colocó el tubo Kjeldahl en el digestor. Al inicio se observó que el yogurt tipo griego (muestra) se carbonizo y hubo desprendimiento de gas blanco. Se dio por

terminada esta etapa cuando se observó una coloración blanca lechosa. Se dejó enfriar.

Destilación: Se colocó un matraz Erlenmeyer en el tubo de salida del destilador, que contenía solución de Ácido bórico (H_3BO_3) y el indicador Tashiro. Se puso la muestra digerida en la posición respectiva, se encendió el equipo. Se terminó la destilación cuando al reaccionar con Hidróxido de Sodio (NaOH), este viró de un color morado a verde cristalino.

Titulación: La muestra se tituló con ácido sulfúrico 0,025 N (H_2SO_4) hasta que se observó un cambio de color de verde a gris azulado.

$$\% N_2 = \frac{ml\ HCl * N * miliequiv.\ de\ N_2}{M} * 100$$

Donde,

- ml HCl: gasto real (gasto de la muestra menos gasto del blanco)
- N: Normalidad HCl
- miliequiv. De N_2 : miliequivalente de nitrógeno (0,014)
- M: peso de la muestra, en gramos

$$\%PROTEINAS = \%NITRÓGENO * FACTOR$$

La leche contiene aproximadamente 15,68 % de nitrógeno como promedio. Por lo tanto, el factor a utilizar será 6,38.

- ❖ **Contenido de grasa:** Se determinó mediante el método de Gerber, donde se añadió en el butirómetro aproximadamente 20 ml de yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, luego se añade 10 ml de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) al 90 % y 1 ml de alcohol amílico ($C_5H_{12}O$), lo cual ayudó a la no formación de espuma y así se consiguió la separación de grasa.

Se agitó suavemente hasta homogenizar y luego fue llevado a la centrifugadora de Gerber por unos 5 min a 1200 rpm. Finalmente se colocó los butirómetros a baño maría (65 – 70 °C), tomar la lectura pasado unos 5 min.

- ❖ **Determinación de cenizas:** Se utilizó el método de incineración en seco, primero se colocó el crisol vacío en la mufla a 600 °C durante 1 hora, luego se transfirió a desecador para que enfrié y luego ser pesada. Se colocó 10 gramos del yogurt tipo griego en el crisol y se pesó. En la mufla con la ayuda de pinzas se colocó el crisol con la muestra donde se elevó su temperatura hasta 600 °C por 3 horas aproximadamente, transcurrido ese tiempo con la ayuda de las pinzas se retiró cuidadosamente para luego ser colocado en un desecador y posteriormente se pesó.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{M_3 - M_1}{M_2} * 100$$

Donde,

- M_1 = peso del crisol vacío, en gramos
- M_2 = peso de la muestra, en gramos
- M_3 = peso del crisol más ceniza, en gramos

c. Análisis sensorial

Para evaluar las características sensoriales del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, se realizó un análisis sensorial por un panel de semi especialistas, con el fin de determinar la posible aceptabilidad según el nivel de adición de colágeno de pata de vacuno.

Primero se codificó las muestras, posterior a ello se colocó 10 g de cada una de las formulaciones en los vasos descartables, paso siguiente se trasladó a los cubículos donde se contará con la ficha de evaluación. Finalmente, los semi especialistas evaluaron los atributos tales son: olor, textura y sabor.

La escala de tendencias se utilizará para medir cuánto le gusta o disgusta el producto, utilizando una escala de 1 a 7 puntos, a partir de que no le gusta extremadamente “1” y le gusta extremadamente “7”.

3.9. Procesamiento y análisis de datos

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), cuya fuente de variación fue: proporción de colágeno extraído de la pata de vacuno (10, 20 y 40%), con 5 repeticiones.

El modelo lineal será:

$$Y_i = U + t_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_i = Observacion del experimento

U = Media poblacional

t_i = tratamientos del 1 al 5

e_{ij} = error experimental

Tabla 12

Diseño de investigación a emplear

% incorporación de colágeno extraído de la pata de vacuno	R1	R2	R3	R4	R5
F1	R1	R2	R3	R4	R5
F2	R1	R2	R3	R4	R5
F3	R1	R2	R3	R4	R5

Leyenda:

F1: Yogurt con 10 % de colágeno extraído de la pata de vacuno

F2: Yogurt con 20 % de colágeno extraído de la pata de vacuno

F3: Yogurt con 40 % de colágeno extraído de la pata de vacuno

R1, R2, R3, R4 y R5: Repeticiones

Los datos se procesaron estadísticamente conforme al método descrito, y se determinó el ANOVA con un valor de $p < 0,05$. Esto permitió establecer si existe o no una diferencia significativa a nivel estadístico. En caso de que sí la hubiera, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey (0,05), para ello se empleó la versión 27 del software estadístico SPSS.

La evaluación organoléptica se realizó empleando la prueba de comparación múltiple de $p < 0,05$.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Resultado del 1 objetivo específico: Elaborar un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno a diferentes proporciones

Antes de elaborar el yogurt, se realizó análisis fisicoquímicos de 3 lugares distintos donde se expende la leche siendo Fundo de Allpachaca, distribuidor externo y el Establo de ganado lechero de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, teniendo así los resultados siguientes:

Tabla 13

Análisis fisicoquímicos de la leche

	Fundo de Allpachaca	Distribuidor externo	Establo de ganado lechero (EPMV)
Acidez(°D)	26 °D	23 °D	19 °D
pH	6,5	6,5	6,5
Densidad (g/ml)	1,030	1,029	1,025
Temperatura (°C)	16 °C	16 °C	28 °C

De acuerdo a la NTP 202.001.2003, los resultados del establo de ganado lechero (EPMV) se encuentran dentro de los parámetros establecidos, por consiguiente, se elaboró las formulaciones con la leche adquirida en este lugar.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de incorporación en proporciones de la cantidad de leche y colágeno requeridos para las 3 formulaciones (Formulación 1, Formulación 2 Y Formulación 3).

Tabla 14

Cantidad de la incorporación de colágeno para la elaboración de un yogurt tipo griego

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Leche	450 ml	400 ml	300 ml
Colágeno	50 ml	100 ml	200 ml

De la tabla mostrada, se identifican diferentes muestras con distintas proporciones de acuerdo a los antecedentes señalados, desde Formulación 1 (10:90 %), Formulación 2

(20:80 %) y Formulación 3 (40:60 %), siendo porcentaje de colágeno y leche respectivamente.

a. Resultado con el Prueba de efecto Intersujetos y Tukey

En la siguiente tabla, se obtuvo los resultados del análisis de varianza que se realizó para identificar si hay diferencias significativas en la textura de la elaboración del yogurt tipo griego incorporado con colágeno extraído a partir de la pata de vacuno entre las distintas formulaciones (F1, F2 y F3)

Tabla 15

Análisis de varianza de la elaboración de un yogurt tipo griego incorporación con colágeno extraído de pata de vacuno para el atributo textura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	158.500 ^a	29	5.466	4.095	<.001
Intersección	1647.429	1	1647.429	1234.347	<.001
Formulación	19.929	2	9.964	7.466	.001
Panelista	138.571	27	5.132	3.845	<.001
Error	72.071	54	1.335		
Total	1878.000	84			
Total, corregido	230.571	83			

a. R al cuadrado = .687 (R al cuadrado ajustada = .520)

Según la Tabla 15, el análisis de varianza $p < 0.05$ para la textura del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno a partir de la pata de vacuno revela que si hay diferencias significativas entre promedio de las formulaciones con una media de 1,335. Esto sugiere que al menos uno de las formulaciones presenta una textura distinta en comparación con los otros.

Tabla 16

Prueba Tukey de las distintas formulaciones de yogurt tipo griego para el atributo textura

HSD Tukey^{a,b}			
Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
Formula3	28	3.79	
Formula2	28		4.54
Formula1	28		4.96
Sig.		1.000	.354

Se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El termino de error es la media cuadrática (error)=1,335.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=28,000

b. Alfa=0,05

La Tabla 16 mostró que el mejor promedio estadístico, es decir la mejor formulación con mayor contenido proteico es la formulación 1 (F1) con 4,96 que corresponde al 10 % de incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno, lo cual es estadísticamente mayor a los promedios de las formulaciones F2 y F3, que son 4,54 y 3,79 respectivamente. Como la diferencia es significativa ($p < 0,05$), se concluyó que los demás yogures presentan menor textura, ya que al ser incorporado con mayor cantidad de colágeno tuvo como resultado una textura suelta.

Resultado del 2 objetivo específico: Evaluar las características fisicoquímicas del yogurt tipo griego con colágeno incorporado.

Una vez elaborado el yogurt tipo griego con incorporación de colágeno en distintas proporciones, se llevó a un análisis fisicoquímico, donde se obtuvo los resultados siguientes:

Tabla 17

Resultados fisicoquímicos de los yogures tipo griego con incorporación de colágeno (formulación) o en distintas proporciones

Ensayos	Formulación		
	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Proteínas (%)	3,45	3,35	2,99
Materia grasa (%)	0,76	0,49	0,37
Cenizas (%)	0,11	0,07	0,05
pH	4,40	4,40	4,50
Densidad (g/ml)	1,032	1,034	1,029
Acidez (°D)	0,97	0,69	0,87
Viscosidad (cP)	19,5	18,53	5,673

De la tabla 17 se observó que los valores de proteína disminuyen conforme aumenta la incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno, esto sucede debido a que la extracción de colágeno de pata fue por el método de cocción en donde su mayor elemento es el agua, por lo tanto mientras más proporción de colágeno se incorpora más diluido se encuentra el yogurt tipo griego, pero según la NTP 202.014.2004 el contenido mínimo proteico no debe ser inferior a 2,7 %, valores que cumplen las 3 formulaciones con la norma. Para la materia grasa, pH, densidad, acidez y viscosidad según la NTP 202.014.2004, el rango establecido es de 0,6 – 2,9 %; 3,7 – 4,6; 1,030 – 1,040 g/ml; 0,6 – 1,5 °D, 16 – 28 cP respectivamente (ANEXO 3), esto implica a que los resultados de la formulación 1 (F1) del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, se encuentra dentro de los rangos establecidos según la norma.

a. Evaluación estadística de la proteína del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno

En la tabla 18 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el contenido proteico del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno.

Tabla 18

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido proteico del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.585	2	.293	2.374 E+31	<.001
Dentro de grupos	.000	12	.000		
Total	.585	14			

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 18, se reporta que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las formulaciones evaluadas, esto demuestra que hay variaciones de contenido proteico entre las formulaciones.

A continuación, se realiza la prueba de comparación múltiple el cual determina cuales medias de diferentes formulaciones difieren significativamente entre sí.

Tabla 19

Comparaciones múltiples del contenido proteico del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	(I) Formulación n	(J) Formulación n	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	F1	Formulación 2	.10000*	.00000	<.001	.1000	.1000
		Formulación 3	.46000*	.00000	<.001	.4600	.4600
	F2	Formulación 1	-.10000*	.00000	<.001	-.1000	-.1000
		Formulación 3	.36000*	.00000	<.001	.3600	.3600
	F3	Formulación 1	-.46000*	.00000	<.001	-.4600	-.4600
		Formulación 2	-.36000*	.00000	<.001	-.3600	-.3600

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la tabla 19, todas las formulaciones al ser estadísticamente significativo $p < 0,05$, se muestra una diferencia de medias entre las formulaciones, teniendo así que la interacción de la F1 (I), da una diferencia de media positiva y alta de .46000 frente a la F3 (J). esto concluye que la F1 en comparación a la F2 y F3, tiene un alto contenido proteico, que también están dentro del rango establecido por la NTP 202.014.2004.

Tabla 20

Prueba Tukey y Duncan del contenido proteico del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey^a	Formulación3	5	2.9900		
	Formulación2	5		3.3500	
	Formulación1	5			3.4500
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Duncan^a	Formulación3	5	2.9900		
	Formulación2	5		3.3500	
	Formulación1	5			3.4500
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

De la tabla 20, se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir la mejor formulación con mayor contenido proteico, es la F1 con 3,45; que corresponde a la adición del 10 % de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, seguidamente por la F2 con un promedio de 3,35 y F3 con 2,99 de contenido proteico.

b. Evaluación estadística para la materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno

En la tabla 21 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno.

Tabla 21

Análisis de varianza (ANOVA) para la materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.399	2	.200	2.072 E+32	<.001
Dentro de grupos	.000	12	.000		
Total	.399	14			

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 21, se reporta que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las formulaciones evaluadas, esto demuestra que hay variaciones de materia grasa entre las formulaciones.

A continuación, se realiza la prueba de comparación múltiple el cual determina cuales medias de diferentes formulaciones difieren significativamente entre sí.

Tabla 22

Comparaciones múltiples de la materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	(I) Form ulació n	(J) Formulació n	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	F1	Formulació n2	.27000*	.00000	<.001	.2700	.2700
		Formulació n3	.39000*	.00000	<.001	.3900	.3900
	F2	Formulació n1	-.27000*	.00000	<.001	-.2700	-.2700
		Formulació n3	.12000*	.00000	<.001	.1200	.1200
	F3	Formulació n1	-.39000*	.00000	<.001	-.3900	-.3900
		Formulació n2	-.12000*	.00000	<.001	-.1200	-.1200

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la tabla 22, todas las formulaciones al ser estadísticamente significativo $p < 0,05$, se muestra una diferencia de medias entre las formulaciones, teniendo así que la interacción de la F3 (I), da una diferencia de media negativa y baja de -.39000 frente a la F1 (J), esto concluye que la F3 en comparación a la F1 y F2, tiene un bajo contenido de materia grasa.

Tabla 23

Prueba Tukey y Duncan del contenido de materia grasa del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey^a	Formulación3	5	.3700		
	Formulación2	5		.4900	
	Formulación1	5			.7600
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Duncan^a	Formulación3	5	.3700		
	Formulación2	5		.4900	
	Formulación1	5			.7600
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

De la tabla 23, se deduce que el menor promedio estadístico, es decir la mejor formulación con menor contenido de materia grasa, es la F3 con 0,37; que corresponde a la adición del 40 % de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, seguidamente por la F2 con un promedio de 0,49 y F1 con 0,76 de contenido de materia grasa.

c. Evaluación estadística de la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno

En la tabla 24 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno.

Tabla 24

Análisis de varianza (ANOVA) de la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	595.715	2	297.858	6.041 E+33	<.001
Dentro de grupos	.000	12	.000		
Total	595.715	14			

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 24, se reporta que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las formulaciones evaluadas, esto demuestra que hay variaciones de la viscosidad entre las formulaciones.

A continuación, se realiza la prueba de comparación múltiple el cual determina cuales medias de diferentes formulaciones difieren significativamente entre sí.

Tabla 25

Comparaciones múltiples de la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	F1	Formulación n2	.970000*	.000000	<.001	.97000	.97000
		Formulación n3	13.827000*	.000000	<.001	13.82700	13.82700
	F2	Formulación n1	-.970000*	.000000	<.001	-.97000	-.97000
		Formulación n3	12.857000*	.000000	<.001	12.85700	12.85700
	F3	Formulación n1	-13.827000*	.000000	<.001	-13.82700	-13.82700
		Formulación n2	-12.857000*	.000000	<.001	-12.85700	-12.85700

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la tabla 25, todas las formulaciones al ser estadísticamente significativo $p < 0,05$, se muestra una diferencia de medias entre las formulaciones, teniendo así que la interacción de la F1 (I), da una diferencia de media positiva y alta de 13,827 frente a la F3 (J). esto concluye que la F1 en comparación a la F2 y F3, tiene una alta viscosidad, que también están dentro del rango establecido por la NTP 202.014.2004.

Tabla 26

Prueba Tukey y Duncan de la viscosidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

	Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey^a	Formulación3	5	5.67300		
	Formulación2	5		18.53000	
	Formulación1	5			19.50000
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Duncan^a	Formulación3	5	5.67300		
	Formulación2	5		18.53000	
	Formulación1	5			19.50000
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

De la tabla 26, se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir la mejor formulación con una alta viscosidad, es la F1 con 19,5; que corresponde a la adición del 10 % de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, seguidamente por la F2 con un promedio de 18,53 y F3 con 5,67 de viscosidad.

Resultados del 3 objetivo específico: Evaluación de la aceptabilidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno.

a. Resultados con el software IBM SPSS Statistics 27

Se realizó la encuesta a los alumnos del curso de Industrias Lácteas y Seminario de investigación II de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNSCH, donde se entregó una ficha de evaluación, juntamente con las muestras a probar.

En la siguiente tabla se presentó los resultados de la similitud del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno a distintas proporciones (muestras) con un yogurt tipo griego sin adición alguna (testigo).

Tabla 27

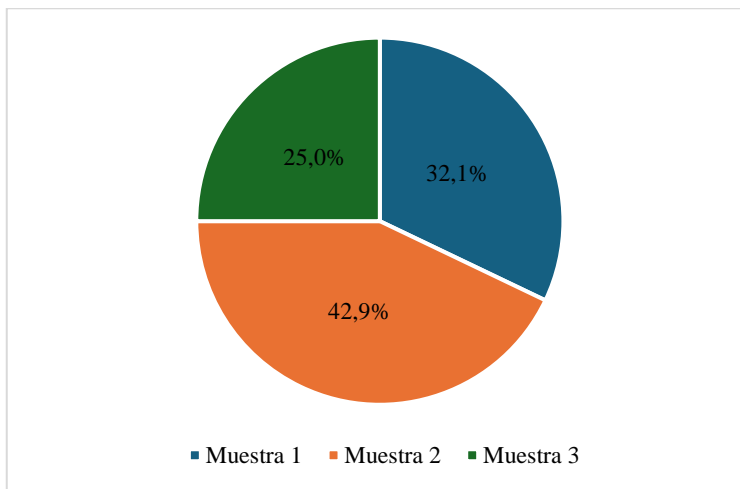
¿Cuál de las muestras es igual a la testigo?

	Frecuencia	Porcentaje
Muestra 1	9	32,1
Muestra 2	12	42,9
Muestra 3	7	25,0
Total	28	100,0

En la evaluación de la similitud de las muestras con la testigo, la Muestra 2 fue identificada como próximo a la testigo por el 42,9 % de los encuestados, lo que indica una mayor aceptación en comparación con la Muestra 1 (32,1 %) y la Muestra 3 (25,0 %).

Figura 16

Resultado de la pregunta ¿Cuál de las muestras es igual a la testigo?



El diagrama circular muestra una clara predominancia de la Muestra 2 en la categoría de "igual a la testigo", con una barra que resalta su aceptación. Las barras de las Muestras 1 y 3 son más cortas, evidenciando su menor reconocimiento en comparación con la Muestra 2.

Tabla 28

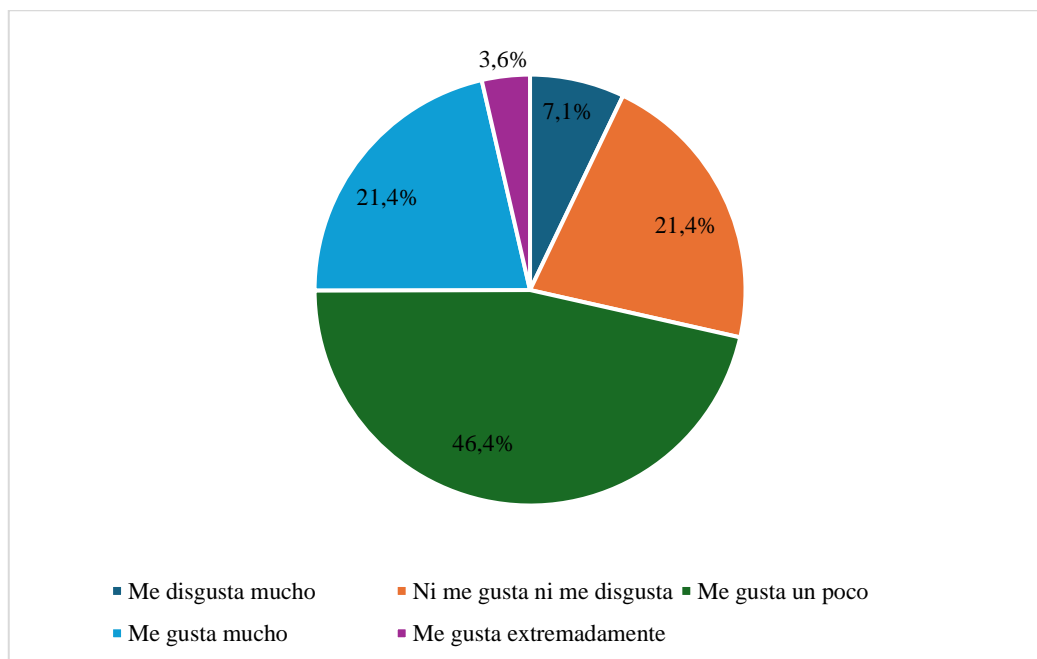
Calificación de la muestra 1 según escala Hedónica de 7 puntos

	Frecuencia	Porcentaje
Me disgusta mucho	2	7,1
Ni me gusta ni me disgusta	6	21,4
Me gusta un poco	13	46,4
Me gusta mucho	6	21,4
Me gusta extremadamente	1	3,6
Total	28	100,0

La calificación de la Muestra 1 según la escala hedónica de 7 puntos, revela que el 46,4 % de los participantes expresó que "me gusta un poco", mientras que un 21,4 % indicó que les "gusta mucho". Solo un 7,1 % manifestó que les "disgusta mucho", lo que indica una tendencia general hacia la aceptación positiva de esta muestra.

Figura 17

Resultado de la calificación de la muestra 1 según escala Hedónica de 7 puntos



El diagrama circular ilustra la distribución de las calificaciones de la Muestra 1, donde el 46,4 % de las respuestas se agrupan en las categorías de "me gusta un poco" y un 21,4 % da "me gusta mucho" y "Ni me gusta ni me disgusta"

Tabla 29

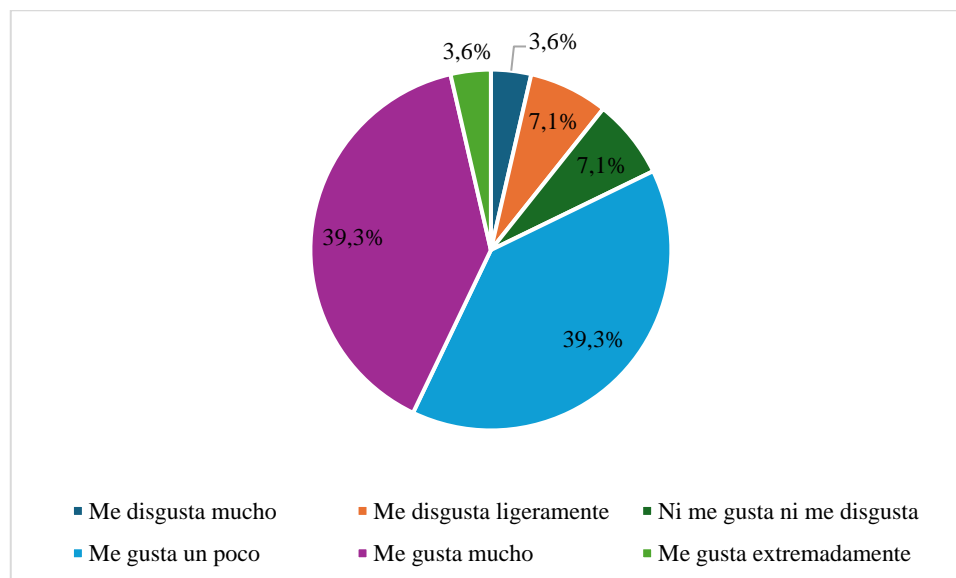
Calificación de la muestra 2 según escala Hedónica de 7 puntos

	Frecuencia	Porcentaje
Me disgusta mucho	1	3,6
Me disgusta ligeramente	2	7,1
Ni me gusta ni me disgusta	2	7,1
Me gusta un poco	11	39,3
Me gusta mucho	11	39,3
Me gusta extremadamente	1	3,6
Total	28	100,0

En la Muestra 2, el 39,3 % de los encuestados calificó su aceptación como "me gusta un poco" y otro 39,3 % como "me gusta mucho". La baja proporción de respuestas negativas (3,6 % que indicó "me disgusta mucho") refuerza la percepción favorable de esta muestra.

Figura 18

Resultado de la calificación de la muestra 2 según escala Hedónica de 7 puntos



El diagrama circular de la Muestra 2 muestra una distribución equilibrada, con dos secciones de 39,3 % que representan las categorías de "me gusta un poco" y "me gusta mucho". Las secciones de las calificaciones negativas son pequeñas, indicando que la mayoría de los encuestados tienen una opinión favorable sobre esta muestra.

Tabla 30

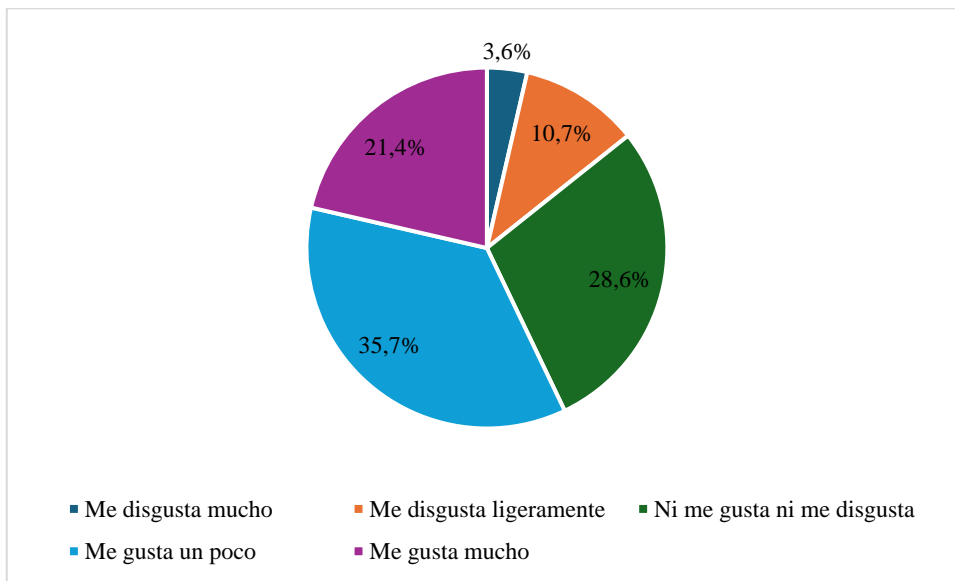
Calificación de la muestra 3 según escala Hedónica de 7 puntos

	Frecuencia	Porcentaje
Me disgusta mucho	1	3,6
Me disgusta ligeramente	3	10,7
Ni me gusta ni me disgusta	8	28,6
Me gusta un poco	10	35,7
Me gusta mucho	6	21,4
Total	28	100,0

La Muestra 3 presenta una distribución de calificaciones más variada, con un 35,7 % de los encuestados indicando que les "gusta un poco" y un 28,6 % que "ni les gusta ni les disgusta". La presencia de un 3,6 % que expresó desagrado sugiere que esta muestra tiene una aceptación moderada.

Figura 19

Resultado de la calificación de la muestra 3 según escala Hedónica de 7 puntos



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 3, donde muestra una dispersión en las calificaciones, con secciones que representan una variedad de respuestas. Las categorías de "me gusta un poco" con 35,7 % y "ni me gusta ni me disgusta" con 28,6 % son las más prominentes, mientras que la sección de desagrado es pequeña.

A continuación, se determinó la intensidad en los atributos con la siguiente calificación:

Tabla 31

Intensidad para los atributos (olor, textura y sabor)

Puntaje	Denominación
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Moderadamente bajo
4	Medio
5	Moderadamente alto
6	Alto
7	Muy alto

Se trabajó con esta intensidad de puntaje los atributos de las muestras, donde 1 es "muy bajo" y 7 es "muy alto".

Tabla 32

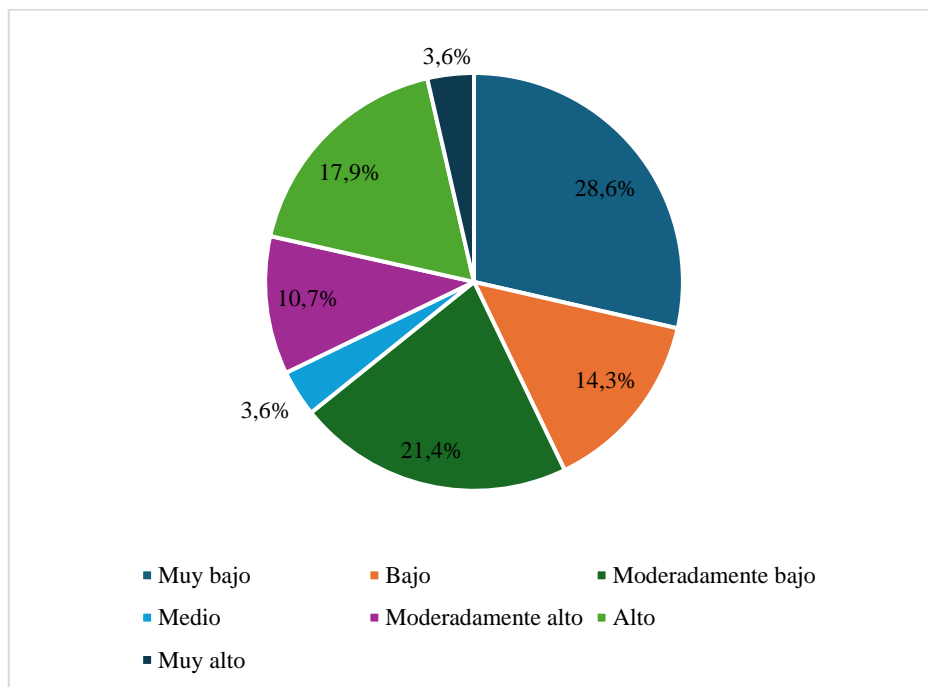
Intensidad del olor dulce de la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	8	28,6
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	6	21,4
Medio	1	3,6
Moderadamente alto	3	10,7
Alto	5	17,9
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La intensidad del olor dulce en la Muestra 1 fue percibida como muy baja por el 28,6 % de los encuestados, mientras que un 17,9 % la calificó como alta. Esto indica que la mayoría de los participantes no percibe un olor dulce fuerte en esta muestra.

Figura 20

Resultado de la Intensidad del olor dulce de la muestra 1



El diagrama circular de la Muestra 1 señaló que la sección correspondiente a "muy bajo" de 28,6 % es la más grande, indicando que la mayoría de los encuestados no percibe un olor dulce fuerte. Las secciones de "alto" y "muy alto" son más pequeñas, lo que refuerza la percepción de un olor dulce débil.

Tabla 33

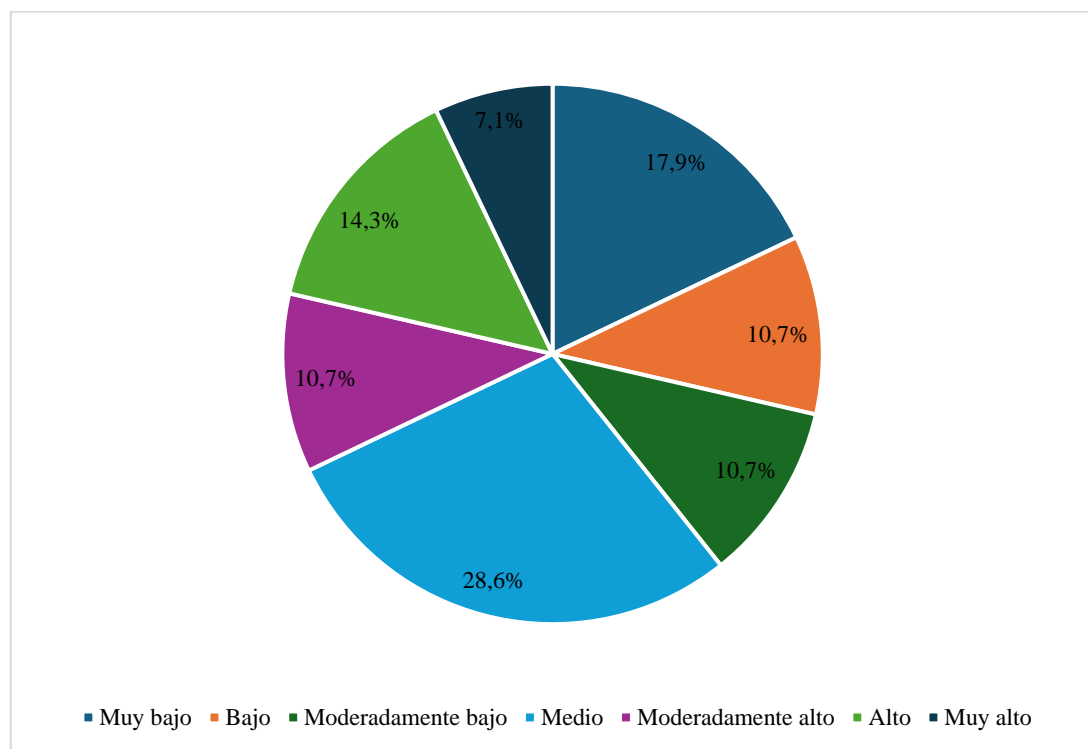
Intensidad del olor agrio de la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	5	17,9
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	8	28,6
Moderadamente alto	3	10,7
Alto	4	14,3
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad del olor agrio en la Muestra 1 fue calificada como media por el 28,6 % de los encuestados, con un 17,9 % indicando un olor muy bajo. Esto refleja una percepción equilibrada del olor agrio, sin que sea predominante.

Figura 21

Resultado de la Intensidad del olor agrio de la muestra 1



El diagrama circular asociado a esta tabla muestra una distribución más equilibrada en las calificaciones del olor agrio, con una sección notable en la categoría "media" con 28,6 %. Las otras categorías tienen secciones más pequeñas, indicando que la percepción del olor agrio es moderada.

Tabla 34

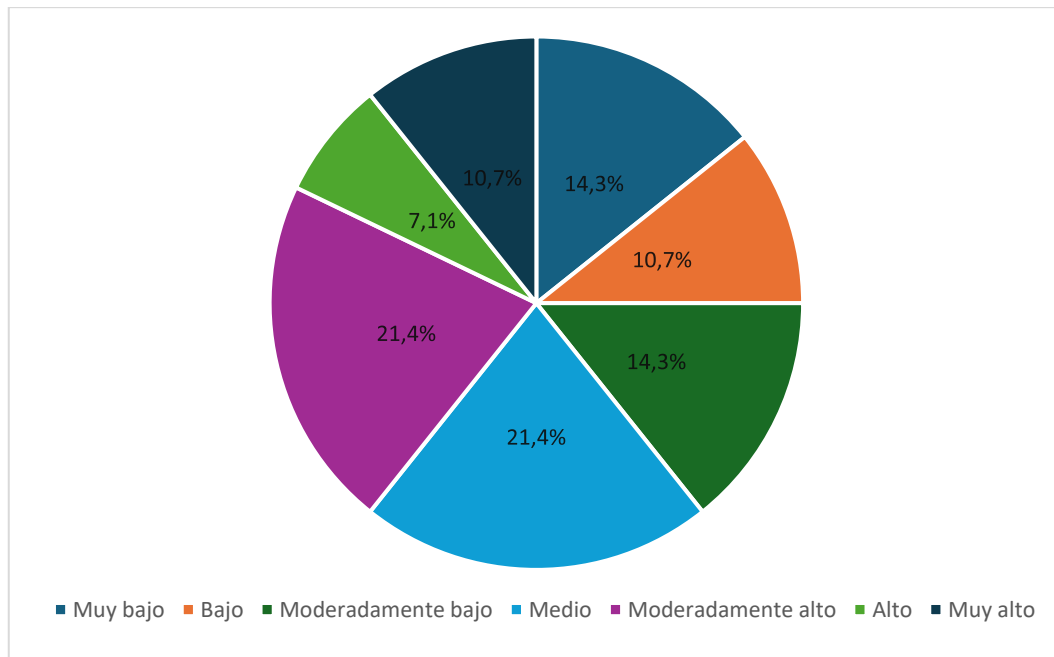
Intensidad del olor graso de la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	4	14,3
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	4	14,3
Medio	6	21,4
Moderadamente alto	6	21,4
Alto	2	7,1
Muy alto	3	10,7
Total	28	100,0

En la Muestra 1, la intensidad del olor graso fue calificada con un 21,4 % de respuestas en la categoría de moderadamente alto y medio mientras un 14,3 % en muy bajo y moderadamente bajo. Esto sugiere una percepción diversa del olor graso entre los participantes.

Figura 22

Resultado de la Intensidad del olor graso de la muestra 1



El diagrama circular de la Muestra 1 muestra una distribución variada en la percepción del olor graso, con secciones que representan diferentes intensidades. Las categorías de "moderadamente alto" con 21,4 % y "medio" con 21,4 % son las más destacadas, indicando que hay una diversidad de opiniones sobre esta característica.

Tabla 35

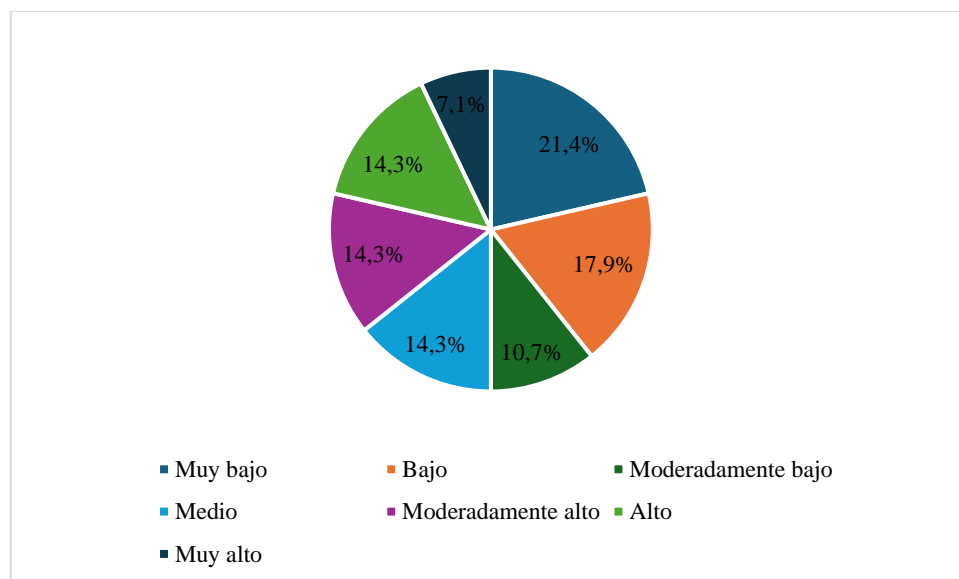
Intensidad de la textura líquida en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	6	21,4
Bajo	5	17,9
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	4	14,3
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	4	14,3
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad de la textura líquida en la Muestra 1 fue calificada como muy baja por el 21,4 % de los encuestados, lo que indica que la textura líquida no es un atributo destacado en esta muestra.

Figura 23

Resultado de la Intensidad de la textura líquida en la muestra 1



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 1 muestra que el 21,4 % de los encuestados perciben la textura líquida como muy baja, con una sección que resalta en esta categoría. Las otras categorías tienen secciones más pequeñas, lo que refuerza la percepción de una textura líquida débil.

Tabla 36

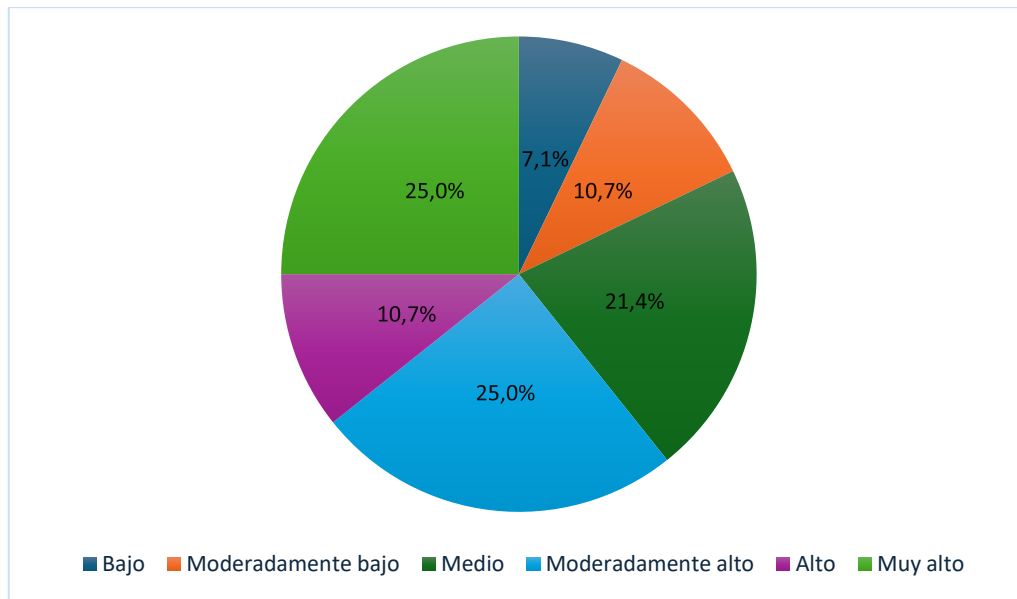
Intensidad de la textura cremosa en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	2	7,1
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	6	21,4
Moderadamente alto	7	25,0
Alto	3	10,7
Muy alto	7	25,0
Total	28	100,0

En la Muestra 1, la intensidad de la textura cremosa fue calificada como moderadamente alta y muy alto por el 25,0 % de los encuestados, lo que indica que una proporción significativa de participantes percibe una textura cremosa favorable.

Figura 24

Resultado de la Intensidad de la textura cremosa en la muestra 1



El diagrama circular de la Muestra 1 muestra una 25,0 % en la categoría de "moderadamente alta" y "muy alto", indicando que muchos participantes consideran que la textura cremosa es un atributo positivo. Las otras categorías tienen secciones más pequeñas, lo que sugiere que la textura cremosa es un rasgo destacado.

Tabla 37

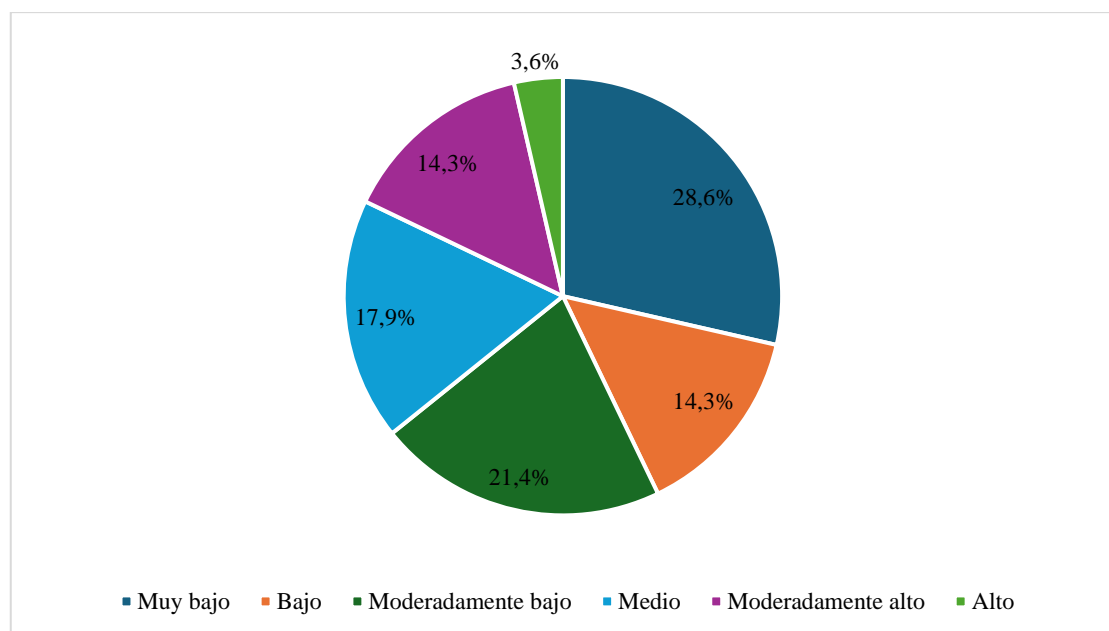
Intensidad de la textura arenosa en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	8	28,6
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	6	21,4
Medio	5	17,9
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	1	3,6
Total	28	100,0

La intensidad de la textura arenosa en la Muestra 1 fue calificada como muy baja por el 28,6 % de los encuestados, lo que indica que la mayoría no percibe una textura arenosa en esta muestra.

Figura 25

Resultado de la Intensidad de la textura arenosa en la muestra 1



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 1 muestra un 28,6 % en la categoría "muy baja" es la más alta en la percepción de la textura arenosa, lo que indica que la mayoría de los encuestados no identifican esta característica en la muestra.

Tabla 38

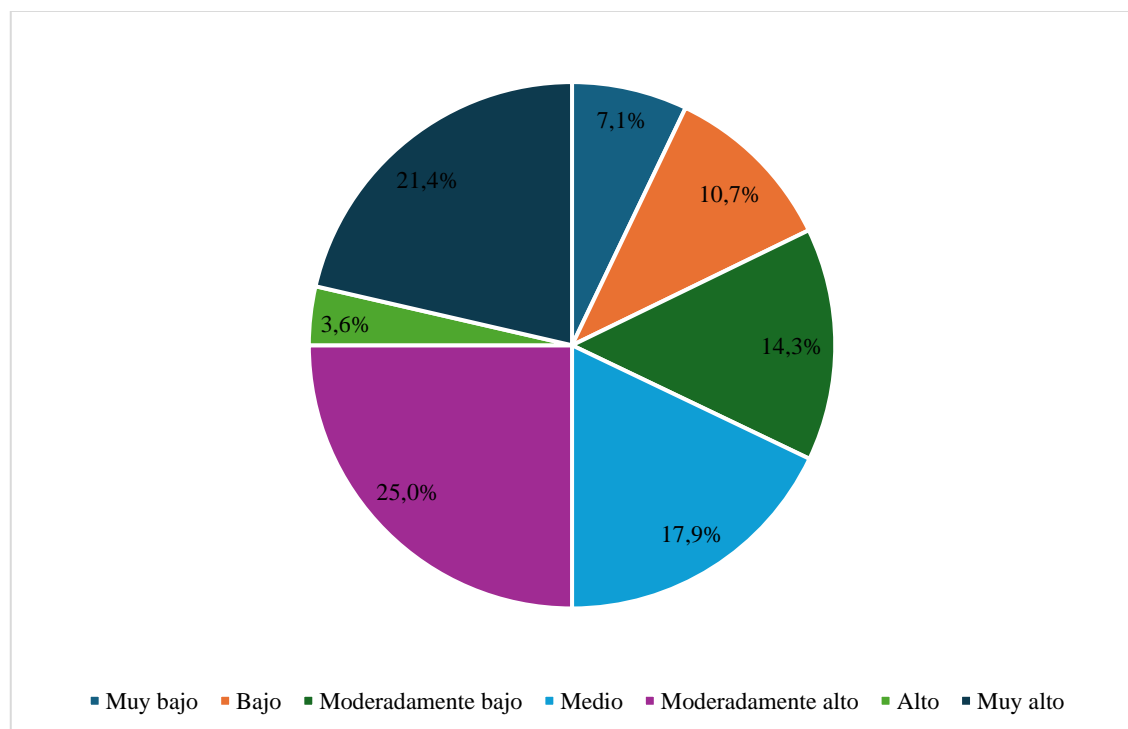
Intensidad de la textura grasosa en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	2	7,1
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	4	14,3
Medio	5	17,9
Moderadamente alto	7	25,0
Alto	1	3,6
Muy alto	6	21,4
Total	28	100,0

La Muestra 1 mostró una intensidad de textura grasosa con un 25,0 % de los encuestados indicando una percepción moderadamente alta, lo que indica que una parte significativa de los participantes nota esta característica.

Figura 26

Resultado de la Intensidad de la textura grasosa en la muestra 1



El diagrama circular de la Muestra 1 muestra un 25,0 % en la categoría de "moderadamente alta", lo que indica que una proporción considerable de encuestados percibe la textura grasosa como un atributo relevante.

Tabla 39

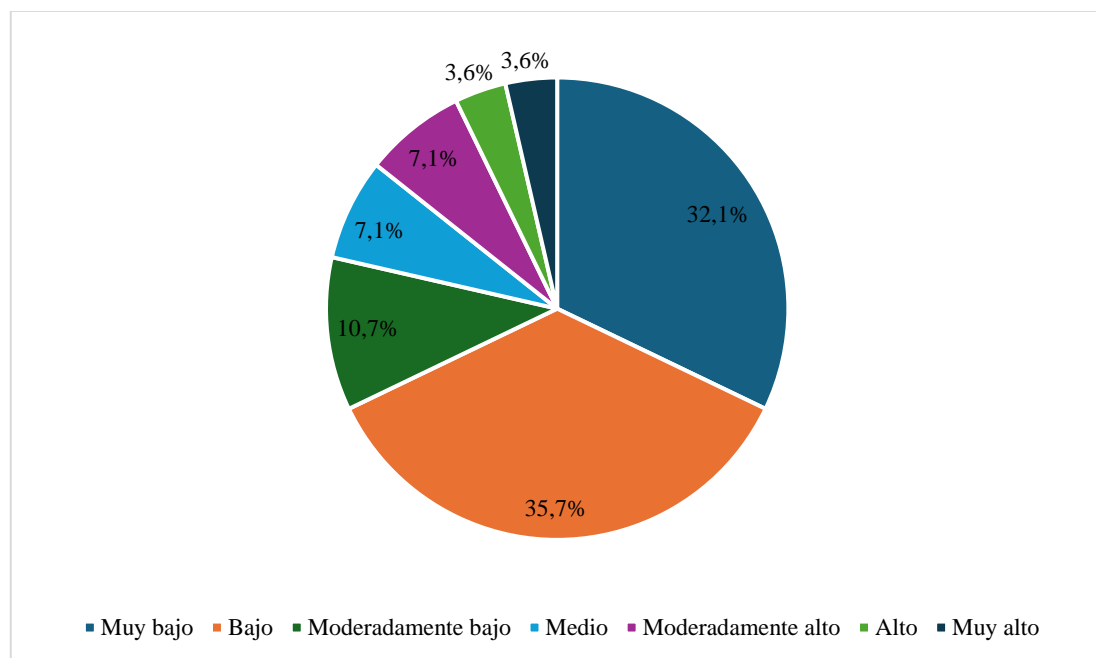
Intensidad del sabor dulce en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	9	32,1
Bajo	10	35,7
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	2	7,1
Moderadamente alto	2	7,1
Alto	1	3,6
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

En cuanto a la intensidad del sabor dulce en la Muestra 1, el 35,7 % de los encuestados la calificó como baja, lo que indica que el sabor dulce no es un atributo prominente en esta muestra.

Figura 27

Resultado de la Intensidad del sabor dulce en la muestra 1



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 1 muestra un alto valor del 35,7 % en la categoría "bajo" es la más alta en la percepción del sabor dulce, lo que indica que la mayoría de los encuestados no consideran que el sabor dulce sea fuerte en esta muestra.

Tabla 40

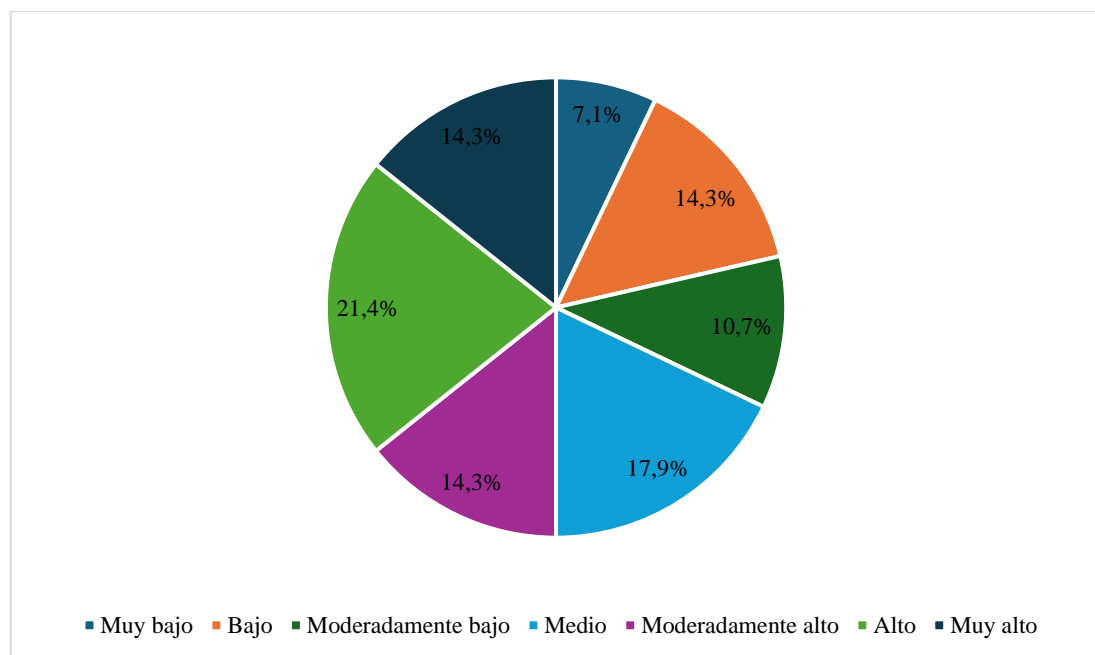
Intensidad del sabor ácido en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	2	7,1
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	5	17,9
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	6	21,4
Muy alto	4	14,3
Total	28	100,0

La intensidad del sabor ácido en la Muestra 1 fue calificada como media por el 17,9 % de los encuestados, con un 21,4 % indicando un sabor alto. Esto indica que el sabor ácido es perceptible, aunque no dominante.

Figura 28

Resultado de la Intensidad del sabor ácido en la muestra 1



El diagrama circular de la Muestra 1 muestra una distribución equilibrada en las calificaciones del sabor ácido, con una sección destacada con 21,4 % en la categoría "alto". Esto indica que, aunque el sabor ácido es notable, no es el rasgo más predominante.

Tabla 41

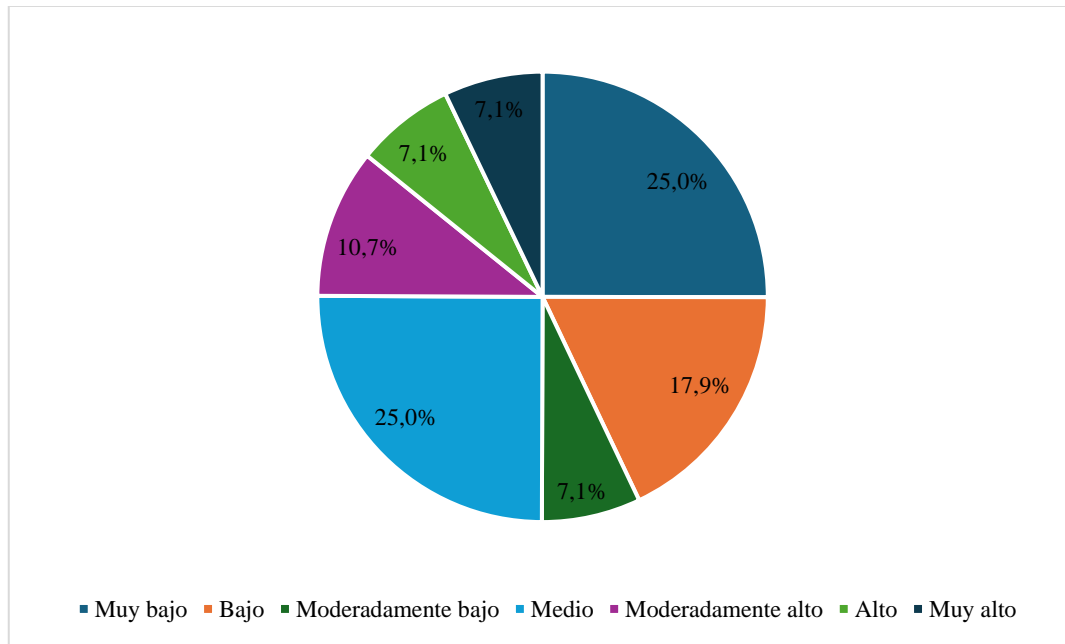
Intensidad del sabor rancio en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	7	25,0
Bajo	5	17,9
Moderadamente bajo	2	7,1
Medio	7	25,0
Moderadamente alto	3	10,7
Alto	2	7,1
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La Muestra 1 mostró una intensidad del sabor rancio con un 25,0 % de los encuestados indicando una percepción muy baja y medio, lo que indica que la mayoría no percibe un sabor rancio en esta muestra.

Figura 29

Resultado de la Intensidad del sabor rancio en la muestra 1



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 1 muestra que la categoría "muy bajo" es la más alta en la percepción del sabor rancio con 25,0 %, lo que indica que la mayoría de los encuestados no identifican este sabor en la muestra.

Tabla 42

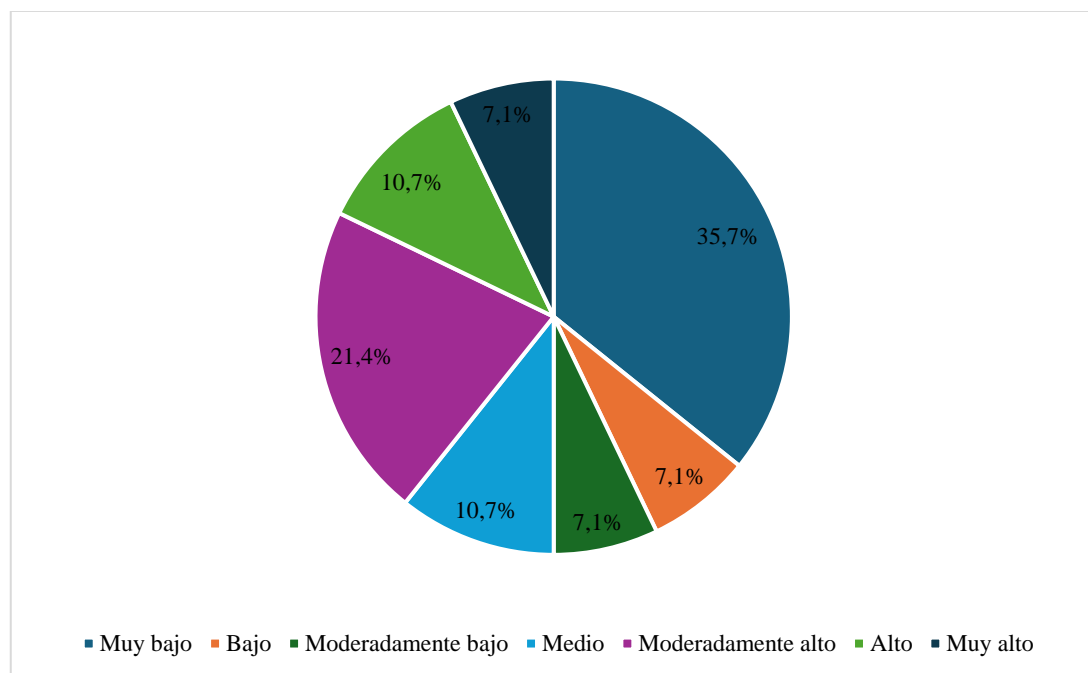
Intensidad del sabor amargo en la muestra 1

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	10	35,7
Bajo	2	7,1
Moderadamente bajo	2	7,1
Medio	3	10,7
Moderadamente alto	6	21,4
Alto	3	10,7
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad del sabor amargo en la Muestra 1 fue calificada como muy baja por el 35,7 % de los encuestados, lo que indica que el sabor amargo no es un rasgo significativo en esta muestra.

Figura 30

Resultado de la Intensidad del sabor amargo en la muestra 1



El diagrama circular de la Muestra 1 muestra que la categoría "muy bajo" es la más prominente en la percepción del sabor amargo, lo que refuerza la idea de que este sabor no es un atributo destacado en la muestra.

Tabla 43

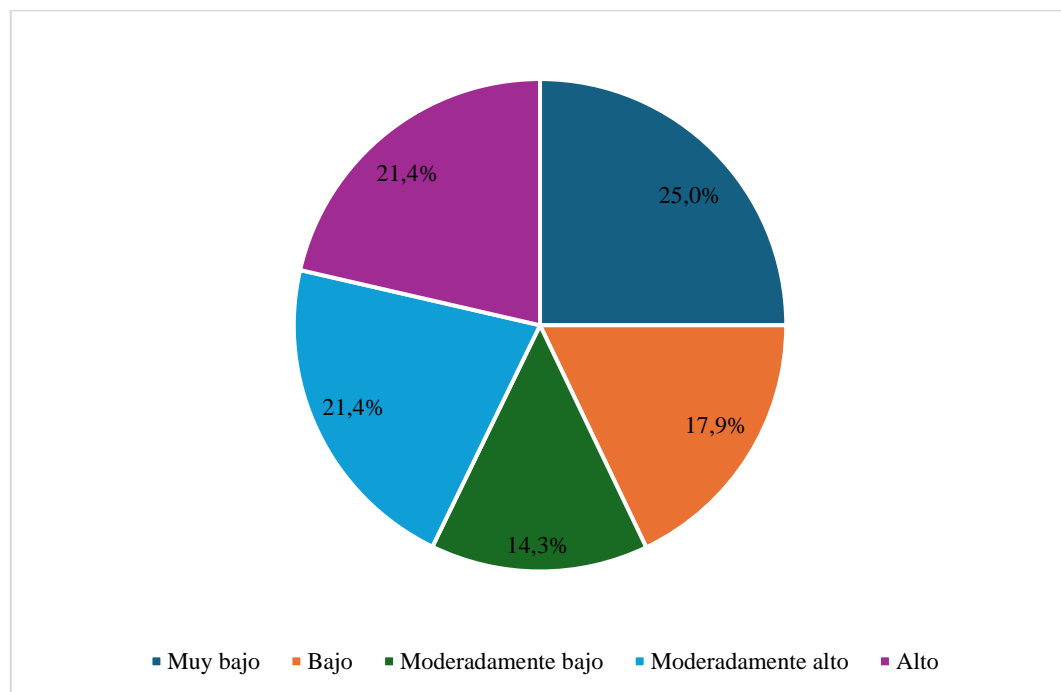
Intensidad del olor dulce de la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	7	25,0
Bajo	5	17,9
Moderadamente bajo	4	14,3
Moderadamente alto	6	21,4
Alto	6	21,4
Total	28	100,0

En la Muestra 2, la intensidad del olor dulce fue calificada como muy baja por el 25,0 % de los encuestados, lo que indica que el olor dulce no es un atributo destacado en esta muestra.

Figura 31

Resultado de la Intensidad del olor dulce de la muestra 2



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 2 calificó que la categoría "muy bajo" es la más alta en la percepción del olor dulce, lo que indica que la mayoría de los encuestados no consideran que el olor dulce sea fuerte en esta muestra.

Tabla 44

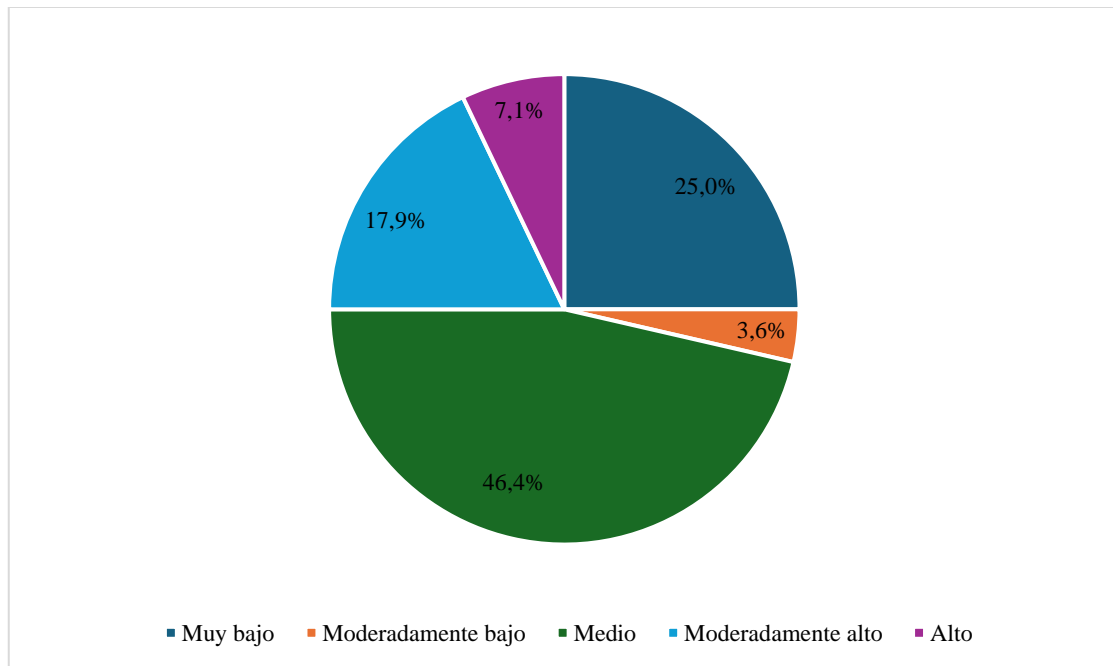
Intensidad del olor agrio de la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	7	25,0
Moderadamente bajo	1	3,6
Medio	13	46,4
Moderadamente alto	5	17,9
Alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad del olor agrio en la Muestra 2 fue calificada como media por el 46,4 % de los encuestados, lo que indica que este olor es más pronunciado en comparación con la Muestra 1.

Figura 32

Resultado de la Intensidad del olor agrio de la muestra 2



El diagrama circular de la Muestra 2 calificó una sección prominente en la categoría "media", lo que indica que la percepción del olor agrio es notable y se considera un rasgo característico de esta muestra.

Tabla 45

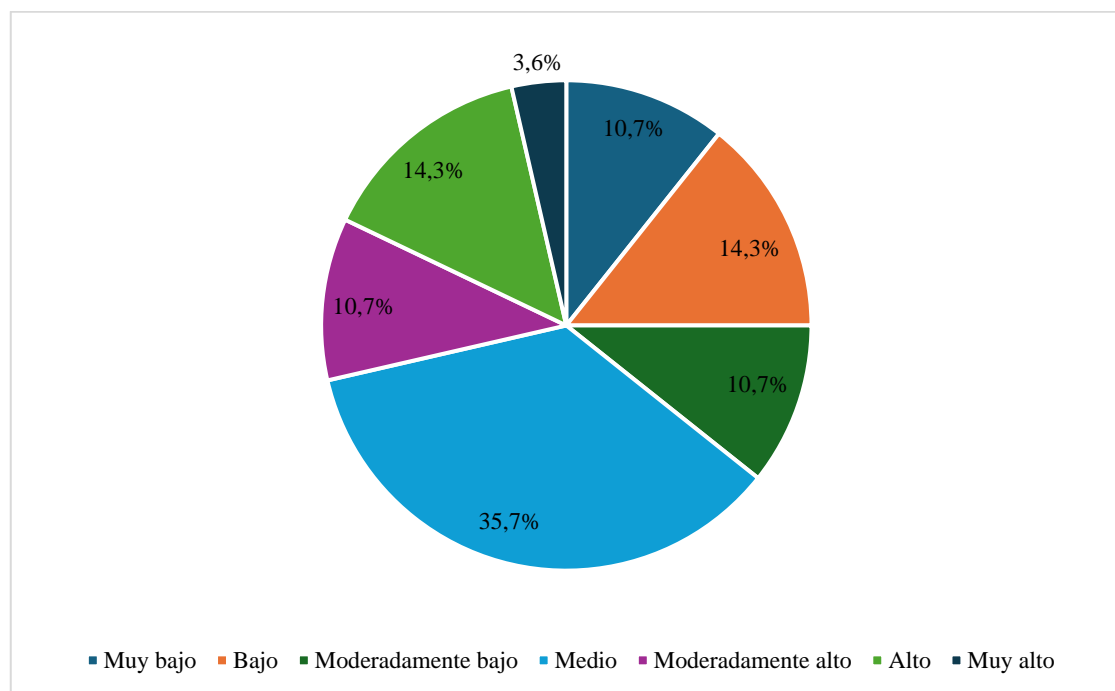
Intensidad del olor graso de la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	3	10,7
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	10	35,7
Moderadamente alto	3	10,7
Alto	4	14,3
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La Muestra 2 mostró una intensidad del olor graso con un 35,7 % de los encuestados indicando una percepción media, lo que indica que el olor graso es notable.

Figura 33

Resultado de la Intensidad del olor graso de la muestra 2



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 2 calificó que la categoría "media" es la más alta en la percepción del olor graso, lo que indica que muchos encuestados consideran que esta característica es relevante.

Tabla 46

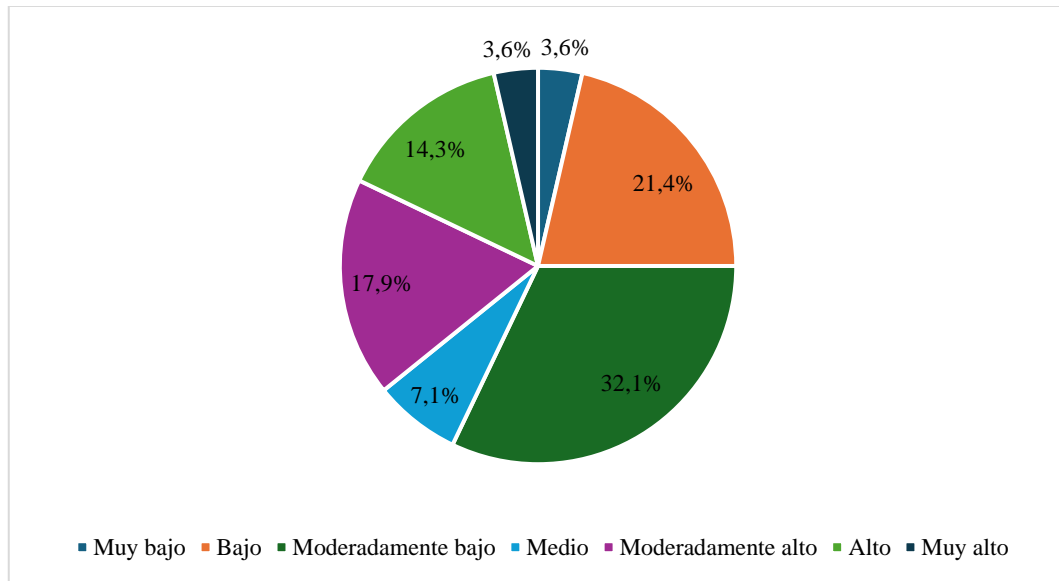
Intensidad de la textura líquida en la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	1	3,6
Bajo	6	21,4
Moderadamente bajo	9	32,1
Medio	2	7,1
Moderadamente alto	5	17,9
Alto	4	14,3
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La intensidad de la textura líquida en la Muestra 2 fue calificada como “moderadamente baja” por el 32,1 % de los encuestados, lo que indica que la textura líquida es más pronunciada en comparación con la Muestra 1.

Figura 34

Resultado de la Intensidad de la textura líquida en la muestra 2



El diagrama circular de la Muestra 2 muestra una sección destacada en la categoría "moderadamente baja", lo que indica que una proporción significativa de encuestados percibe la textura líquida como un atributo relevante.

Tabla 47

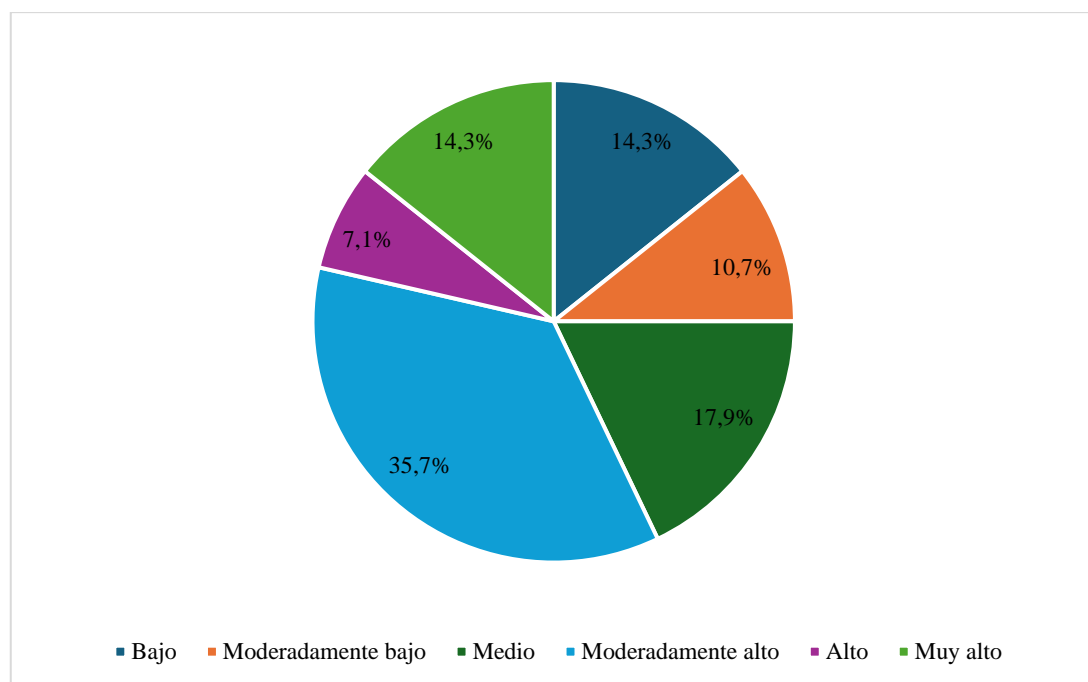
Intensidad de la textura cremosa en la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	5	17,9
Moderadamente alto	10	35,7
Alto	2	7,1
Muy alto	4	14,3
Total	28	100,0

En la Muestra 2, la intensidad de la textura cremosa fue calificada como “moderadamente alta” por el 35,7 % de los encuestados, lo que indica que una proporción significativa de participantes percibe una textura cremosa favorable.

Figura 35

Resultado de la Intensidad de la textura cremosa en la muestra 2



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 2 donde calificó una sección prominente en la categoría "moderadamente alta", lo que indica que muchos participantes consideran que la textura cremosa es un atributo positivo.

Tabla 48

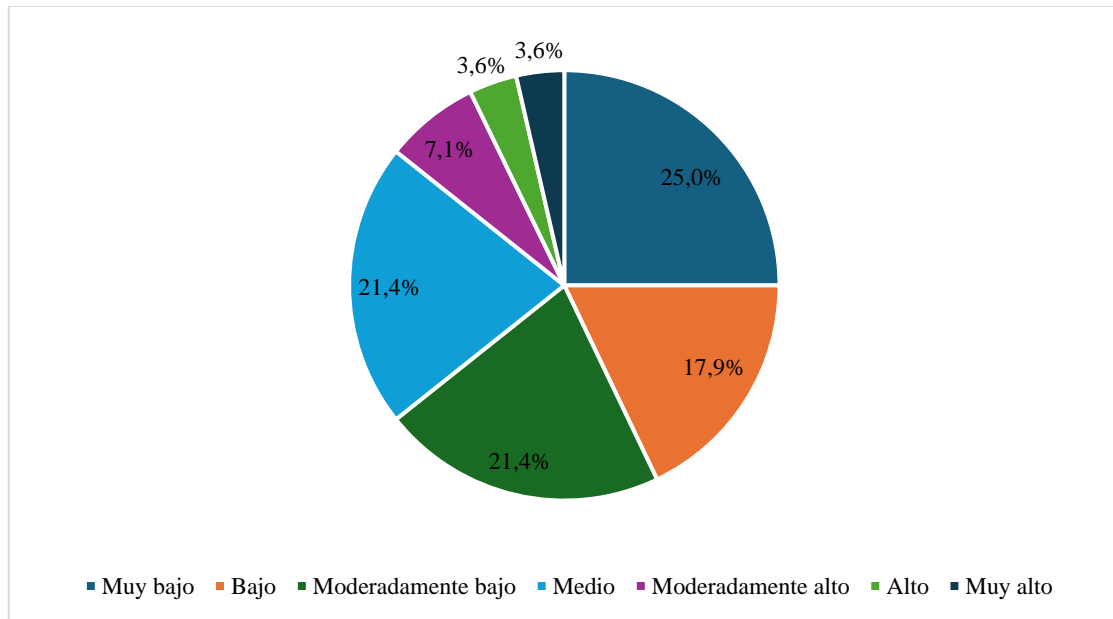
Intensidad de la textura arenosa en la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	7	25,0
Bajo	5	17,9
Moderadamente bajo	6	21,4
Medio	6	21,4
Moderadamente alto	2	7,1
Alto	1	3,6
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La intensidad de la textura arenosa en la Muestra 2 fue calificada como “muy baja” por el 25,0 % de los encuestados, lo que indica que la mayoría no percibe una textura arenosa en esta muestra.

Figura 36

Resultado de la Intensidad de la textura arenosa en la muestra 2



El diagrama circular de la Muestra 2 calificó que la categoría "muy baja" es la más alta en la percepción de la textura arenosa, lo que indica que la mayoría de los encuestados no identifican esta característica en la muestra.

Tabla 49

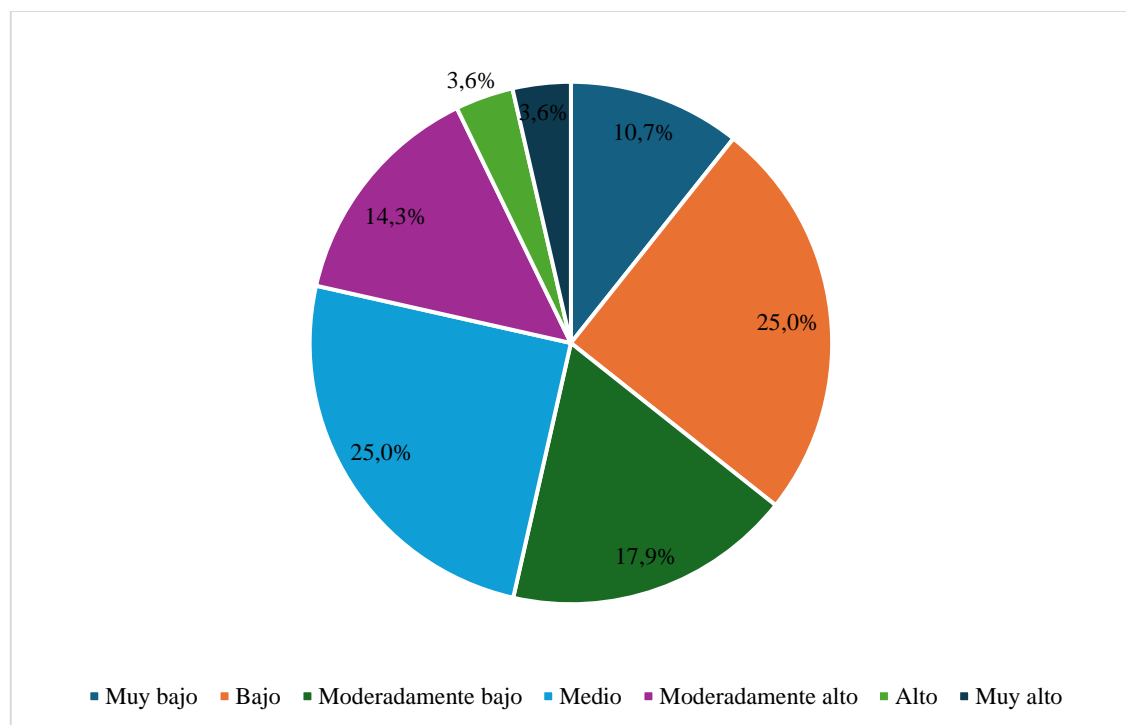
Intensidad de la textura grasosa en la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	3	10,7
Bajo	7	25,0
Moderadamente bajo	5	17,9
Medio	7	25,0
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	1	3,6
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La Muestra 2 mostró una intensidad de textura grasosa con un 25,0 % de los encuestados indicando una percepción “baja”, lo que indica que la textura grasosa no es un atributo prominente.

Figura 37

Resultado de la Intensidad de la textura grasosa en la muestra 2



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 2 muestra que la categoría "bajo" es la más alta en la percepción de la textura grasosa, lo que indica que la mayoría de los encuestados no consideran que esta característica sea fuerte.

Tabla 50

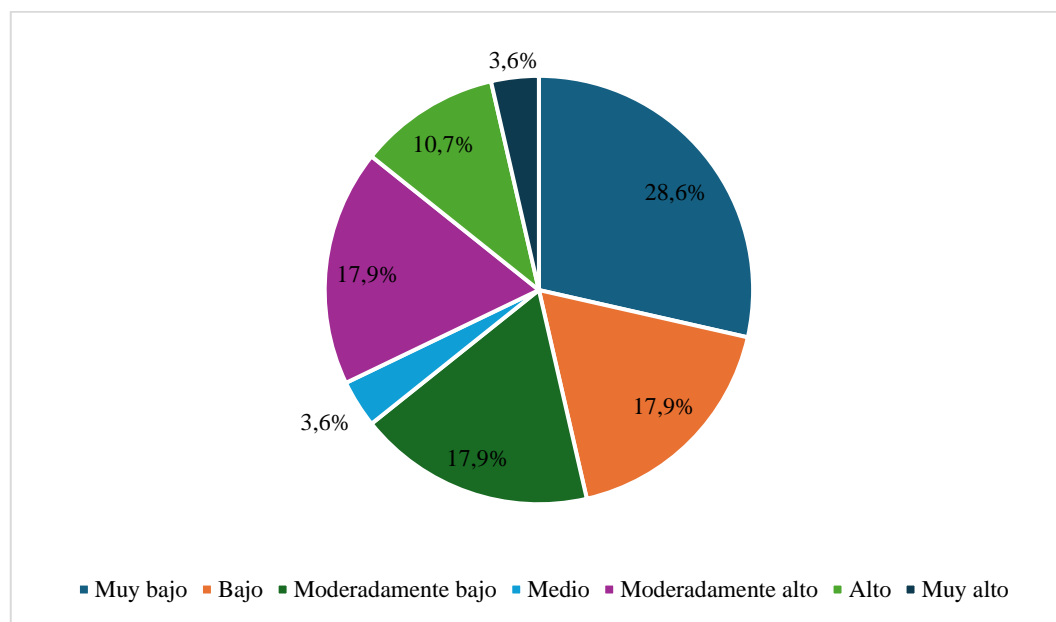
Intensidad del sabor dulce en la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	8	28,6
Bajo	5	17,9
Moderadamente bajo	5	17,9
Medio	1	3,6
Moderadamente alto	5	17,9
Alto	3	10,7
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

En cuanto a la intensidad del sabor dulce en la Muestra 2, el 28,6 % de los encuestados la calificó como “muy bajo”, lo que indica que el sabor dulce no es fuerte en esta muestra.

Figura 38

Resultado de la Intensidad del sabor dulce en la muestra 2



El diagrama circular de la Muestra 2 muestra que la categoría "muy bajo" es la más prominente en la percepción del sabor dulce, lo que refuerza la idea de que este sabor no es un atributo destacado en la muestra.

Tabla 51

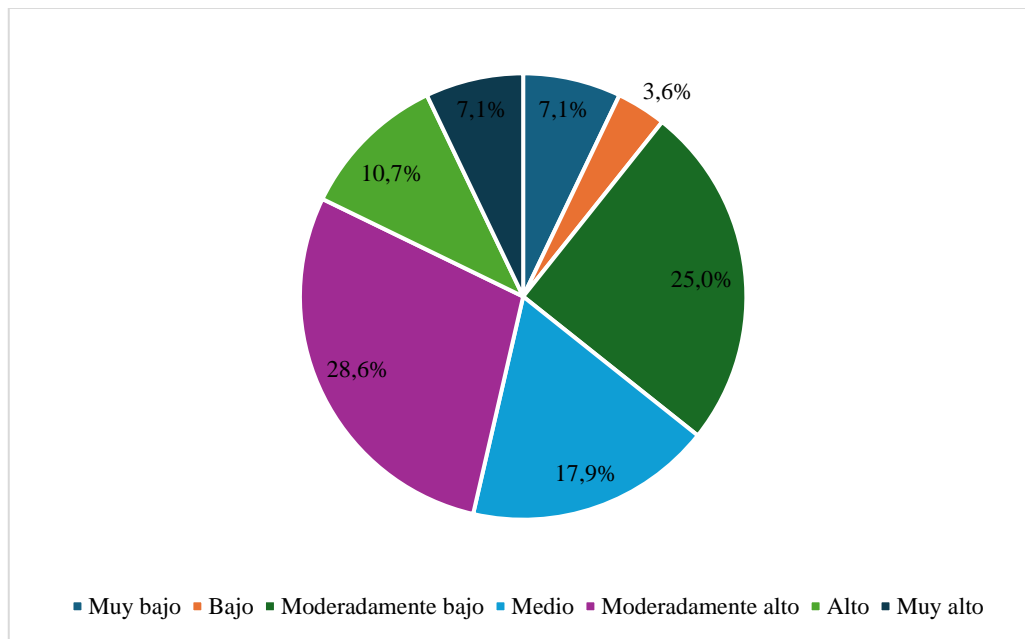
Intensidad del sabor ácido en la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	2	7,1
Bajo	1	3,6
Moderadamente bajo	7	25,0
Medio	5	17,9
Moderadamente alto	8	28,6
Alto	3	10,7
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad del sabor ácido en la Muestra 2 fue calificada como “moderadamente alta” por el 28,6 % de los encuestados, lo que indica que el sabor ácido es más notable en comparación con la Muestra 1.

Figura 39

Resultado de la Intensidad del sabor ácido en la muestra 2



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 2 muestra una sección destacada en la categoría "moderadamente alta", lo que indica que muchos encuestados consideran que el sabor ácido es un rasgo característico de esta muestra.

Tabla 52

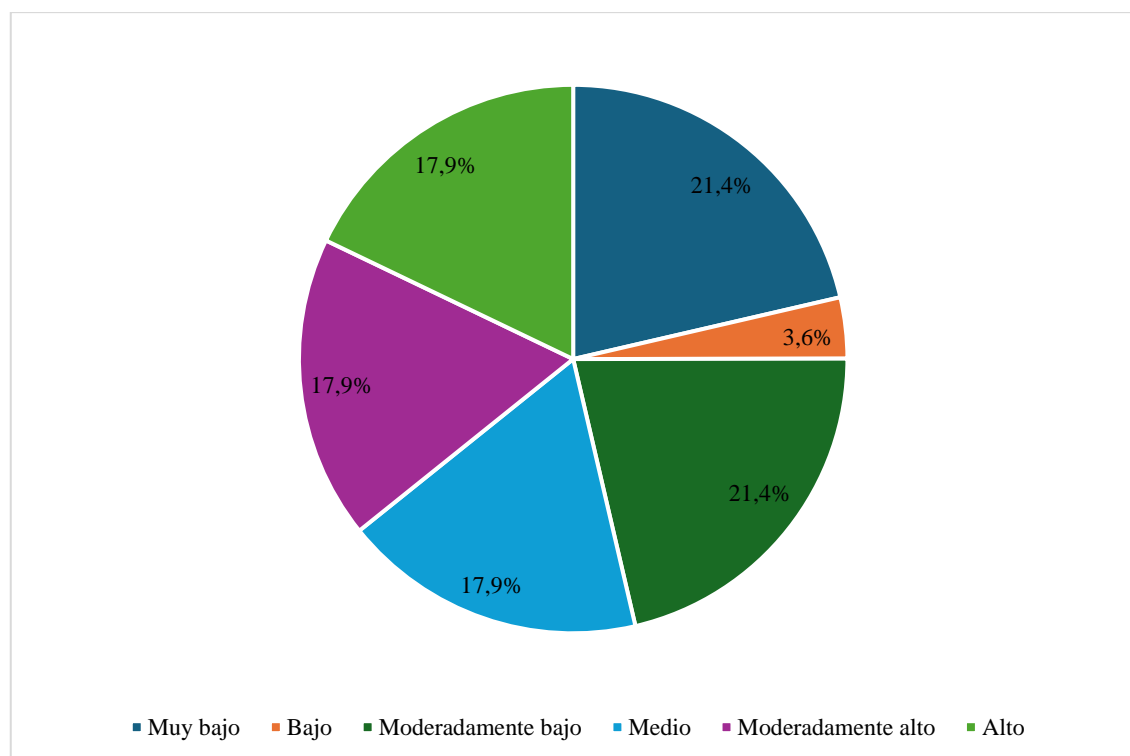
Intensidad del sabor rancio en la muestra 2

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	6	21,4
Bajo	1	3,6
Moderadamente bajo	6	21,4
Medio	5	17,9
Moderadamente alto	5	17,9
Alto	5	17,9
Total	28	100,0

La intensidad del sabor rancio en la Muestra 2 fue calificada como “muy baja” por el 21,4 % de los encuestados, lo que indica que la mayoría no percibe un sabor rancio en esta muestra.

Figura 40

Resultado de la Intensidad del sabor rancio en la muestra 2



El diagrama circular de la Muestra 2 calificó que la categoría "muy baja" es la más alta en la percepción del sabor rancio, lo que indica que la mayoría de los encuestados no identifican este sabor en la muestra.

Tabla 53

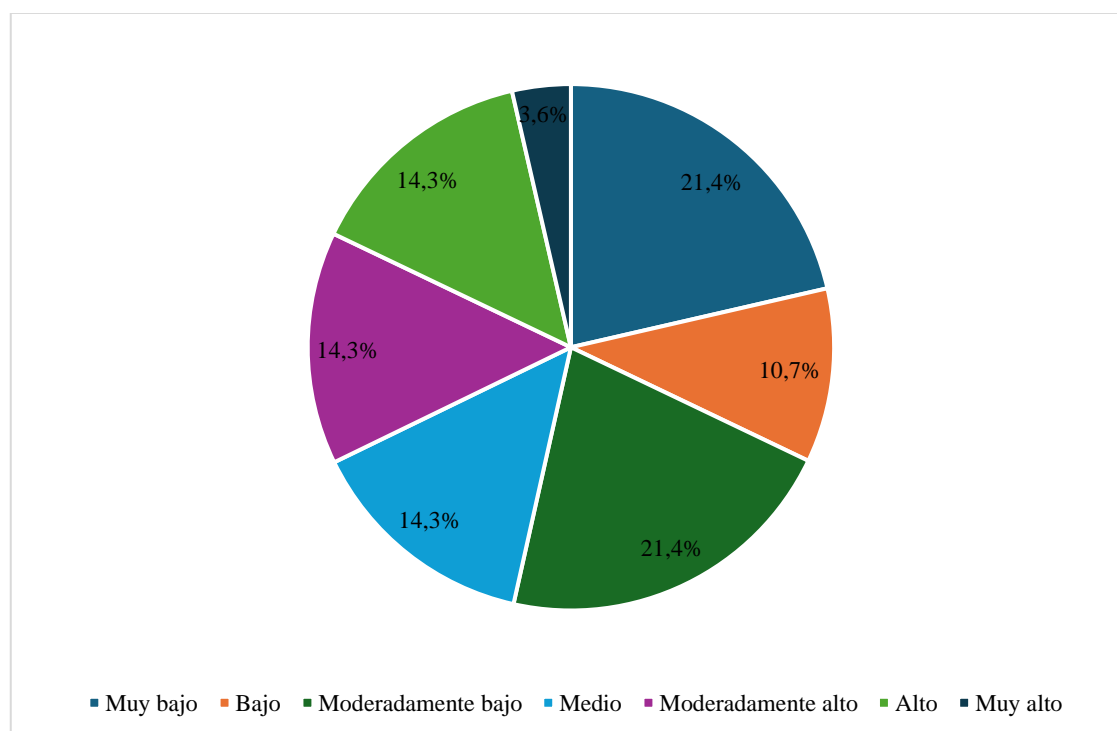
Intensidad del sabor amargo de la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	6	21,4
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	6	21,4
Medio	4	14,3
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	4	14,3
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

En la Muestra 3, la intensidad del sabor amargo fue calificada como “muy baja” por el 21,4 % de los encuestados, lo que indica que el sabor amargo no es un rasgo prominente en esta muestra.

Figura 41

Resultado de la Intensidad del sabor amargo de la muestra 3



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 3 muestra que la categoría "muy baja" es la más prominente en la percepción del sabor amargo, lo que refuerza la idea de que este sabor no es un atributo destacado en la muestra.

Tabla 54

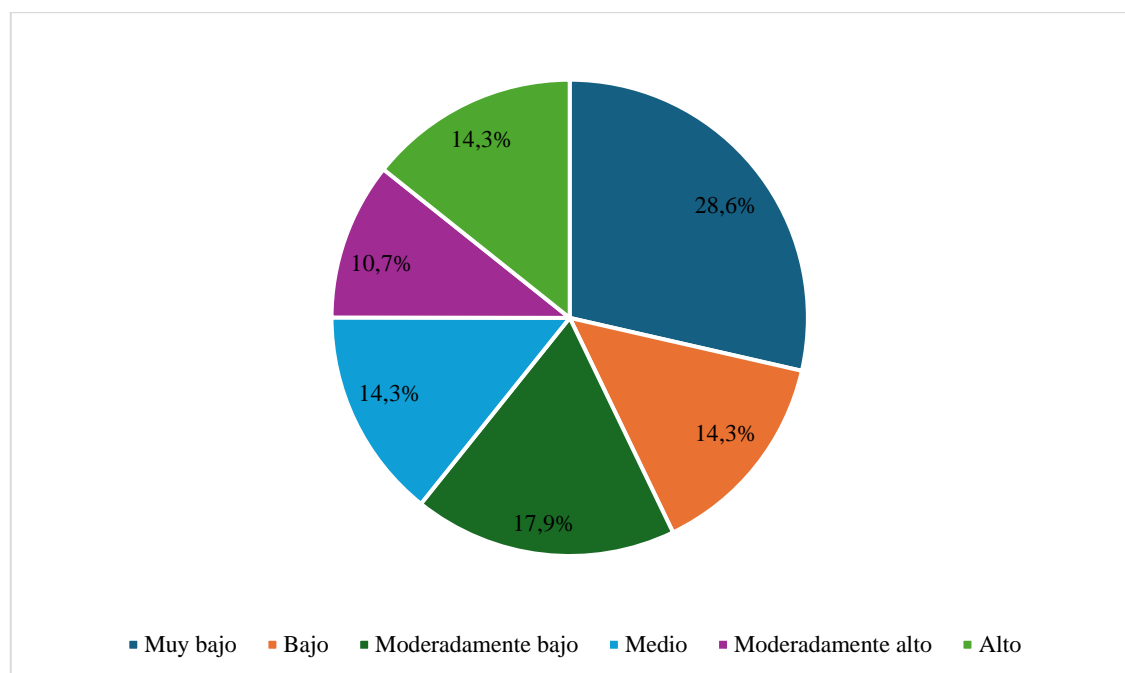
Intensidad del olor dulce de la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	8	28,6
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	5	17,9
Medio	4	14,3
Moderadamente alto	3	10,7
Alto	4	14,3
Total	28	100,0

La intensidad del olor dulce en la Muestra 3 fue calificada como “muy baja” por el 28,6 % de los encuestados, lo que indica que el olor dulce no es un atributo destacado en esta muestra.

Figura 42

Resultado de la Intensidad del olor dulce de la muestra 3



El diagrama circular de la Muestra 3 calificó que la categoría "muy baja" es la más alta en la percepción del olor dulce, lo que indica que la mayoría de los encuestados no consideran que el olor dulce sea fuerte en esta muestra.

Tabla 55

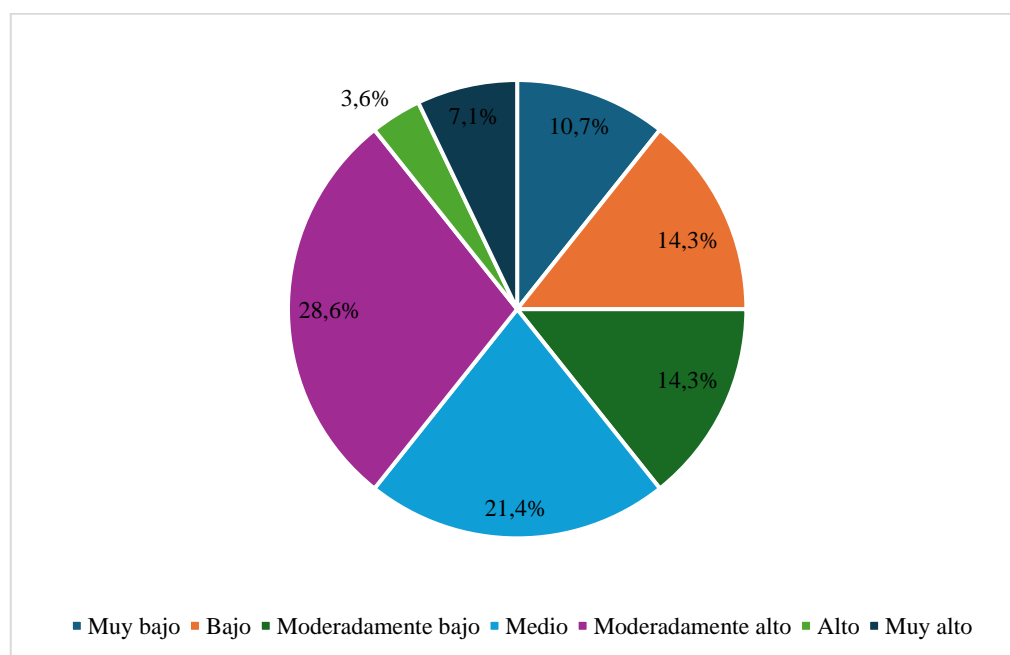
Intensidad del olor agrio de la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	3	10,7
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	4	14,3
Medio	6	21,4
Moderadamente alto	8	28,6
Alto	1	3,6
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad del olor agrio en la Muestra 3 fue calificada como “moderadamente alto” por el 28,6 % de los encuestados, lo que indica que este olor es perceptible.

Figura 43

Resultado de la Intensidad del olor agrio de la muestra 3



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 3 donde calificó una sección destacada en la categoría "media", lo que indica que la percepción del olor agrio es notable y se considera un rasgo característico de esta muestra.

Tabla 56

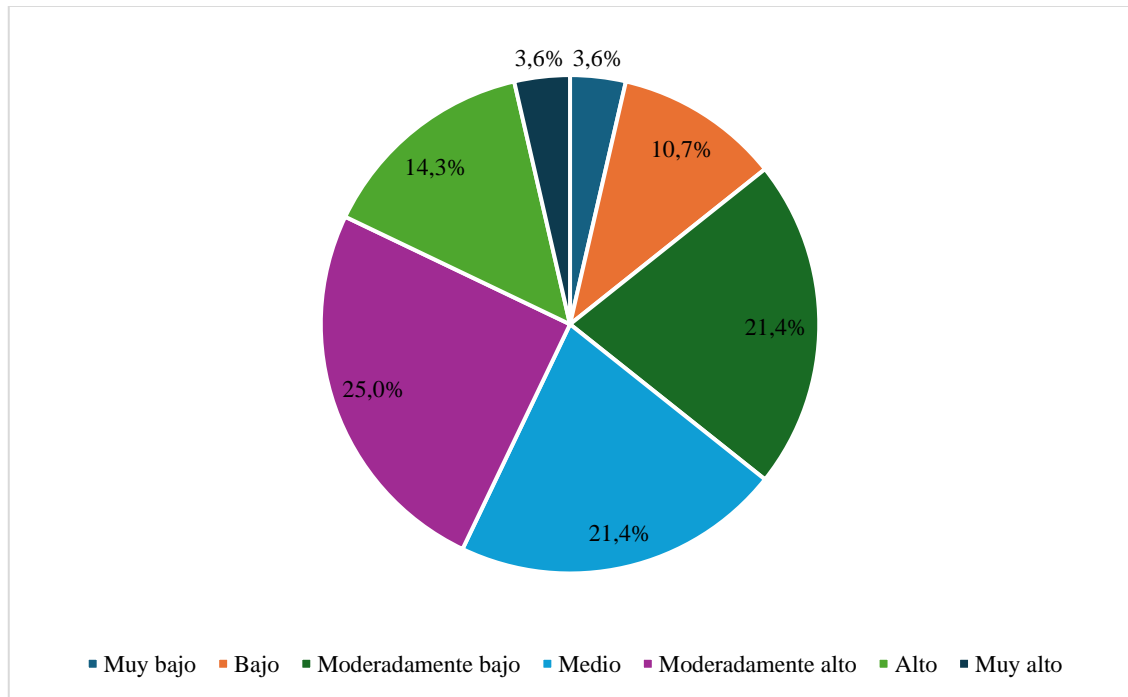
Intensidad del olor graso de la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	1	3,6
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	6	21,4
Medio	6	21,4
Moderadamente alto	7	25,0
Alto	4	14,3
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La Muestra 3 mostró una intensidad del olor graso con un 25,0 % de los encuestados indicando una percepción “moderadamente alta”, lo que indica que algunos participantes notan un olor graso en esta muestra.

Figura 44

Resultado de la Intensidad del olor graso de la muestra 3



El diagrama circular de la Muestra 3 muestra que la categoría "moderadamente alta" es la más prominente en la percepción del olor graso, lo que indica que una parte significativa de los encuestados considera que esta característica es relevante.

Tabla 57

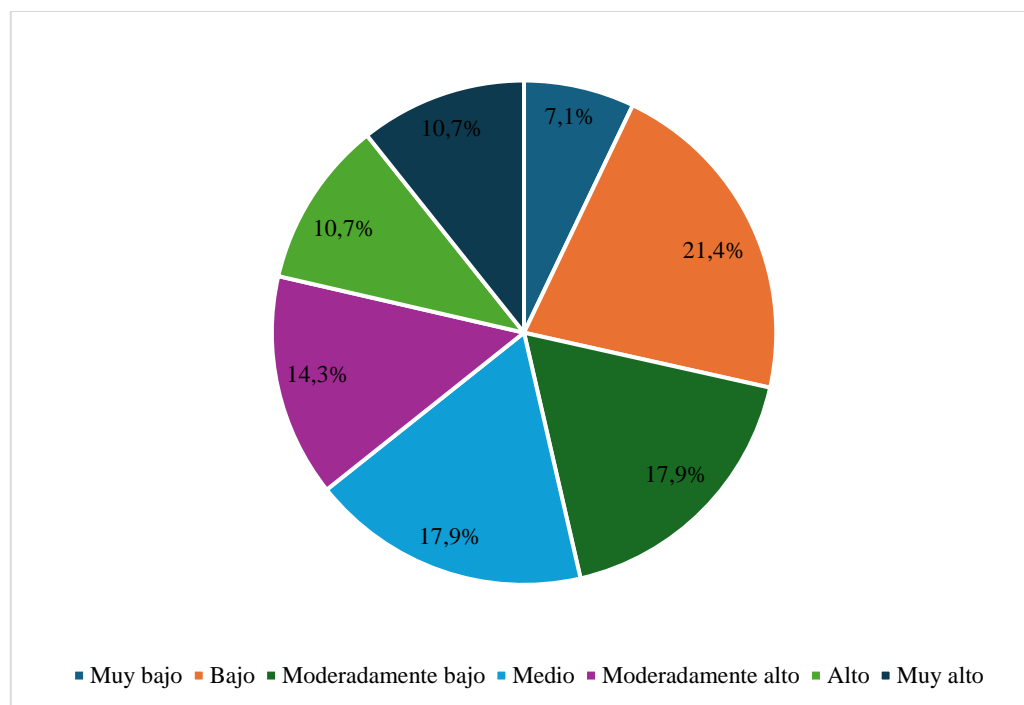
Intensidad de la textura líquida en la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	2	7,1
Bajo	6	21,4
Moderadamente bajo	5	17,9
Medio	5	17,9
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	3	10,7
Muy alto	3	10,7
Total	28	100,0

La intensidad de la textura líquida en la Muestra 3 fue calificada como “baja” por el 21,4 % de los encuestados, lo que indica que la textura líquida no es un atributo destacado en esta muestra.

Figura 45

Resultado de la Intensidad de la textura líquida en la muestra 3



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 3 calificó que la categoría "baja" es la más alta en la percepción de la textura líquida, lo que indica que la mayoría de los encuestados no identifican esta característica en la muestra.

Tabla 58

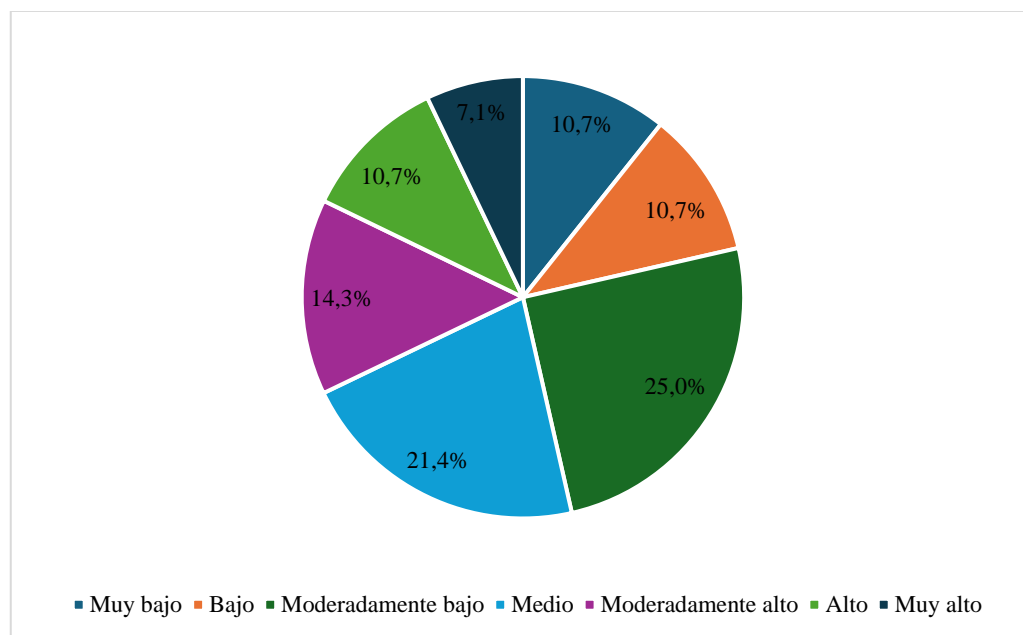
Intensidad de la textura cremosa en la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	3	10,7
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	7	25,0
Medio	6	21,4
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	3	10,7
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

En la Muestra 3, la intensidad de la textura cremosa fue calificada como “moderadamente baja” por el 25,0 % de los encuestados, lo que indica que la textura cremosa no es un rasgo significativo.

Figura 46

Resultado de la Intensidad de la textura cremosa en la muestra 3



El diagrama circular de la Muestra 3 calificó que la categoría "moderadamente baja" es la más prominente en la percepción de la textura cremosa, lo que indica que la mayoría de los encuestados no consideran que esta característica sea fuerte.

Tabla 59

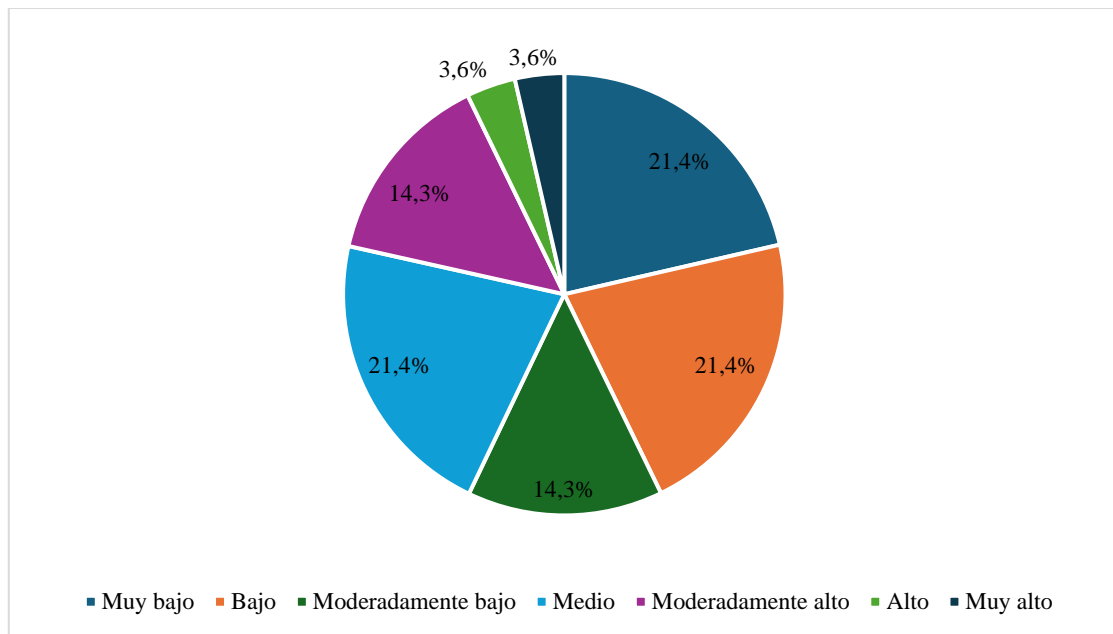
Intensidad de la textura arenosa en la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	6	21,4
Bajo	6	21,4
Moderadamente bajo	4	14,3
Medio	6	21,4
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	1	3,6
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La intensidad de la textura arenosa en la Muestra 3 fue calificada como “muy baja” por el 21,4 % de los encuestados, lo que indica que la mayoría no percibe una textura arenosa en esta muestra.

Figura 47

Resultado de la Intensidad de la textura arenosa en la muestra 3



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 3 calificó que la categoría "muy baja" es la más alta en la percepción de la textura arenosa, lo que indica que la mayoría de los encuestados no identifican esta característica en la muestra.

Tabla 60

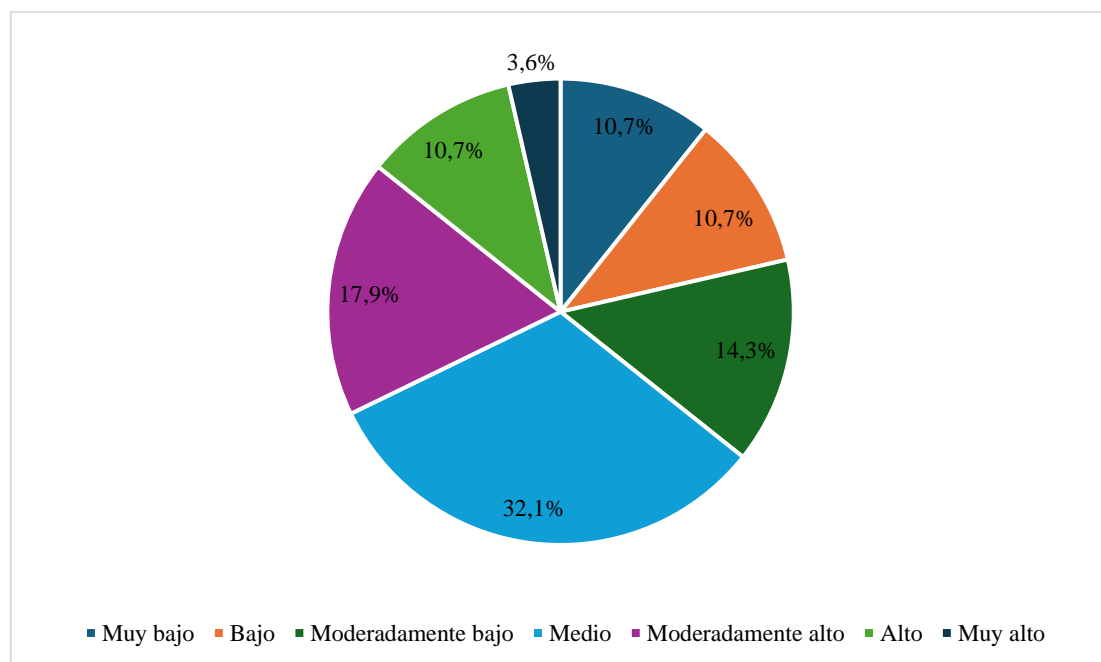
Intensidad de la textura grasosa en la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	3	10,7
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	4	14,3
Medio	9	32,1
Moderadamente alto	5	17,9
Alto	3	10,7
Muy alto	1	3,6
Total	28	100,0

La Muestra 3 mostró una intensidad de textura grasosa con un 32,1 % de los encuestados indicando una percepción “media”, lo que indica que la textura grasosa es notable.

Figura 48

Resultado de la Intensidad de la textura grasosa en la muestra 3



El diagrama circular de la Muestra 3 calificó que la categoría "media" es la más prominente en la percepción de la textura grasosa, lo que indica que muchos encuestados consideran que esta característica es relevante.

Tabla 61

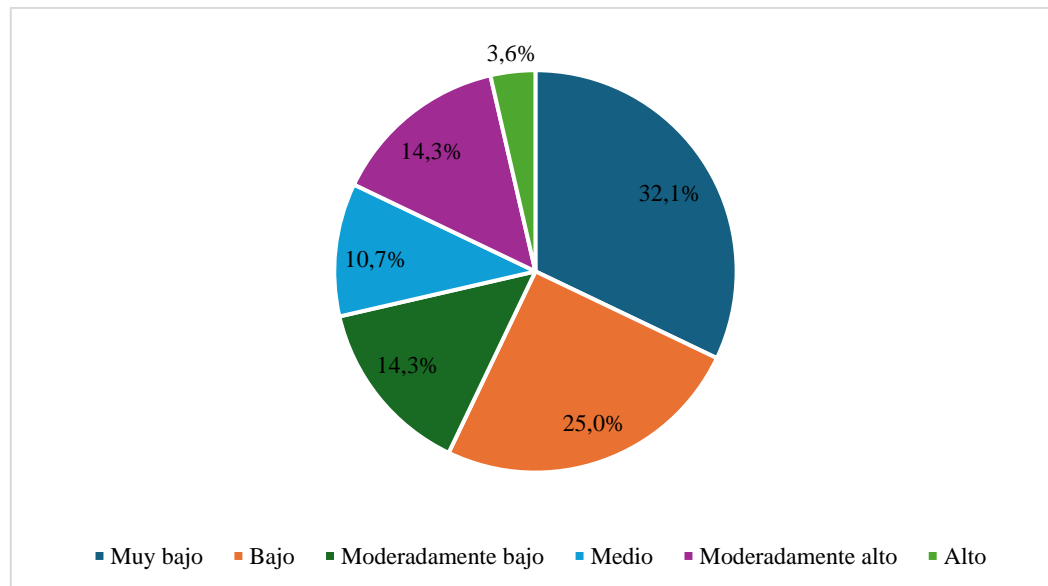
Intensidad del sabor dulce en la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	9	32,1
Bajo	7	25,0
Moderadamente bajo	4	14,3
Medio	3	10,7
Moderadamente alto	4	14,3
Alto	1	3,6
Total	28	100,0

En cuanto a la intensidad del sabor dulce en la Muestra 3, el 32,1 % de los encuestados la calificó como “muy baja”, lo que indica que el sabor dulce no es fuerte en esta muestra.

Figura 49

Resultado de la Intensidad del sabor dulce en la muestra 3



El diagrama circular correspondiente a la Muestra 3 muestra que la categoría "muy baja" es la más alta en la percepción del sabor dulce, lo que refuerza la idea de que este sabor no es un atributo destacado en la muestra.

Tabla 62

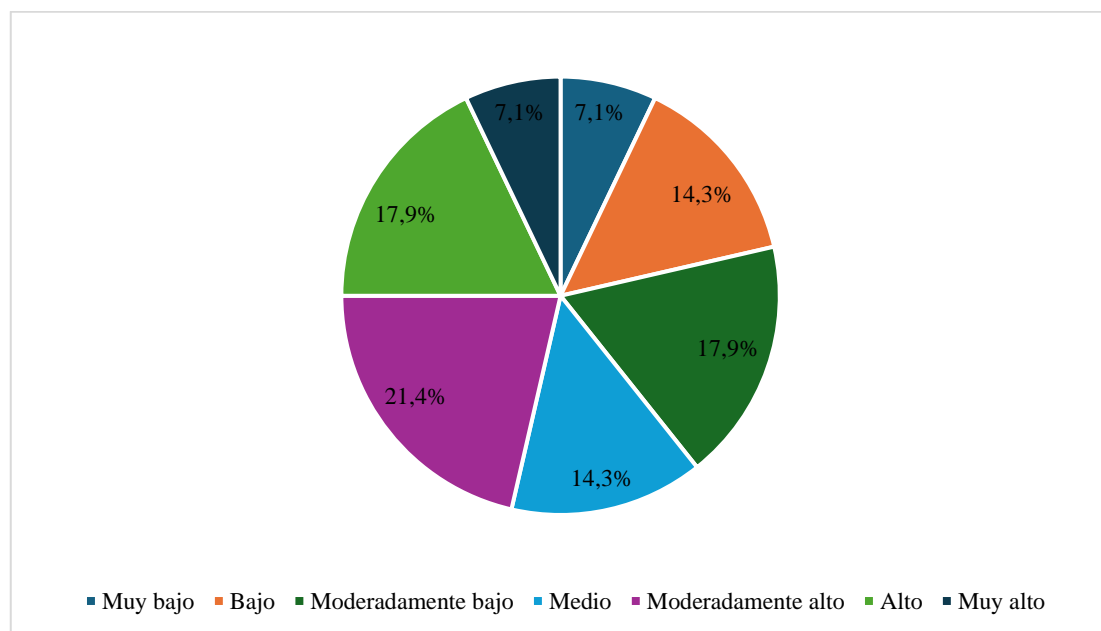
Intensidad del sabor ácido en la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	2	7,1
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	5	17,9
Medio	4	14,3
Moderadamente alto	6	21,4
Alto	5	17,9
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad del sabor ácido en la Muestra 3 fue calificada como “moderadamente alta” por el 21,4 % de los encuestados, lo que indica que el sabor ácido es perceptible.

Figura 50

Resultado de la Intensidad del sabor ácido en la muestra 3



El diagrama circular de la Muestra 3 calificó una sección destacada en la categoría "moderadamente alta", lo que indica que muchos encuestados consideran que el sabor ácido es un rasgo característico de esta muestra.

Tabla 63

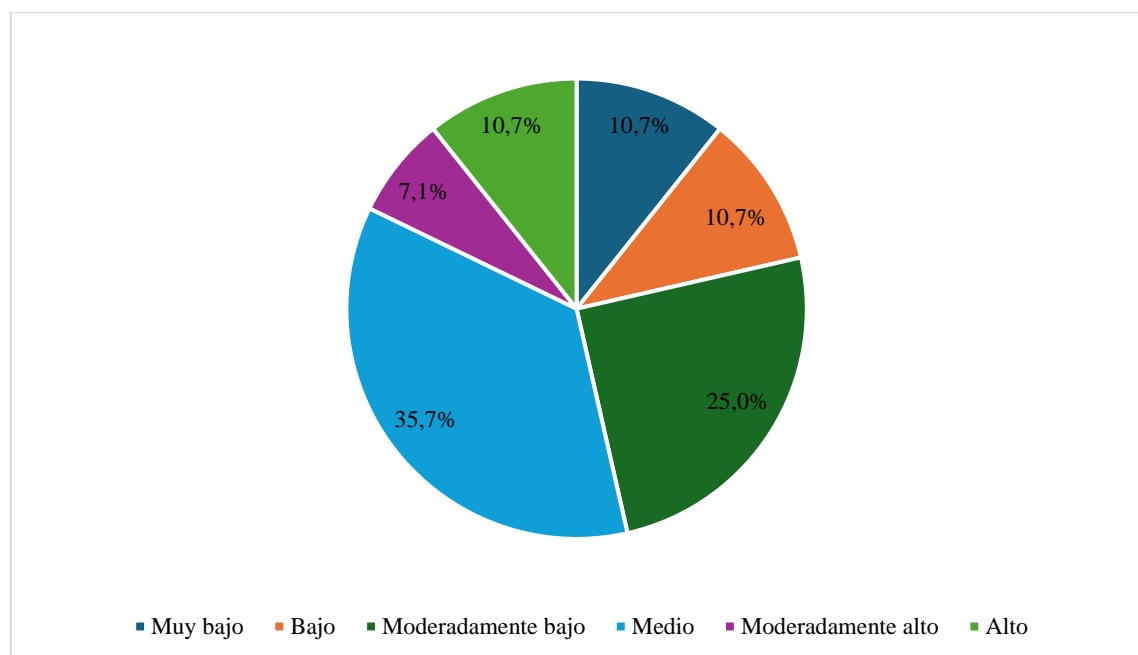
Intensidad del sabor rancio en la muestra 3

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	3	10,7
Bajo	3	10,7
Moderadamente bajo	7	25,0
Medio	10	35,7
Moderadamente alto	2	7,1
Alto	3	10,7
Total	28	100,0

La intensidad del sabor rancio en la Muestra 3 fue calificada como “media” por el 35,7 % de los encuestados, lo que sugiere que una proporción significativa de participantes percibe este sabor de manera moderada.

Figura 51

Resultado de la Intensidad del sabor rancio en la muestra 3

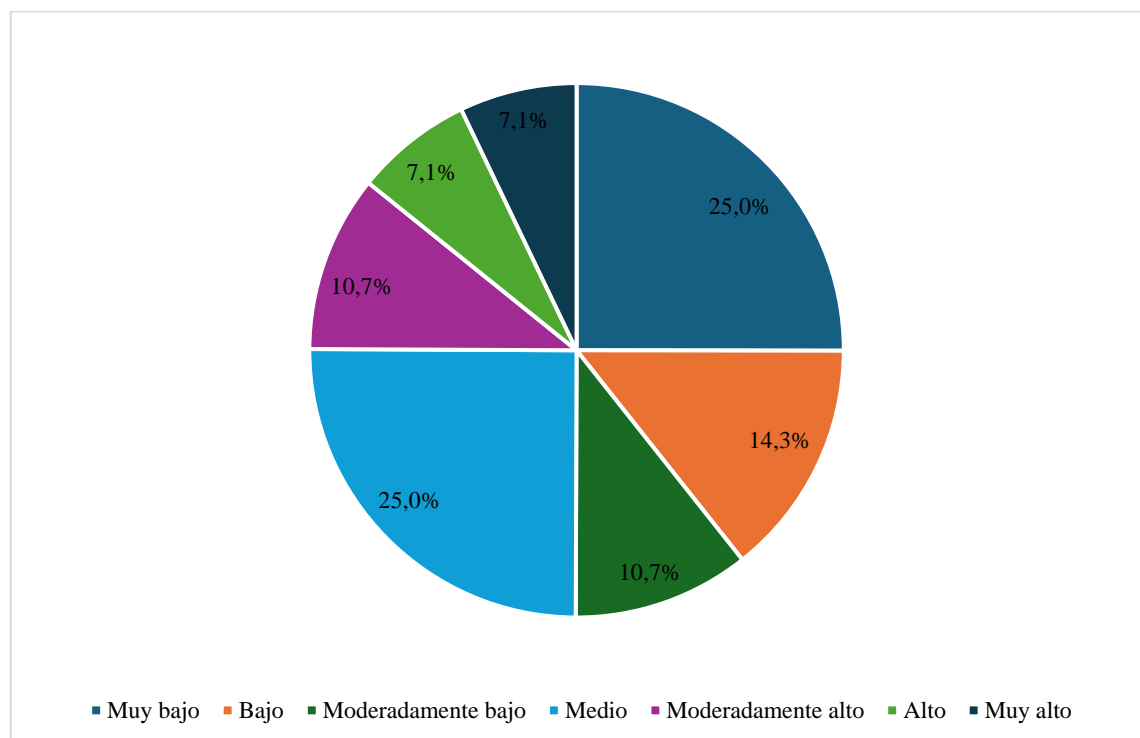


El diagrama circular correspondiente a la Muestra 3 muestra que la categoría "media" es la más prominente en la percepción del sabor rancio, lo que indica que este sabor es notado por una parte considerable de los encuestados.

Tabla 64*Intensidad del sabor amargo en la muestra 3*

	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	7	25,0
Bajo	4	14,3
Moderadamente bajo	3	10,7
Medio	7	25,0
Moderadamente alto	3	10,7
Alto	2	7,1
Muy alto	2	7,1
Total	28	100,0

La intensidad del sabor amargo en la Muestra 3 muestra que el 25,0 % de los encuestados calificó el sabor como "muy bajo", mientras que otro 25,0 % lo calificó como "medio". Las categorías de "bajo" y "moderadamente bajo" recibieron un 14,3 % y un 10,7 %, respectivamente. Las calificaciones de "alto" y "muy alto" fueron las menos frecuentes, con un 7,1 % cada una.

Figura 52*Resultado de la Intensidad del sabor amargo en la muestra 3*

El diagrama circular correspondiente a la intensidad del sabor amargo en la Muestra 3 donde calificó que la sección más grande corresponde a "muy bajo" y "medio", lo que refuerza la idea de que la mayoría de los encuestados perciben un sabor amargo débil o

moderado. Las secciones para "alto" y "muy alto" son pequeñas, indicando que el sabor amargo no es un rasgo prominente en esta muestra.

b. Resultados con el Prueba de efecto Intersujetos y Tukey

Se desarrollo de acuerdo a los atributos como olor, sabor y textura sobre las 3 formulaciones F1, F2 y F3; con 28 panelistas o consumidores, de los cuales se presenta a continuación:

- **Olor**

En la Tabla 65, se muestra los resultados para el “atributo olor”, evaluados por los panelistas.

Tabla 65

Análisis de varianza para el atributo olor

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	190.798 ^a	29	6.579	6.734	<.001
Intersección	1151.440	1	1151.440	1178.460	<.001
Formulación	1.238	2	.619	.634	.535
Panelista	189.560	27	7.021	7.185	<.001
Error	52.762	54	.977		
Total	1395.000	84			
Total, corregido	243.560	83			

a. R al cuadrado = .783 (R al cuadrado ajustada = .667)

Según los valores proporcionados en la Tabla 65, para el atributo olor, se observa que no hay una diferencia significativa ($p > 0,05$) entre formulación con una media de .977; esto se atribuye a que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, como resultado a la evaluación del atributo olor y calificación por los panelistas en el análisis sensorial del yogurt griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno.

La incorporación de colágeno no alteró el olor dominante de la leche durante la elaboración. Esto se asemeja a lo expuesto por Olivera (2024), quien menciona que la adición de hasta 0,5 % de harina de maíz morado no alteró de manera significativa la aceptación general del yogurt griego, por lo que se recomendó realizar estudios

complementarios sobre su durabilidad y contenido de antocianinas para facilitar su ingreso al mercado.

Tabla 66

Prueba Tukey para el atributo olor

HSD Tukey^{a,b}		
Formulación	N	Subconjunto 1
Formula2	28	3.54
Formula1	28	3.75
Formula3	28	3.82
Sig.		.530

Se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El termino de error es la media cuadrática (error)=.977.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=28.000

b. Alfa=0.05

En la Tabla 66, la media de las formulaciones 1, 2 y 3 son 3,75; 3,54 y 3,82 respectivamente, con una diferencia no significativa con un $p > 0,05$ con una media de .977 esto se interpreta que el olor del yogurt no encuentra una diferencia estadísticamente importante en el olor entre las otras muestras de yogurt que se compararon. En otras palabras, la diferencia observada entre las formulaciones son tan pequeñas o variables que podrían deberse al azar.

- **Sabor**

En la Tabla 67, se muestra los resultados para el “atributo sabor”, evaluados por los panelistas.

Tabla 67*Análisis de varianza para el atributo sabor*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	201.274 ^a	29	6.940	8.250	<.001
Intersección	1500.298	1	1500.298	1783.373	<.001
Formulación	1.238	2	.619	.736	.484
Panelista	200.036	27	7.409	8.807	<.001
Error	45.429	54	.841		
Total	1747.000	84			
Total, corregido	246.702	83			

a. R al cuadrado = .816 (R al cuadrado ajustada = .717)

Según los valores proporcionados en la Tabla 67, para el atributo sabor, se observa que no hay una diferencia significativa ($p > 0,05$) entre formulación con una media de .841; esto se atribuye a que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, como resultado a la evaluación del atributo sabor y calificación por los panelistas en el análisis sensorial del yogurt griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno.

Tabla 68*Prueba Tukey para el atributo sabor*

HSD Tukey^{a,b}		
Formulación	N	Subconjunto 1
Formula3	28	4.11
Formula2	28	4.18
Formula1	28	4.39
Sig.		.479

Se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El termino de error es la media cuadrática (error)=.841.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=28.000

b. Alfa=0.05

En la Tabla 68, la media de las formulaciones 1, 2 y 3 son 4,39; 4,18 y 4,11 respectivamente, con una diferencia no significativa con un $p > 0,05$ con una media de .841 esto se interpreta que en el sabor del yogurt tipo griego no hay evidencia estadística

suficiente para concluir que los diferentes yogures tienen sabores distintos. En otras palabras, los consumidores o panelistas no percibieron una diferencia significativa entre las formulaciones debido a que son tan pequeñas o variables que podrían deberse al azar.

- **Textura**

En La Tabla 69, se muestran los resultados del análisis de varianza que se realizó para identificar si hay diferencias significativas en la textura del yogur tipo griego incorporado con colágeno extraído a partir de la pata de vacuno entre las distintas formulaciones.

Tabla 69

Análisis de varianza para el atributo textura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	158.500 ^a	29	5.466	4.095	<.001
Intersección	1647.429	1	1647.429	1234.347	<.001
Formulación	19.929	2	9.964	7.466	.001
Panelista	138.571	27	5.132	3.845	<.001
Error	72.071	54	1.335		
Total	1878.000	84			
Total, corregido	230.571	83			

a. R al cuadrado = .687 (R al cuadrado ajustada = .520)

Según la Tabla 69, el análisis de varianza $p < 0.05$ para la textura del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno a partir de la pata de vacuno revela que si hay diferencias significativas entre promedio de las formulaciones con una media de 1.335. Esto sugiere que al menos uno de las formulaciones presenta una textura distinta en comparación con los otros.

Tabla 70

Prueba Tukey para el atributo textura

HSD Tukey ^{a,b}			
Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
Formula3	28	3.79	
Formula2	28		4.54
Formula1	28		4.96
Sig.		1.000	.354

Se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El termino de error es la media cuadrática (error)=1.335.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=28.000

b. Alfa=0.05

En la Tabla 70, la media de la formulación 1 con promedio de 4,96, que es superior estadísticamente a las demás formulaciones F2 y F3, con un promedio de 4,54 y 3,79 respectivamente., con una diferencia significativa con un $p < 0,05$ esto se interpreta que en la textura del yogurt tipo griego hay evidencia estadística suficiente para concluir que los diferentes yogures no tienen textura similar. En otras palabras, los consumidores o panelistas percibieron una diferencia real en su textura, que puede ser consecuencia del porcentaje de incorporación de colágeno, que modifica la viscosidad y cremosidad del producto final. entre las formulaciones debido a que son tan pequeñas o variables que podrían deberse al azar.

Comprobación de hipótesis

Hipótesis general

La hipótesis general que establece que una formulación adecuada del yogurt griego con colágeno de pata de vacuno cumple con las propiedades fisicoquímicas y sensoriales aceptadas por los consumidores es apoyada por los resultados. Los procedimientos detallados sobre la incorporación del colágeno en la elaboración del yogurt tipo griego presenta que si hay diferencia significativa ($p < 0,05$) con una media de 1,335 entre las formulaciones de acuerdo a la mejora de la textura, dando así como resultado que la F1 presenta un promedio mayor de 4,96. En los análisis fisicoquímicos presenta que hay diferencia significativa ($p < 0,05$) con una diferencia de media en proteína 0,46 en F1, materia grasa de 0,12 en F2 y viscosidad de 13,827 en F1, y los análisis sensoriales existe diferencia significativa ($p < 0.05$) con una media alta (1.335) sobre la formulación 1 (F1), donde se tuvo como característica el atributo textura cremosa corroborando así que es aceptada por los consumidores.

Hipótesis específicas

Con respecto a la hipótesis específica 1, se desarrolló la elaboración de yogurt tipo griego con incorporación de colágeno a partir de la pata de vacuno a diferentes proporciones (10 %, 20 % y 40 %). De acuerdo con el diagrama de flujo, el proceso incluyó la pasteurización de la leche a 85 °C, su enfriamiento a 45 °C para la inoculación del cultivo iniciador *CHR Hansen*, y posteriormente la adición del colágeno en las concentraciones

señaladas. Según la prueba de efectos intersujetos y Tukey, de acuerdo a la textura en la incorporación de colágeno a diferentes proporciones se mostró que hay diferencia significativa entre las 3 formulaciones ($p < 0,05$) con una media de 1,335 de lo cual la formulación 1 (F1) presenta un promedio de 4,96 frente a la textura, que es mayor a las otras formulaciones (F2) y (F3) con promedios de 4,54 y 3,79 respectivamente. Los resultados obtenidos evidencian que, en la incorporación de las diferentes proporciones de colágeno, en la formulación 1 presentó mayor concentración de textura frente a las demás formulaciones., por lo tanto, la F1 mejora la textura del yogurt, corroborando así la hipótesis planteada.

En relación con la hipótesis específica 2, que plantea la evaluación de las características fisicoquímicas del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno, los resultados obtenidos en la tabla 17 evidencian que los parámetros analizados como proteínas, materia grasa, cenizas, pH, densidad, acidez y viscosidad se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP) 202.014:2014 para este tipo de producto lácteo. Esto respalda la prueba de ANOVA y comparación múltiples en Tukey, los resultados de este análisis estadístico demuestra que al hacer 5 repeticiones de cada análisis se obtuvo en proteína que si existe diferencia significativa ($p < 0,05$) teniendo una diferencia de media alta positiva a la F1 con 0,46 y un promedio de 3,45 entre las formulaciones, rango que se encuentra establecido por la NTP 202.014.2004 y en contenido de materia grasa si existe diferencia significativa ($p < 0,05$) teniendo una diferencia de media baja positiva a la F2 con 0,12 y un promedio DE 0,49 entre las formulaciones, finalmente en la viscosidad si existe diferencia significativa ($p < 0,05$) teniendo una diferencia de media alta positiva a la F1 con 13,827 y un promedio de 19,5 entre las formulaciones, rango que se encuentra establecido por la NTP 202.014.2004, con estos resultados determinamos que la calidad fisicoquímica del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno mantenga su inocuidad y cumplimiento normativo, a la vez que incorpora un valor agregado funcional.

En la hipótesis específica 3, sobre el método análisis sensorial se podrá determinar la aceptabilidad del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno a partir de pata de vacuno en el mercado. Se confirma el planteamiento, ya que la baja proporción de respuestas negativas de los encuestados del 3,6 %, refuerza la percepción favorable y la

alta aceptabilidad de la muestra en la mayoría de casos. Según la prueba de efectos intersujetos el análisis de atributos tales como olor y sabor presenta que no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) con una media de .977 y .841 respectivamente, dando a conocer que no perciben una diferencia significativa entre las formulaciones debido a que son tan pequeñas o variables que podrían deberse al azar, mientras en el atributo textura si hay diferencia significativa ($p < 0.05$) con una media alta (1,335) sobre la formulación 1 (F1), dando a conocer que los panelista si percibieron una diferencia significativa en la textura, debido al porcentaje de incorporación que modifica la viscosidad y cremosidad del producto final.

4.2. Discusión de Resultados

El objetivo general de este estudio fue desarrollar un yogur tipo griego enriquecido con colágeno extraído de la pata de vacuno, evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales. Los resultados obtenidos en este trabajo se alinean con investigaciones previas que han explorado la incorporación de ingredientes funcionales en productos lácteos. González et al. (2024) diseñaron un yogurt griego con propiedades digestivas mediante la adición de pitahaya y avena, logrando un producto con un perfil nutricional mejorado. Su estudio se destacó por la importancia de la formulación adecuada para maximizar los beneficios de los ingredientes funcionales, lo cual también se observó una similitud en la tesis, al incorporar colágeno en diferentes concentraciones (10 %, 20 % y 40 %). Gutiérrez et al. (2022) afirmaron que la adición de cáscara de plátano en yogurt griego mejoró su valor nutricional y aceptación sensorial, sugiriendo que la inclusión de ingredientes funcionales puede ser una estrategia efectiva para aumentar la calidad de los productos lácteos. En términos de características fisicoquímicas de la tesis, si existen diferencias significativas entre las formulaciones, por lo que la formulación 1 (F1) mostró un contenido proteico promedio de 3,45 % en el yogurt. Este valor es similar a los 3,22 g/100g reportados por Coronado et al. (2020) en un yogurt descremado con colágeno. Sin embargo, se observa una diferencia importante con el contenido proteico de 5,6 % reportado por Toro (2021), lo que indica que los resultados de la tesis en este aspecto no tienen similitud con los de Toro. pudiendo ser causa por la diferencia de ingredientes utilizados (harina de quinua vs. colágeno) y a la metodología. Además, los análisis de viscosidad revelaron que el yogurt (F1) presentó

19,5 cP, lo que se asemeja con los hallazgos de Olivera (2024) donde se afirmó que la adición de harinas de maíz morado afectó positivamente la textura del yogurt.

El primer objetivo específico se enfocó en la elaboración de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno a diferentes proporciones mejora la textura. Los resultados mostraron que la adición de colágeno en diferentes concentraciones afecta positivamente la textura y la estabilidad del yogurt. Este resultado es similar con los datos del estudio de Coronado et al. (2020), quienes encontraron que la incorporación de colágeno en productos lácteos mejora la textura y la aceptabilidad sensorial. En la tesis, el yogurt con un 10 % de colágeno (formulación 1) siendo estadísticamente significativa ($p < 0,05$) y una media de 1,335 y promedio de 4,96, lo que se interpreta como un yogurt con una textura más densa y una mejor estabilidad. Gutiérrez et al. (2022) afirmaron que la adición de ingredientes funcionales, como la cáscara de plátano, mejora la aceptación sensorial del yogurt, esto pudiendo ser causado por la textura, que es un factor clave en la preferencia del consumidor. Además, los análisis de pH y acidez mostraron que el yogurt alcanzó un pH de 4,40, y acidez de 0,97 °D resultados muy similares a los datos de Toro (2021), quien, en su estudio sobre yogurt fortificado, también obtuvo un 4,38. Esto indica que la fermentación se llevó a cabo de manera adecuada, lo que es esencial para la producción de yogurt de calidad.

El segundo objetivo específico se centró en la evaluación de las características fisicoquímicas del yogurt tipo griego con colágeno incorporado. Los resultados según ANOVA y comparaciones múltiples determinaron que si existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las formulaciones, puesto que en la proteína sobre la F1 tuvo una diferencia de medias alta y positiva de 0,46 y un promedio de 3,45, en el contenido de materia grasa sobre la F2 tuvo una diferencia de medias menor y positiva de 0,12 y un promedio de 0,49, en el análisis de viscosidad sobre la F1 tuvo una diferencia de media alta y positiva de 13,827 y un promedio de 19,5; con estos resultados se determinó que los análisis fisicoquímicos de la F1 se encuentran dentro del rango establecido por la NTP 202.014.2004. Además, el yogurt tipo griego incorporado con colágeno extraído a partir de la pata de vacuno (F1) presentó un contenido proteico promedio de 3,45 %, lo que es muy similares a los resultados de Coronado et al. (2020), quien afirmó obtener 3,22 g/100g de proteína. Por otro lado, la viscosidad del yogurt se vio afectada por la concentración de colágeno, con un valor

de 19,50 cP para la Muestra 1, lo que indica que la adición de colágeno mejora la textura del producto, tal como se afirma en el estudio de Olivera (2024). La acidez del yogurt, que se midió es 0,97 %, es cercano a los 0,76 % reportados por Toro (2021), y 0,66 % de Coronado et al. (2020) y al 0,62 % de Ventura (2019). El pH de 4,40 de esta tesis es similar al 4,38 de Toro (2021) y cercano al 4,32 de Ventura (2019), y además se encuentra dentro del rango (4,12 - 4,43) reportado por Olivera (2024). La materia grasa del yogurt dio como resultado 0,76 % es cercano a 0,7 % de Coronado et al. (2020) y 0,41 % de Ventura (2019). La densidad que se midió es 11,032 g/ml es cercano a 1,035 g/ml de Toro (2021).

El tercer objetivo específico de esta tesis es sobre la aceptabilidad del yogurt tipo griego con colágeno extraído a partir de la pata de vacuno muestran que la formulación 2 (F2) es igual a la testigo (yogurt tipo griego sin adición alguna) con un 42,9 % de los encuestados, entendiéndose como una buena aceptación similar a la reportada por González et al. (2024), quienes desarrollaron un yogurt griego con pitahaya y avena, destacando su potencial para mejorar la digestión y el sabor. Asimismo, Gutiérrez et al. (2022) afirmaron que la adición de cáscara de plátano mejora la aceptación sensorial del yogurt, lo que se refleja en la calificación de la escala hedónica de la formulación 1 (F1) de la tesis, donde el 46,4 % de los participantes expresó que les gusta un poco. Por otro lado, el estudio de Coronado et al. (2020) sobre yogurt con colágeno y estevia resalta la importancia de la calidad sensorial en productos funcionales, lo que se alinea con el hallazgo de la tesis, que la formulación 1 (F1) atribuye que textura cremosa fue calificada como "muy alto", donde se afirmó en la prueba de efectos intersujos que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) con una media alta de 4,96. En otras palabras el atributo de textura un factor clave de la experiencia sensorial del consumidores haciéndola ideal para el consumo del yogurt tipo griego; mientras el olor y sabor fue calificado que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$), debido a que son tan pequeñas o variables que podrían deberse al azar.

CONCLUSIONES

La formulación del 10 % (F1) de incorporación de colágeno al yogurt tipo griego alcanzó un contenido proteico promedio de 3,45 %, lo que representa un incremento favorable en comparación con yogures convencionales que suelen tener entre 2,5 % y 3 % de proteína.

La incorporación de colágeno en concentración de 10 % mejoró la textura del yogurt, de acuerdo a la ficha de evaluación realizada a los panelistas como también en la prueba de efectos intersufijos, también dio una viscosidad promedio de 19,5 cP, lo que indica una relación inversa entre la concentración de colágeno y la mejora en la textura del producto.

El yogurt tipo griego con colágeno (F1) presentó una acidez de 0,97 °D, pH de 4,40, proteína de 3,45 %, materia grasa de 0,76 %, cenizas de 0,11 %, densidad de 1,032 g/ml, viscosidad de 19,5 cP. valores que se encuentran dentro de los límites aceptables para productos lácteos fermentados, lo que respalda la calidad y la estabilidad del yogurt elaborado.

La incorporación de colágeno extraído de pata de vacuno en el yogurt tipo griego ha mostrado que el 42,9 % de los encuestados identificando la Muestra 2 como igual a la testigo (yogurt sin adición alguna). Además, según la escala hedónica de 7 puntos el 46,4 % de los participantes calificó la Muestra 1 como "me gusta un poco", mientras según la intensidad de atributos y la prueba de efectos intersufijos calificaron a la muestra 1 como: textura cremosa "muy alto" y que existe diferencia significativa, mientras el olor y sabor fue calificado que no existe diferencia significativa.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios de mercado para evaluar la aceptación del yogurt tipo griego enriquecido con colágeno entre los consumidores, considerando su perfil nutricional mejorado, con el fin de posicionar el producto en el mercado de alimentos funcionales.

Optimizar el proceso de extracción de colágeno mediante la variación de parámetros como la temperatura y el tiempo de cocción, así como la utilización de métodos de extracción enzimática, para maximizar el rendimiento y la calidad del colágeno obtenido.

Realizar pruebas sensoriales más amplias para determinar con exactitud la aceptación con diferentes concentraciones de colágeno, así como la evaluación de otros ingredientes funcionales como subproductos que contienen alto porcentaje en proteína, para identificar la formulación adecuada que no solo mejore la textura, sino que también maximice la aceptación del consumidor.

Implementar un control de calidad riguroso durante el proceso de elaboración del yogurt, incluyendo análisis microbiológicos y fisicoquímicos regulares, para asegurar que el producto final cumpla con las normativas vigentes y mantenga su calidad a lo largo de su vida útil.

Continuar con estudios de desarrollo y optimización del yogurt tipo griego con colágeno, enfocándose en la mejora de atributos sensoriales y la evaluación de su valor nutricional, para maximizar su aceptación en el mercado y atraer a un público más amplio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrovet, M. (2024, marzo 18). Producción de ganado vacuno en el mundo ¿Qué países tienen la mayor cantidad de vacas? *Agrovet Market - Productos Veterinarios*.
<https://blog.agrovetmarket.com/paises-ganado-vacuno-mundo/>
- Bolaños, G. I. (2018). *Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (Eugenia stipitata McVaugh)* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10201/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-36.pdf>
- Camani Ch., C. (2017). *Diseño completamente al azar* [Tesis de Pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui].
https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/305/Cesar_TrabajoDeSuficienciaProfesional_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chamorro, A. P., & Sanchez, G. S. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una Planta Productora de Yogurt Griego con Hojuelas de 7 semillas y miel de abeja* [Tesis de Pregrado, Universidad de Lima].
https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/18591/T018_74885901_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (2003, abril 10). *Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos. NORMA TÉCNICA PERUANA*.
https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/agroin_nor00009.pdf
- Coronado, L., De la Cruz, V., & Merino, F. (2020). *Elaboración de yogurt natural parcialmente descremado con adición de colágeno y endulzado con estevia*

(*stevia rebaudiana*) [Tesis de pregrado]. Instituto de Educación Superior Tecnológico Público de las fuerzas armadas.

Departamentos ganaderos del Perú. (2021). *Del Perú*. <https://del-peru.org/departamentos-ganaderos-del-peru/>

Devlin, T. (2017, junio 14). *Bioquímica Devlin 4ª Edición* | *booksmedicos*. <https://booksmedicos.org/bioquimica-devlin-4a-edicion/>

Dilaco. (2020). *CHR HANSEN YF L812*. https://www.dilaco.com/dinamicos/productos/presentacion/PR_02-902352.pdf

Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios & Subdirección General de Producciones Ganaderas y Cinegéticas. (2023). *Consumo de leche y productos lácteos*. https://www.mapa.gob.es/fr/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/consumolecheyproductoslacteos2022_tcm36-664770.pdf

Donato, L. (2017, agosto 16). *Nutri Leche 1994* | PDF | Leche | Proteínas. Scribd. <https://es.scribd.com/document/356466336/Nutri-Leche-1994>

Escalante, J. L. (2018, noviembre 6). *Leche: Composición, propiedades, beneficios y valor nutricional*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181106/4190/leche-propiedades-beneficios-valor-nutricional-alimentos.html>

Farías, I. (2024, abril 8). *Yogur griego: Beneficios de esta opción saludable, cómo tomarlo y contraindicaciones*. www.mundodeportivo.com/uncomo. <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/salud/articulo/yogur-griego-beneficios-de-esta-opcion-saludable-como-tomarlo-y-contraindicaciones-54365.html>

- Fussen. (2019). *Equipos para la Industria Láctea*.
- García, M., & Guzmán, Y. (2023). *Aceptabilidad de preparaciones culinarias con colágeno natural hidrolizado* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- González, Lady, Quezada, E., & Zhunio, J. (2024). *Diseño, formulación y elaboración de un yogur griego con propiedades digestivas a base de pitahaya y avena* [Tesis de pregrado]. Universidad del Azuay.
- Gutiérrez, Y., Gutiérrez, J. E., Venegas, J. M., Victoria, M., & Mares, E. (2022). *Elaboración de un yogurt griego alto en fibra y proteína a partir de la incorporación de harina de cascara de plátano (musa paradisiaca)* (Vol. 7). <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/10/46.pdf>
- HANNA Instrumentos. (2021). Método de Análisis de Acidez En Leche. *Hanna Instruments*.
- Hernández, A. (2003). *Microbiología Industrial*. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia. <https://editorial.uned.ac.cr/book/U03142>
- Hernández, C. A. (2022, mayo 23). *CODEX ALIMENTARIO - LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS 1ERA EDICION*. SlideShare. <https://es.slideshare.net/slideshow/codex-alimentario-leche-y-productos-lacteos-1era-edicpdf/251835030>
- Hernandez Samiperi, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6.^a ed.). MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.
- INDECOPI. (2021). *Informe de Lanzamiento del Estudio de Mercado sobre el Sector Lácteo en el Perú* (p. 28). Dirección Nacional de Investigación y Promoción de la

Libre

Competencia.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2382406/Informe%20de%20lanzamiento%20del%20estudio%20de%20mercado%20sobre%20el%20sector%20l%C3%A1cteo%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf>

Infocarne. (2006). *Composición de leche y su valor nutritivo*.

Lau, N. (2018). *Caracterización sensorial del yogurt griego disponible en el mercado costarricense* [Universidad de Costa Rica].
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4861/1/42272.pdf>

Lovato, C. (2018, junio 26). *Yogurt Griego Informe | PDF | Yogur | Alimentos*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/370024563/Yogurt-Griego-informe>

Lumitos. (2024). *Colágeno*. QUIMICA.ES.
<https://www.quimica.es/enciclopedia/Col%C3%A1geno.html>

Mamani, M. D. (2018). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA OBTENCION DE COLAGENO HIDROLIZADO DE BOVINO A TRAVES DE PROCESOS ENZIMATICOS* [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/19062/PG-339.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MIDAGRI. (2024). *Gobierno destaca el trabajo de más de 400 mil productores en el Día Nacional de la Carne de Res*.
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1063533-gobierno-destaca-el-trabajo-de-mas-de-400-mil-productores-en-el-dia-nacional-de-la-carne-de-res>

MINAGRI. (2017). *Decreto Supremo N° 007-2017—MINAGRI*.

- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *Observatorio de COMMODITIES, Leche y derivados*.
https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1405/1/Observatorio%20de%20Commodities%20Leche%20y%20Derivados_%20jul-set%202022.pdf
- Minitab. (2025). *¿Qué es el método de Tukey para comparaciones múltiples?* [Mtbconcept]. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-tukey-s-method/>
- NTP-202.092. (2004). Leche y productos lácteos. *Ypgurt Requisitos*.
- Núñez, A. C. (2014). *Obtención de una película de bioplástico a partir del colágeno de las patas de pollo* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador].
<https://core.ac.uk/download/pdf/71903139.pdf>
- Olivera, A. (2024). *Efecto en las características sensoriales del yogurt griego, elaborado con tres tipos de harina de Maíz Morado (Zea mays L.) con diferentes proporciones* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de Chota.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *La leche aporta micronutrientes esenciales y contribuye a una dieta saludable*. 1.
- OriginLab. (s. f.). *Interpretación de los resultados del ANOVA de medidas repetidas*. Recuperado 28 de agosto de 2025, de <https://www.originlab.com/doc/Origin-Help/RMANOVA-ResultInterpret>
- Ortega, C. (2019, septiembre 7). Anova: Qué es y cómo hacer un análisis de la varianza. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/anova/>

Positively Probiotic. (2024). *Positively Probiotic*.

Ramírez, J. L. (2013). *Extracción del colágeno a partir de la pata de vaca para la elaboración de confites, en la UTE Santo Domingo*. Studocu.
<https://1library.co/document/y6jx194q-extraccion-colageno-partir-pata-elaboracion-confites-santo-domingo.html>

Ramos, I. (2015). *Elaboración, producción y comercialización de derivados lácteos*. Macro EIRL. <https://editorialmacro.com/wp-content/uploads/2021/02/9786123043179.pdf>

Rosemberg, M. (2017). *La ganadería bovina en el Perú*. AgroNoticias.
https://www.inei.gob.pe/media/inei_en_los_medios/AgroNoticias-43-44-45-46-47.pdf

Toro, A. I. (2021). *Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (Variedad INIA Salcedo)*.
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-trujillo/ingenieria-industrial/determinacion-de-las-caracteristicas-fisicoquimicas-de-yogurt-griego/16187168>

Vega, J. A. (2014, enero 14). *Fermentación de leches y cremas*. SlideShare.
<https://es.slideshare.net/slideshow/fermentacion-de-leches-y-cremas/30026794>

Ventura, L. (2019). *Determinación de las características fisicoquímicas del suero obtenido de la fabricación de yogurt griego* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo].
<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fc3618cd-af7e-49ae-8890-a0484dcf1221/content>

ANEXOS

Anexo 1: Norma Técnica Peruana 202.001.2003. Leche cruda

Artículo 8.- Especificaciones técnicas

Físicoquímicas

Característica	Unidad	Especificaciones	
		Mínimo	Máximo
Densidad a 15 ° C *	g/ml	1,0296	1,0340
Materia grasa láctea *	g/100g	3,2	-
Acidez titulable, como ácido láctico *	g/100g	0,13	0,17
Ceniza*	g/100g		0,7
Extracto seco ^a *	g/100g	11,4	-
Extracto seco magro ^{b, c} *	g/100g	8,2	-
Caseína en la proteína láctea *	g/100g	Proporción natural entre la caseína y la proteína*	

Notas:

^(a) Se denomina también sólidos totales.

^(b) Se denomina también sólidos no grasos.

^(c) Diferencia entre el contenido de sólidos totales y materia grasa láctea.

* NTP202.001: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos

**Proporción natural entendida como la relación de caseína y la proteína del suero en la leche.

Artículo 9.- Especificaciones sanitarias

La leche cruda destinada a la comercialización debe provenir de animales libres de enfermedades (sanidad animal) y cumplir con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad que establece el Ministerio de Salud, según lo siguiente:

9.1 Microbiológicos

Agente Microbiano	Unidad	Categoría	Clase	N	c	Límite por ml	
						m	M
Aerobios mesófilos	UFC/ml	3	3	5	1	5 x 10 ⁵	10 ⁶
Coliformes	UFC/ml	4	3	5	3	10 ²	10 ³

Notas:

Categoría: Grado de riesgo que representa los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

Clase: Es la clasificación que se da a los planes de muestreo por atributos, que pueden ser de dos o tres.

Fuente: Tomado de Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (2003),

Anexo 2: Especificaciones técnicas del cultivo láctico YF-L812



improving food & health

YF-L812

Especificación de producto

Forma:	Freeze-dried DVS
No. Material:	713513
Composición del cultivo:	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus Streptococcus thermophilus

Rendimiento	Especificación
pH-4h, 43 °C, 500U/2500L Inoculación	4.7 - 5.0
tpH 4.50, 43 °C, 500U/2500L Inoculación, mín	<=500
tpH 4.75, 43 °C, 500U/2500L Inoculación, mín	220 - 310

Los contaminantes son analizados y controlados en una combinación adecuada de muestras del ambiente, del proceso o de los productos. El sistema de análisis está basado en los principios APPCC como indica la norma ISO 27205 / IDF 149:2010 para garantizar que los productos cumplen con las especificaciones siguientes

Pureza	Especificación
Estafilococos coagulasa-positivos cfu/g	<10
Bacterias no ácido lácticas cfu/g	<500
Enterobacteriáceas cfu/g	<10
Levaduras y mohos cfu/g	<10
Listeria monocytogenes	Absent in 25 g
Salmonella spp.	Absent in 25 g

Almacenamiento y caducidad: Ver etiquetas y envase del producto

Fuente: tomado de (Dilaco, 2020)

Anexo 3: Norma Técnica Peruana 202.014.2004. Yogurt

Artículo 20.- Especificaciones técnicas

20.1 Físicoquímicas

Característica	Unidad	Yogur entero*	Yogur parcialmente descremado**	Yogur descremado**
Materia grasa láctea	g/100g	Mínimo 3,0	0,6 - 2,9	Máximo 0,5
Sólidos no grasos lácteos	g/100g	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2
Acidez valorable expresada como % de ácido láctico	g/100g	Mínimo 0,6	Mínimo 0,6 Máximo 1,5	Mínimo 0,6 Máximo 1,5
Proteína láctea (N x 6.38)	g/100g	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7

*Para elaborado a base de leche entera: *Codex Alimentarius*.

**Para elaborado a base de leche parcialmente descremada y descremada: Norma Técnica Peruana.

20.2 Microbiológicas de identidad

Agente microbiano	Unidad	Recuento
Bacterias lácticas totales	UFC/g	Min. 10^7
Microorganismos etiquetados (*)	UFC/g	Min. 10^6

(*) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico que ha sido agregado a parte de *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*.

Artículo 21.- Especificaciones sanitarias

El yogurt debe cumplir con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad, que establece el Ministerio de Salud, según lo siguiente:

21.1 Microbiológicas

Agente microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Límite	
						m	M
Coliformes	UFC/g	5	3	5	2	10	10^2
Mohos	UFC/g	2	3	5	2	10	10^2
Levaduras	UFC/g	2	3	5	2	10	10^2

Nota:

Categoría: Grado de riesgo que representa los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

Clase: Es la clasificación que se da a los planes de muestreo por atributos, que pueden ser de dos o tres.

Fuente: tomado de MINAGRI (MINAGRI, 2017)

Anexo 4: Resultados fisicoquímicos del yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de la pata de vacuno



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20240831-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : EDITH YOBANA LEÓN HUAMANI.
 DIRECCIÓN : Asociación Los Licenciados Mz. D Lote 9 Huamanga Ayacucho.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : YOGUR TIPO GRIEGO CON COLÁGENO DE PATA DE VACUNO.
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA.
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.
 ACTA DE MUESTREO : NO APLICA.
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA.
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA.
 CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de plástico con tapa cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-08-31
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-08-31
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2024-08-31
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 240124-6

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Proteínas (%)	3,45	3,36	2,99
Materia Grasa (%)	0,76	0,49	0,37
Cenizas (%)	0,11	0,07	0,05

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas: N.T.P. 202.119:1998 (Revisada 2014).
 Materia Grasa : N.T.P. 202.028:1998. (Revisada el 2013).
 Cenizas : N.T.P. 202.172:1998 (Revisada el 2014).

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
 Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Diferenciación por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Setiembre 02 del 2024.
 GVR/jms

LC-MP -HRIE
 Rev. 10
 Fecha 2023-09-15


ANGEL G. VARGAS RAMOS
 GERENTE GENERAL ADJ
 COLECBI SAC

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD.

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Anexo 5: Lectura de viscosidad por el método Brookfield

El objetivo de la viscosidad es proporcionar una textura firme y cremosa al yogurt, altamente apreciada por los consumidores. Así como también la viscosidad sirve para asegurar la calidad, mejorar la textura, entre otros. El yogurt al ser más espeso y denso, cuando la viscosidad se eleva.

En las tablas siguientes se muestra el cálculo del promedio de las mediciones más estables a lo largo de cada escala de la viscosidad dinámica del producto estudiado.

Tabla 71

Viscosidad Muestra 1

RPM	VISCOSIDAD cP
5	184.2
10	112.5
20	67.2
30	50.6
40	41.5
50	35.9
60	32.4
70	29.7
80	27.6
85	25.8
90	24.6
100	23.3
110	22.4
120	21.6
130	20.5
140	19.9
150	19.1
160	18.5
PROMEDIO	
145.00	19,50

Tabla 72*Viscosidad Muestra 2*

RPM	VISCOSIDAD cP
5	147.6
10	89.1
15	66.6
20	53.5
30	37.9
40	31.6
50	28.1
60	25.4
70	23.4
80	22
85	21.5
90	20.8
100	19.9
110	19.3
120	18.6
130	18.3
140	17.7
150	17.5
160	17
170	16.8
180	16.4
PROMEDIO	
130.45	18,53

Tabla 73*Viscosidad Muestra 3*

RPM	VISCOSIDAD cP
5	73.2
10	43.5
15	32.4
20	26.4
30	20.7
40	16.5
50	13.9
60	12.4
70	11.1
80	10.2
90	9.36
100	8.85
110	8.34
120	7.85
130	7.48
140	7.16
150	6.82
160	6.54
170	6.28
180	6.08
190	5.86
200	5.68
210	5.5
220	5.39
230	5.27
240	5.14
250	4.99
PROMEDIO	
205	5,673

Anexo 6: Ejecución del proyecto de tesis

PROYECTO DE TESIS																
Actividades	Año 2024															
	Abril Semana				Mayo Semana				Junio Semana				Julio Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Idea del tema	x	x														
Planteamiento del tema				x												
Búsqueda de asesor				x												
Desarrollo de generalidades					x	x										
Desarrollo de plan de investigación						x	x	x								
Desarrollo de marco teórico y conceptual								x	x	x						
Desarrollo de tipo, nivel y diseño de investigación									x	x	x	x				
Corrección y presentación de proyecto de tesis													x	x	x	
Aprobación de proyecto de tesis																x

Anexo 7: Cronograma de presupuesto

N°	Materia prima e insumos	Cantidad		Costo unitario	Costo total
1	Leche fresca	5	L	S/ 2,50	S/ 12,50
2	Pata de vacuno	0,915	kg	S/ 20,00	S/ 20,00
3	Cultivo Láctico	50	ml	S/ 16,00	S/ 1,60
4	CMC	112,5	g	S/ 20,00	S/ 2,25
5	Envases de plástico	4	Unidades	S/ 10,00	S/ 1,60
6	EPP (guantes, cofia, mascarillas)	3	Unidades	S/ 8,00	S/ 24,00
7	Jabón líquido	1	Unidad	S/ 7,00	S/ 7,00
8	Alcohol en gel	1	Unidad	S/ 5,00	S/ 5,00
9	Gas	1	Unidad	S/ 50,00	S/ 50,00
10	Alquiler del taller (incluye luz y agua)			S/ 250,00	S/ 250,00
11	Transporte			S/ 30,00	S/ 30,00
				Total	S/ 403,95

N°	Prueba de aceptabilidad y análisis fisicoquímico	Cantidad		Costo unitario	Costo total
Análisis del alimento (Fisicoquímico)					
1	COLECBI	1	Unidad	S/ 450,00	S/ 450,00
Materiales para el proceso					
2	(termómetro, probeta 250 ml)			S/ 110,00	S/ 110,00
3	Transporte de muestra (COLECBI)	1	Unidad	S/ 50,00	S/ 50,00
4	Hojas impresas de la encuesta	60	Unidades	S/ 0,10	S/ 6,00
5	Vasos descartables	240	Unidades	S/ 2,00	S/ 19,20
6	Cucharas descartables	240	Unidades	S/ 3,50	S/ 8,40
7	Transporte			S/ 50,00	S/ 50,00
				Total	S/ 693,60

N°	Trabajo de aplicación profesional	Cantidad		Costo unitario	Costo total
Impresión del trabajo de aplicación profesional					
1	profesional	4	Unidades	S/ 26,00	S/ 104,00
Anillado del trabajo de aplicación profesional					
2	profesional	4	Unidades	S/ 5,00	S/ 20,00
3	transporte			S/ 10,00	S/ 10,00
				Total	S/ 134,00

Resumen de costos	Costo total
Materia prima e insumos	S/ 403,95
Prueba de aceptabilidad y análisis fisicoquímico	S/ 693,60
Trabajo de aplicación profesional	S/ 134,00
Total	S/ 1 231,55

Anexo 8: Encuestas

Figura 53

Encuesta en el laboratorio de Biotecnología Agroindustrial



Figura 54

Charla en el aula H-110 Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial



Figura 55

Degustación en el aula H-110 Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial



Figura 56

Resultado de la ficha de evaluación

**EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT TIPO GRIEGO
CON INCORPORACIÓN DE COLÁGENO EXTRAÍDO A
PARTIR DE PATA DE VACUNO**

Sexo: *Femenino*

Edad: *21*

¿A USTED LE GUSTA EL YOGURT?

Si su respuesta fue SI diríjase a la degustación,
si fue NO gracias por participar.

SI

Instrucciones: Frente a usted hay cuatro muestras de yogurt, una de ellas es "R" (testigo).

¿Cuál de las muestras es igual a R (testigo)? Marque con una X.

Muestra igual a R (testigo) _____

Muestra 1 _____

Muestra 2 _____ **X**

Muestra 3 _____

Escala hedónica de 7 puntos

Puntaje	Calificación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
1	Me disgusta extremadamente			
2	Me disgusta mucho		X	
3	Me disgusta ligeramente			X
4	Ni me gusta ni me disgusta			
5	Me gusta un poco			
6	Me gusta mucho			
7	Me gusta extremadamente			

PRUEBA HEDÓNICA

Instrucciones: Frente a usted tiene una muestra de yogurt, marque con una X sobre la escala de intensidad de los atributos, donde:

Puntaje	Denominación
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Moderadamente bajo
4	Medio
5	Moderadamente alto
6	Alto
7	Muy alto

Muestra 1 (R11)

ATRIBUTOS

Dulce

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

X | | | | | | |

Agrio

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

X | | | | | | |

Graso

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

X | | | | | | |

Textura

Líquida

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

X | | | | | | |

Cremosa

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

| | | **X** | | | |

Aerosa

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

| | | | | **X** | |

Grasosa

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

| | | | | | **X** |

Sabor

Dulce

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

X | | | | | | |

Acido

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

| | | | | | |

Rancio

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

| | | | | | |

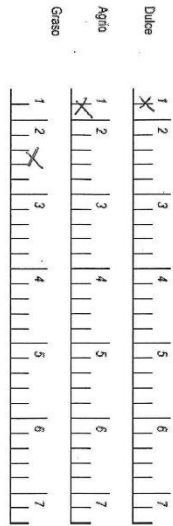
Amargo

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7

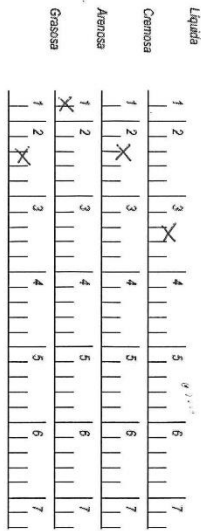
| | | **X** | | | |

Muestra 2 (F21)

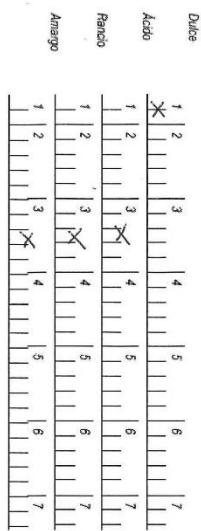
ATRIBUTOS
Olor



Textura

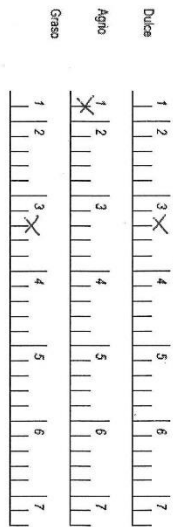


Sabor

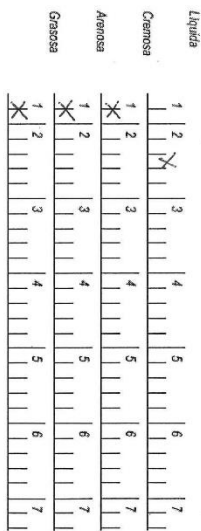


Muestra 3 (F31)

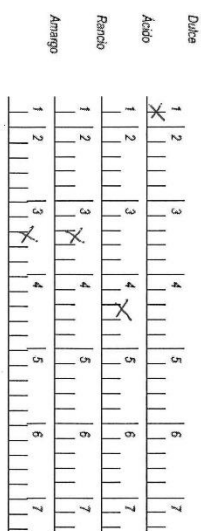
ATRIBUTOS
Olor



Textura



Sabor



Anexo 9: Análisis bromatológicos del colágeno de los diferentes tratamientos

Para la ejecución de la tesis, se tomó los resultados de Ramírez (2013), sobre la extracción de colágeno de la pata de vaca a una temperatura de 120 °C por 4 horas, con un rendimiento de 86,09 %.

Tratamientos	PROTEÍNA (2 ml muestra) %	Acidez 0,01 N	pH	Brix	Humedad (25 ml muestra) %	Ceniza (2 ml muestra) %	Viscosidad	Densidad	Grasa %
100 °C x 4 horas	4,30	0,0318	6,77	5,6	94,66	0,131	7,83	1,022	1,1
100 °C x 4 horas	4,60	0,0297	6,55	5,4	94,76	0,142	8,36	1,014	1
100 °C x 4 horas	4,50	0,0286	7	5,2	95,52	0,13	7,62	1,01	0,9
110 °C x 4 horas	6,50	0,0176	6,38	5,2	93,37	0,152	5,22	1,08	0,5
110 °C x 4 horas	5,80	0,0182	6,4	4,8	94,66	0,153	5,51	1,06	0,4
110 °C x 4 horas	5,90	0,02	6,42	5,3	95,85	0,163	5,42	1,014	0,4
120 °C x 4 horas	7,10	0,0192	7,51	5,3	92,64	0,19	12,8	1,016	1,9
120 °C x 4 horas	7,10	0,0193	7,49	5,6	92,36	0,201	13,44	1,015	1,8
120 °C x 4 horas	7,20	0,0176	7,45	5,8	92,08	0,211	14,06	1,016	1,6
100 °C x 5 horas	6,20	0,016	7,45	5,7	93,87	0,15	16,39	1,01	0,9
100 °C x 5 horas	5,90	0,0141	7,3	5,8	93,84	0,133	15,34	1,01	0,9
100 °C x 5 horas	5,70	0,0144	7,23	6,2	93,82	0,135	14,52	1,012	1,02
110 °C x 5 horas	5,70	0,0192	6,7	4,2	95,27	0,121	6,32	1,01	1
110 °C x 5 horas	5,40	0,0177	7,1	3,9	95,11	0,119	6,22	1,04	1
110 °C x 5 horas	5,30	0,0172	7,4	3,8	96,24	0,117	5,58	1,081	1,05
120 °C x 5 horas	4,90	0,0234	7,5	7,2	94,57	0,132	6,12	1,012	0,6
120 °C x 5 horas	4,30	0,0211	7,22	7,6	94,62	0,126	6,02	1,01	0,5
120 °C x 4 horas	4,80	0,0234	7,09	7,7	94,74	0,143	5,58	1,012	0,5
100 °C x 6 horas	6,40	0,016	6,78	4,9	95,55	0,114	6,18	1,01	1,07
100 °C x 6 horas	6,80	0,017	6,77	5,2	94,86	0,117	6,43	1,011	1

100 °C x 6 horas	6,00	0,0182	6,67	5,5	94,31	0,123	7,02	1,012	0,9
110 °C x 6 horas	5,00	0,0218	7,17	5,6	89,78	0,136	7,36	1,024	0,5
110 °C x 6 horas	4,60	0,0241	7,22	5,2	91,22	0,13	8,23	1,016	0,4
110 °C x 6 horas	4,50	0,0232	7,27	4,9	94,83	0,124	7,64	1,012	0,5
120 °C x 6 horas	6,10	0,0152	7,15	8,5	90,77	0,192	11,14	1,022	1,8
120 °C x 6 horas	5,80	0,0161	7,21	8,6	90,86	0,198	12,64	1,02	1,8
120 °C x 6 horas	6,60	0,0142	7,32	8,8	91,84	0,212	11,34	1,018	1,9

Rendimiento de la pata de vaca

Kilogramos de pata de vaca que ingresa = 3,45 kg

Kilogramos de colágeno que se obtiene = 2,97 kg

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{kg de colágeno obtenido}}{\text{kg de pata que ingresa}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2,97 \text{ kg}}{3,45 \text{ kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 86,09 \%$$

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:****Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno****Expositora: Edith Yobana Leon Huamani**
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 2542096

Resolución Decanal N° 100-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 21-08-2025

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las nueve de la mañana con cinco minutos del día lunes veinticinco de agosto del año dos mil veinticinco, se reunieron la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Edith Yobana Leon Huamani**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI, Mg. Jorge Adalberto MALAGA JUAREZ y Mg. Percy Segundo HUAUYA PABLO, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la Facultad), Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno**, presentado por la Bachiller **Edith Yobana Leon Huamani**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 100-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Edith Yobana Leon Huamani**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición de la Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Percy Segundo HUAUYA PABLO, Mg. Jorge Adalberto MALAGA JUAREZ y Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI. Luego el Presidente invitó al Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA, para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito a la sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14)**.



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:

Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

Expositora: Edith Yobana Leon Huamani
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 2542096


Resolución Decanal N° 100-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 21-08-2025

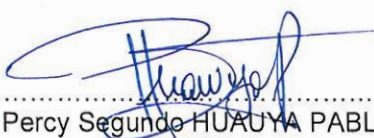
Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Edith Yobana Leon Huamani**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las once de la mañana con diez minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente


.....
Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI
Miembro


.....
Mg. Jorge Adalberto MALAGA JUAREZ
Miembro


.....
Mg. Percy Segundo HUAUYA PABLO
Miembro


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



UNSCH

FACULTAD DE
**INGENIERIA QUÍMICA
Y METALURGIA**

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor de la Tesis Mg Jack Edson HERNANDEZ MAVILA, se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno.

Nombre y Apellido : Bach. **Edith Yobana Leon Huamani**
Identificador de entrega : 2769289054
Fecha : 27-oct-2025 10:18a.m. (UTC-0500)
Archivo : Tesis_final_Edith_Leon.pdf (2.83M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 19% de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 29 de octubre del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL
DE HUAMANGA
E.P. INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Ing. Percy Blasquez Costa
DIRECTOR

C.c.
Const. N°007-2025
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

por Edith Yobana Leon Huamani

Fecha de entrega: 27-oct-2025 10:18a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2769289054

Nombre del archivo: Tesis_final_Edith_Leon.pdf (2.83M)

Total de palabras: 31484

Total de caracteres: 165389

Formulación de un yogurt tipo griego con incorporación de colágeno extraído a partir de pata de vacuno

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	5%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
2	1library.co Fuente de Internet	2%
3	repositorio.utesup.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
5	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.canilec.org.mx Fuente de Internet	1%
7	vsip.info Fuente de Internet	1%
8	pdfcoffee.com Fuente de Internet	1%
9	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.iestpffaa.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

12	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
14	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
15	directoriomedicoquito.com Fuente de Internet	<1 %
16	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
18	Marilyn Del Rosario Huamán Changa, Talia Mayra Rodríguez Gozar, David Díaz Garamendi. "Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas", <i>Gaceta Técnica</i> , 2022 Publicación	<1 %
19	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad de Ciencias y Humanidades Trabajo del estudiante	<1 %
23	www.fao.org Fuente de Internet	<1 %
24	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

<1 %

25

www.tauniversity.org

Fuente de Internet

<1 %

26

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %

27

theibfr.com

Fuente de Internet

<1 %

28

www.clubensayos.com

Fuente de Internet

<1 %

29

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

30

zaguan.unizar.es

Fuente de Internet

<1 %

31

www.dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

32

www.engormix.com

Fuente de Internet

<1 %

33

Submitted to Universidad de Monterrey

Trabajo del estudiante

<1 %

34

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

35

www.efdeportes.com

Fuente de Internet

<1 %

36

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

<1 %

37

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Universidad Católica de Santa María

<1 %

39 cip.org.pe Fuente de Internet <1 %

40 www.coursehero.com Fuente de Internet <1 %

41 www.fcb.uanl.mx Fuente de Internet <1 %

42 qdoc.tips Fuente de Internet <1 %

43 Submitted to ECCI Trabajo del estudiante <1 %

44 Submitted to Unidades Tecnológicas de Santander Trabajo del estudiante <1 %

45 Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante <1 %

46 es.scribd.com Fuente de Internet <1 %

47 tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet <1 %

48 www.regionsanmartin.gob.pe Fuente de Internet <1 %

49 www.vitonica.com Fuente de Internet <1 %

50 Pablo E. Bonilla, Fredy Quispe, Luisa Negrón, Amparo I. Zavaleta. "COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ANÁLISIS SENSORIAL DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE MAÍZ MORADO (Zea mays L.) Y ESTEVIA (Stevia SP.)", Ciencia e Investigación, 2015
Publicación <1 %

51	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
52	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
53	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
54	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
56	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
57	lacocinadelafresneda.home.blog Fuente de Internet	<1 %
58	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
60	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words