



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO I UTILIZANDO
ALGARROBINA COMO EDULCORANTE”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA:
JENNY LUCIA PERALTA TOALOMBO

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO I UTILIZANDO
ALGARROBINA COMO EDULCORANTE”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: JENNY LUCIA PERALTA TOALOMBO

DIRECTORA: BQF. SANDRA ELIZABETH LÓPEZ SAMPEDRO

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Jenny Lucia Peralta Toalombo

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

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

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

Riobamba, 21 de diciembre de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jenny Lucia Peralta Toalombo', with a horizontal line drawn through it.

Jenny Lucia Peralta Toalombo

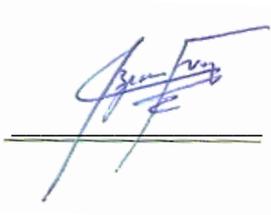
185022055-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Experimental, “**ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO I UTILIZANDO ALGARROBINA COMO EDULCORANTE**”, realizado por la señorita: **JENNY LUCIA PERALTA TOALOMBO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dra. Georgina Ipatia Moreno Andrade PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-21
Bqf. Sandra Elizabeth López Sampedro DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-21
Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy PhD. MIEMBRO DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-21

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Integración Curricular quiero dedicar a mis padres Edgar Peralta y Martha Toalombo, quienes son el pilar fundamental en mi vida, y que han estado siempre apoyándome y brindando sus consejos a lo largo de mi vida. A mis hermanas Liliana y Abigail, quienes fueron mi fortaleza para seguir adelante. A mis abuelitos y mis tíos que, gracias al apoyo, su conocimiento y sus consejos me supieron guiar durante todo el proceso de vida estudiantil.

Jenny

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de concluir con una meta, por acompañarme y llenarme de bendiciones. Agradezco a mis padres Edgar y Martha por estar presentes apoyándome con sus consejos, y teniendo mucha paciencia conmigo. También agradezco a mis hermanas que me dieron el apoyo necesario para superar cada una de mis etapas. Agradezco a mis tíos, quienes con su conocimiento supieron guiarme y aconsejarme en aspectos relevantes que marcaron mi vida. Agradezco a mis amigos quienes estuvieron apoyándome en todo el proceso educativo.

Jenny

TABLA DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. El sector lácteo.....	5
2.1.1. <i>En Latinoamérica</i>	7
2.1.2. <i>En Ecuador</i>	8
2.2. El Yogurt.....	10
2.2.1. <i>Definición</i>	10
2.2.2. <i>Composición Nutricional</i>	10
2.2.3. <i>Clasificación</i>	10
2.2.4. <i>Formulación</i>	11
2.2.4.1. <i>Materias primas</i>	11
2.2.5. <i>Normativa de calidad del yogurt</i>	14
2.2.5.1. <i>Normativa nacional</i>	14
2.2.5.2. <i>Normativas internacionales</i>	15
2.2.6. <i>Importancia industrial del yogurt</i>	17

2.3.	Edulcorantes	17
2.3.1.	Definición	17
2.3.2.	Clasificación de los edulcorantes	18
2.3.3.	Tipos de edulcorantes	18
2.3.3.1.	Edulcorantes calóricos	18
2.3.3.2.	Edulcorantes no calóricos	19
2.3.4.	Métodos de obtención	19
2.3.4.1.	Extracción por medio de solventes orgánicos	19
2.3.4.2.	Extracción en condiciones supercríticas	19
2.3.4.3.	Extracción mediante un medio acuoso	20
2.3.5.	Normativa	20
2.3.6.	Usos industriales	21
2.3.6.1.	Acesulfamo K	21
2.3.6.2.	Alitamo	22
2.3.6.3.	Aspartamo	22
2.3.6.4.	Sacarina	24
2.3.6.5.	Sucralosa	24
2.3.6.6.	Steviosida	25
2.4.	Algarrobina	25
2.4.1.	Definición	25
2.4.2.	Clasificación botánica	25
2.4.2.1.	Género	25
2.4.2.2.	Morfología	26
2.4.2.3.	Composición nutricional	26
2.4.2.4.	Obtención	27
2.4.3.	Normativa	29
2.4.3.1.	Norma Técnica Peruana 209.600	29
2.4.4.	Producción y usos industriales	30

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	32
3.1.	Localización y duración del experimento	32
3.2.	Unidades experimentales	32
3.3.	Materiales, equipos e insumos	32
3.3.1.	Materiales	32
3.3.2.	Equipos	33

3.3.3.	<i>Insumos</i>	33
3.4.	Tratamientos y diseño experimental	33
3.4.1.	<i>Tratamientos</i>	33
3.4.2.	<i>Diseño Experimental</i>	34
3.5.	Mediciones experimentales	34
3.5.1.	<i>Análisis fisicoquímico</i>	34
3.5.2.	<i>Análisis microbiológico</i>	34
3.5.3.	<i>Análisis sensorial</i>	35
3.5.4.	<i>Análisis económico</i>	35
3.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	35
3.7.	Procedimiento experimental	36
3.7.1.	<i>Formulación</i>	37
3.8.	Metodología de evaluación	37
3.8.1.	<i>Análisis fisicoquímicos</i>	37
3.8.1.1.	<i>pH</i>	37
3.8.1.2.	<i>Proteína cruda</i>	37
3.8.1.3.	<i>Grasa</i>	38
3.8.1.4.	<i>Acidez (% ácido láctico)</i>	38
3.8.1.5.	<i>Sólidos Totales</i>	38
3.8.2.	<i>Análisis microbiológicos</i>	38
3.8.2.1.	<i>Coliformes totales, UFC/g</i>	38
3.8.2.2.	<i>Recuento de E. coli, UFC/g</i>	38
3.8.2.3.	<i>Recuento de mohos y levaduras, UPC/g</i>	39
3.8.3.	<i>Análisis sensoriales</i>	39
3.8.4.	<i>Análisis económico</i>	39
3.8.4.1.	<i>Costo de producción</i>	39
3.8.4.2.	<i>Indicador Beneficio/Costo (B/C)</i>	39

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	40
4.8.	Análisis fisicoquímicos	40
4.8.1.	<i>pH</i>	40
4.8.2.	<i>Proteína</i>	41
4.8.3.	<i>Grasa</i>	41
4.8.4.	<i>Acidez (% ácido láctico)</i>	42
4.8.5.	<i>Sólidos Totales</i>	43

4.9.	Análisis Microbiológicos	43
4.10.	Análisis organoléptico	44
4.10.1.	<i>Olor</i>	45
4.10.2.	<i>Color</i>	45
4.10.3.	<i>Sabor</i>	45
4.10.4.	<i>Textura</i>	46
4.10.5.	<i>Viscosidad</i>	46
4.11.	Costos de producción	48
4.11.1.	<i>Costos de producción</i>	49
4.11.2.	<i>Indicador Beneficio/Costo</i>	49
 CONCLUSIONES		50
RECOMENDACIONES		51
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Producción de leche a nivel nacional.....	8
Tabla 2-2:	Venta de leche cruda y derivados de leche	9
Tabla 3-2:	Composición nutricional del yogur en 100 g del producto comestible	10
Tabla 4-2:	Pigmentos extraídos de fuentes naturales	13
Tabla 5-2:	Colorantes permitidos en la industria láctea INEN-CODEX 192:2013	14
Tabla 6-2:	Parámetros fisicoquímicos de calidad en el yogurt.....	15
Tabla 7-2:	Parámetros de calidad microbiológicos en el yogurt	15
Tabla 8-2:	Parámetros fisicoquímicos de los tipos de yogurt	16
Tabla 9-2:	Parámetros de calidad microbiológicos en los tipos de yogurt.....	16
Tabla 10-2:	Parámetros asociados a la composición y calidad del yogurt	16
Tabla 11-2:	Clasificación de los edulcorantes.....	18
Tabla 12-2:	Composición nutricional de la algarrobina	27
Tabla 13-2:	Parámetros fisicoquímicos de la algarrobina pura	29
Tabla 14-2:	Parámetros fisicoquímicos de la algarrobina dulce	30
Tabla 15-2:	Parámetros microbiológicos	30
Tabla 16-3:	Esquema del experimento	34
Tabla 17-3:	Esquema del ADEVA	35
Tabla 18-3:	Formulación de yogurt tipo I utilizando algarrobina como edulcorante.....	37
Tabla 19-4:	Escala hedónica de 5 puntos	39
Tabla 20-4:	Resultados de análisis fisicoquímico del Yogurt.....	40
Tabla 21-4:	Resultados microbiológicos del Yogurt.....	44
Tabla 22-4:	Análisis organoléptico del yogurt	44
Tabla 23-4:	Valoración de los resultados organolépticos	45
Tabla 24-4:	Costos de producción del yogurt endulzado con algarrobina	48

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2: Consumo de lácteos a nivel mundial	6
Ilustración 2-2: Consumo de productos lácteos por país.....	6
Ilustración 3-2: Precio por litro de leche cruda al productor.....	9
Ilustración 1-3: Elaboración de yogurt tipo I endulzado con algarrobina	36
Ilustración 1-4: Acidez del yogurt elaborado con diferentes niveles de algarrobina	42
Ilustración 2-4: Sólidos totales del yogurt elaborado con diferentes niveles de algarrobina ..	43
Ilustración 3-4: Resultados de los análisis organolépticos	47

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL pH DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA
- ANEXO B:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PROTEÍNA DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA
- ANEXO C:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GRASA DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA
- ANEXO D:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACIDEZ DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA
- ANEXO E:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS SÓLIDOS TOTALES DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA
- ANEXO F:** RESULTADO DE LA VALORACIÓN SENSORIAL
- ANEXO G:** VALORACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT TIPO I EDULCORADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA
- ANEXO H:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA
- ANEXO I:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL OLOR DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA
- ANEXO J:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SABOR DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA
- ANEXO K:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TEXTURA DE YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA
- ANEXO L:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VISCOSIDAD DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA
- ANEXO M:** ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON ALGARROBINA

RESUMEN

El trabajo de titulación tuvo como objetivo la elaboración de yogurt tipo I utilizando algarrobina como edulcorante. Los ingredientes utilizados para el yogurt fueron: leche de vaca, fermentos lácticos y jarabe de algarroba con niveles del 0%, 8%, 16% y 24%. Se caracterizó al producto, mediante los análisis fisicoquímicos, de los cuales se realizaron las siguientes pruebas como: pH, proteína, grasa, acidez y sólidos totales; para el análisis microbiológico se evaluó *coliformes totales*, *coliformes fecales*, *mohos* y *levaduras*; para el análisis sensorial se utilizó la prueba afectiva con una escala hedónica de 5 puntos, cada tratamiento se presentó a cien personas; y por último, se realizó un análisis económico evaluando las variables como el costo de producción y el beneficio/costo. Tanto en los análisis fisicoquímicos como microbiológicos, se evaluaron los niveles de significancia a través del Software InfoStat, aplicando un Diseño completamente al Azar (DCA), con la prueba de DUNCAN ($P \leq 0,05$), y la prueba de Friedman para el análisis sensorial. El tratamiento que presentó mejores características fisicoquímicas del yogurt fue: el T3 con un pH de 4,18, proteína de 2,9%, grasa del 3,42%, acidez de 0,74% y sólidos totales de 27,7%; además, se obtuvo: ausencia de *Coliformes totales*, *Coliformes fecales*, *mohos* y *levaduras*; en el análisis organoléptico, el tratamiento 2 al utilizar 16% de algarrobina con mayor aceptación en el olor, sabor y textura, con un costo de producción \$ 2,61 y un beneficio/costo \$0,96. En conclusión, el tratamiento 2 presenta mayor aceptación por el consumidor debido a los beneficios que brinda el producto y a la vez presenta un mayor ingreso económico para el fabricante. Se recomienda analizar combinaciones de edulcorantes calóricos y no calóricos, para estudiar en el yogurt la aceptabilidad de los consumidores.

Palabras clave: <ALGARROBINA>, <YOGUR TIPO I>, < BACTERIAS ACIDO LÁCTICAS>, <ACIDEZ>, <SÓLIDOS TOTALES>.



0746-DBRA-UTP-2023

A handwritten signature in blue ink is written over a faint stamp. The stamp includes the text "Ing." and "de Castillo".

ABSTRACT

The aim of the degree work was to produce type I yogurt using algarrobin as a sweetener. The ingredients used for the yogurt were: cow's milk, lactic ferments and carob syrup with levels of 0%, 8%, 16% and 24%. The product was characterized by physicochemical analysis, of which the following tests were performed, such as: pH, protein, fat, acidity and total solids. For microbiological analysis, total coliforms, fecal coliforms, molds and yeasts were evaluated; for sensory analysis, affective testing was used with a 5-point hedonic scale, each treatment was presented to one hundred people; and finally, an economic analysis was carried out evaluating variables such as cost of production and benefit/cost. In both physicochemical and microbiological analyses, significance levels were evaluated through InfoStat Software, applying a completely randomized design (CRD), with the DUNCAN test ($P \leq 0.05$), and the Friedman test for sensory analysis. The treatment that presented better physicochemical characteristics of yogurt was: T3 with a pH of 4.18, protein of 2.9%, fat of 3.42%, acidity of 0.74% and total solids of 27.7%; In addition, the following were obtained: absence of total coliforms, fecal coliforms, molds and yeasts; In the organoleptic analysis, treatment 2 using 16% of algarrobin with greater acceptance in the smell, taste and texture, with a production cost \$ 2.61 and a benefit / cost \$0.96. In conclusion, treatment 2 presents greater acceptance by the consumer due to the benefits provided by the product and at the same time presents a greater economic income for the manufacturer. It is recommended to analyze combinations of caloric and non-caloric sweeteners, to study the acceptability of consumers in yogurt.

Keywords: < ALGARROBIN >, < YOGURT TYPE I >, < LACTIC ACID BACTERIA >, < ACIDITY >, < TOTAL SOLIDS >.



Mgs. Deysi Lucía Damián Tixi

C.I. 0602960221

0746-DBRA-UTP-2023

INTRODUCCIÓN

La industria láctea en el Ecuador tiene 1.500 formales que mueven todo tipo de leche y sus derivados. En conjunto, la cantidad de dinero que mueven dentro del país llega hasta los 1.400 millones de dólares americanos. A pesar de esto, el sector se encuentra en problemas debido a la baja mundial (y dentro del Ecuador) del consumo de leche, el cual no pasa de los 90 litros de leche por año. El resultado de esto es la necesidad de encontrar alternativas nuevas e interesantes que llamen la atención a un nuevo tipo de consumidor al que ya no le interesan los lácteos más tradicionales (Revista Gestión, 2018).

Los productos lácteos brindan una gran cantidad de nutrientes para quienes los consumen como: las proteínas, grasas y carbohidratos que fortalecen la salud del ser humano. Entre los productos derivados más sobresalientes del sector, se pueden mencionar al queso, yogurt, leches fermentadas, entre otros. El presente trabajo busca enfocarse específicamente en el yogurt y elaborar una nueva variedad de este alimento que pueda atraer a nuevos públicos.

El yogurt se define como el alimento lácteo fermentado que posee cualidades nutritivas, por ejemplo, una mejor digestibilidad; es decir, la lactosa que posee la leche al ser transformados en ácido láctico genera una mayor tolerancia en el intestino de la persona. También, el producto al contener probióticos ayudará a generar un equilibrio en la flora microbiana de nuestro organismo (Yogur en la salud humana, 2012). Sin embargo, al igual que el sector de la leche en general, el consumo de yogur en el Ecuador ha sido desplazado en favor de otras alternativas más modernas y similares (Ej. Bebidas de almendra saborizadas). Uno de los motivos para esto es que la mayor parte de los yogures utilizan endulzantes que no son atractivos para las personas, sea por su sabor o su alto nivel calórico. El yogurt que se desarrollará en el presente trabajo busca explorar un nuevo tipo de endulzante para que los paladares de nuevo consumidores puedan experimentar.

En el presente trabajo se procederá a presentar toda la información necesaria para la creación de un yogurt, así como datos económicos importantes sobre el sector lácteo ecuatoriano. Posteriormente se procederá a plantear una metodología para la fabricación del yogurt, se analizarán sus resultados y se llegarán a conclusiones sobre el proceso y el producto.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La industria láctea en el Ecuador empezó en los años 1900, pero no empezó un crecimiento acelerado hasta el 1938 cuando llegó a Quito el proceso de pasteurización. Desde este momento, la industria ha observado un crecimiento hasta principios del año 2020, cuando se empezó a observar una caída en las ventas como resultado de la competencia de otras bebidas sustitutas. Para el año 2022, el sector lácteo ocupa 3,5 millones de hectáreas en el Ecuador, las cuales se encuentran el 75% en la Sierra, 14% en la Costa y el restante se divide entre la Costa y Galápagos (Real, 2022, p. 1).

La venta de leche es una de las pocas alternativas para familias que residen en zonas áridas del altiplano, donde la cosecha no es una opción viable. Debido a esto, el Ministerio de Agricultura suele dar gran relevancia a las necesidades del sector. Una de estas es la fuerte competencia frente a la importación de leche en polvo extranjera, la cual ha causado distorsiones en el mercado, debido a sus precios muy bajos. Así, luego de una fuerte importación de productos lácteos extranjeros la industria empieza a perjudicarse (Real, 2022, p. 4).

El yogur es un derivado de la leche, normalmente se consume en el mercado el realizado con leche de vaca, pero se puede hacer en base a leche de cualquier animal. Al 2022, a la velocidad de vida de las personas, el yogur se presenta como un tipo de alimento de fácil y rápido consumo que satisface ciertas necesidades primarias de nutrición. Uno de sus principales beneficios es que es rico en proteínas, lo cual lo convierte en una comida ideal para la pérdida de peso; también es una fuente del calcio, aportando el 20% de la cantidad de nutrientes que una persona necesita por día; posee bacterias que regulan la flora bacteriana del estómago; su contenido en grasas es relativamente bajo y los hidratos de carbono que aporta son una fuente de energía (Babio et al., 2017).

El problema principal del yogur se presenta cuando se analiza la cantidad y tipos de azúcares que contiene. En promedio, un yogur de 100 gr puede llegar a contener 5gr de azúcar natural proveniente de la lactosa; mientras que con azúcar añadida puede tener hasta 15 o 20gr de azúcares (San Martín, 2018). En Ecuador, donde la obesidad y el sobre peso llegan hasta el 60% de la población. Se presenta la necesidad de buscar una alternativa saludable como endulzante de productos lácteos como el yogur, sin que esto comprometa la calidad del producto y su sabor (Salamea et al, 2019).

La algarrobina es un endulzante natural proveniente de la pulpa madura del algarrobo que se caracteriza por poseer un alto valor nutritivo ya que en cada 100 gramos contiene 67% de carbohidratos, 50% de azúcares naturales, 315 calorías, 11.5% fibra no soluble, 0.5% de fibra dietética soluble y 2 mg de vitamina B6, proporcionando así beneficios como un energizante apto para todas las personas e ideal durante las etapas de crecimiento por su contenido calórico y proteico (Cabrera, 2019, p. 11).

En el Ecuador ya existen cultivos no tecnificados de algarrobo, y a la vez los productos que ofrece este árbol no son aprovechados de manera adecuada por los habitantes del lugar. Además, el algarrobo se puede encontrar en los bosques secos de la provincia de Manabí hasta el sur de Loja. El fruto del algarrobo denominado algarrobina al no ser muy aprovechado, se emplea de alimento para los animales ya que contiene vitaminas y nutrientes mientras que la madera simplemente es utilizada para la elaboración de carbón (Lino, 2018, pp. 13-14).

1.2 Planteamiento del problema

Analizar el nivel de aceptabilidad de algarrobina como edulcorante natural utilizado en el yogurt tipo I, cabe destacar algunas características que determinará qué beneficios presenta en el organismo.

1.3 Justificación

Las razones por las cuales el presente estudio es relevante para la sociedad actual se dividen en tres aristas: salud pública, económica y teórica. La primera es de interés para el público en general y las autoridades de gobierno, la segunda es de interés para empresarios y la tercera para la academia.

Desde un punto de vista de salud pública, la importancia del presente estudio radica en la creación de una alternativa saludable para el endulzamiento de una bebida tan popular como lo es el yogur. Como se verá más adelante en este trabajo, el yogur es muy rico en nutrientes que el cuerpo humano necesita para desarrollarse correctamente, principalmente en etapas formativas. Debido a esto, proveer una opción saludable de esta bebida implica un público en general con menos problemas de salud; siendo este beneficioso para el sistema de salud público del Ecuador.

Desde un punto de vista económico, el consumo de lácteos en general en el Ecuador ha caído en los últimos 2 años, lo cual ha perjudicado severamente a este sector. Uno de los motivos por los que puede haber sucedido esto es por la gran cantidad de azúcar que tienen la mayoría de los

yogures, además del azúcar natural de la leche. Esto puede haber alejado del sector a personas interesadas en un estilo de vida más saludable. En este panorama, el yogur endulzado con algarrobina aparece como una alternativa para aquellos empresarios que buscan recuperar una cuota de mercado que por el momento veían como perdida.

En el ámbito teórico, el presente estudio desea dejar una huella en los canales de la investigación alimenticia en el Ecuador, aportando con la factibilidad de creación de un yogur endulzado con algarrobina. Se procede a aportar a esta hipótesis mediante el desarrollo de este alimento y que futuros investigadores puedan tomarlo como base en sus propias creaciones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Elaborar yogurt tipo I utilizando algarrobina como edulcorante.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer el nivel óptimo de jarabe de algarrobina al 8%, 16% y 24% para la elaboración del yogurt tipo I.
- Determinar las características microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas del yogurt endulzado con jarabe de algarrobina.
- Evaluar la rentabilidad a través del indicador beneficio/costo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El sector lácteo

En el sector lácteo una de las materias primas fundamentales es la leche animal, la cual, proviene usualmente de la vaca, aunque puede usarse leche de otros animales como la cabra. Durante varios años, la leche ha sido considerado un alimento importante y básico dentro de la alimentación humana, debido a su alto valor nutricional y a la amplia gama de productos que se pueden elaborar a partir de la misma como por ejemplo, algunos fermentados como el queso y yogurt y otros productos no fermentados como la crema de leche y la mantequilla (Torres 2018, p. 18).

A nivel mundial existe la industria láctea, pero existen ciertas excepciones, sin embargo, la forma de comercialización de los productos depende de cada territorio. Por ejemplo, a nivel de los países más desarrollados, quienes se dedican a la producción de leche poseen su propia maquinaria para los procesos de transformación y pasteurización, mientras que, en los países en vías de desarrollo, los pequeños productores venden la leche líquida a grandes plantas procesadoras. En ambos casos, esta industria láctea genera amplios ingresos para los pequeños negocios y da un aporte a las economías locales (Mayorga 2021, p. 12).

Debido a que existe una amplia variedad de derivados de la leche, es importante que, las plantas productoras conozcan sobre las características especiales de cada uno de los productos para su venta a los consumidores finales. Por ejemplo, en el caso de las plantas que producen yogures, quesos frescos o cremas, se ubican cerca de los centros de distribución y a las periferias urbanas, debido a que, estos productos poseen un tiempo de vida relativamente corto y deben ser vendidos al instante de producirse. En cambio, las productoras de mantequilla, quesos maduros o leche en polvo, suelen ubicarse en zonas más alejadas ya que el tiempo de vida de los productos es mayor (Torres 2018, p. 18).

El consumo de los productos lácteos a nivel mundial se puede apreciar en el gráfico a continuación:



Ilustración 1-2: Consumo de lácteos a nivel mundial

Fuente: (Statista, 2022).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

En la ilustración 1-2, se puede observar que ha habido un repunte en el consumo mundial de productos lácteos, tomando en consideración que, la industria estaba en constante caída o descenso desde el año 2014, sin embargo, existió un incremento notorio en el consumo de leche en el año 2020 y posteriormente al 2021. A continuación, se procede a mostrar una estadística a nivel mundial de los principales países consumidores de lácteos en el mundo:

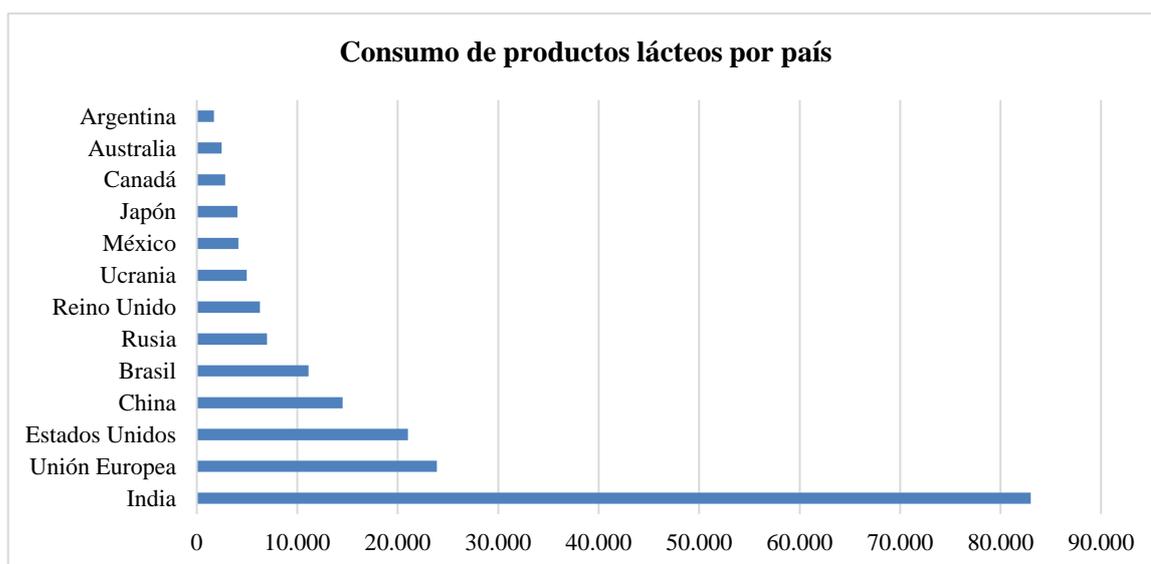


Ilustración 2-2: Consumo de productos lácteos por país

Fuente: (Statista, 2022).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

En la ilustración 2-2, se observa los principales países que consumen leche a nivel mundial, destacando India como el país de mayor consumo, sin embargo, esta leche no es proveniente de la vaca, sino del búfalo de agua. Tomando esto en consideración, se considera entonces que el mayor consumidor de leche bovina es la Unión Europea, seguido de los Estados Unidos.

2.1.1. En Latinoamérica

A nivel de Latinoamérica, el consumo de productos lácteos tiene un rol relevante tanto para la economía, salud y la alimentación de la población, ya que es asequible debido al bajo costo. Un ejemplo de esto, es el ingreso que generan los pequeños productores de leche vacuna, que les ofrece el acceso a estabilidad y a un alimento nutritivo, además, en toda la región existen aproximadamente tres millones de productores de leche, siendo la mayoría pequeñas empresas familiares (Fepale, 2021, p. 2).

Otro impacto positivo del sector lácteo a nivel regional es el efecto sobre el ambiente. Se considera a nivel mundial que la ganadería tiene un impacto negativo por su alta huella de carbono, sin embargo, se ha evidenciado que, Latinoamérica es responsable del 8,3% de las emisiones de carbono mundialmente y es necesario reconocer que el 41% de estas emisiones son provenientes del sector ganadero (Fepale, 2021, p. 2).

Tomando esto en consideración, se debe hacer una distinción entre los diferentes tipos de ganadería a nivel de América Latina ya que, la ganadería de alta intensidad, se practica principalmente en Costa Rica, Brasil, Argentina y México, mientras que, la ganadería de baja intensidad, se da en la región andina y también en América Central, por lo cual, en los países de alta intensidad ganadera, la huella de carbono es de aproximadamente 0,24% positivo, ya que cada animal puede rendir más que la huella de carbono que emite (Fepale, 2021, p. 2).

Respecto al impacto económico que tiene la industria láctea en América Latina, se estima que esta aporta de forma significativa al PIB de cada país, al representar entre 15-25% del valor agropecuario y alrededor del 1-3% del valor total. Debido a las características propias de este sector, al manejar alimentos que son altamente perecibles, su demanda por mano de obra es muy alta lo que significa que el sector lácteo es sumamente valioso para acabar con el desempleo en la región. Además, este sector se ha convertido en un participante activo a nivel de adquisiciones de divisas para los países de la región, por su capacidad de exportación en masa o de bienes de alto valor como es el caso de los quesos maduros (Fepale, 2021, p. 2).

2.1.2. En Ecuador

Se estima que, la industria láctea en este país genera aproximadamente 1,2 millones de empleos tanto directos como indirectos, por lo cual, el Ministerio de Agricultura y Ganadería propuso la campaña denominada “Ecuador se nutre”, la cual tuvo por objetivo incrementar el consumo de leche en el Ecuador. Esto ocasionó que el aporte al PIB del sector sea de 4% y que se encuentre en constante crecimiento desde el año 2019 hasta la actualidad. En litros, la producción durante el año 2021 fue cerca de 6 millones de litros de leche, lo que equivale a 180 litros por individuo al año (CFN, 2020, p. 6).

A continuación, se procede a presentar la información más relevante del sector al año 2022:

Tabla 1-1: Producción de leche a nivel nacional

Año	Provincia	Vacas Ordeñadas	Producción	Litros por Vaca	Porcentaje de Producción Nacional
2019	Pichincha	100.126,00	1.085.747,00	10,84	16,33%
	Manabí	194.648,00	820.359,00	4,21	12,34%
	Chimborazo	101.370,00	787.108,00	7,76	11,84%
	Cotopaxi	87.504,00	767.855,00	8,78	11,55%
	Azuay	104.070,00	640.956,00	6,16	9,64%
	Demás provincias	408.785,00	2.546.760,00	6,23	38,30%
	Totales	996.503,00	6.648.785,00		

Fuente: (CFN, 2021).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

En la tabla 1-1, se puede observar que la distribución de la producción de leche en este país no limita la producción de derivados lácteos y da una idea general de la distribución del mercado en el Ecuador. La provincia con un mayor número de vacas es Manabí, sin embargo, la mayor producción por vaca se ubica en la provincia de Pichincha, además, Manabí, pese a tener el mayor número de vacas, se considera que tiene un bajo nivel de productividad.

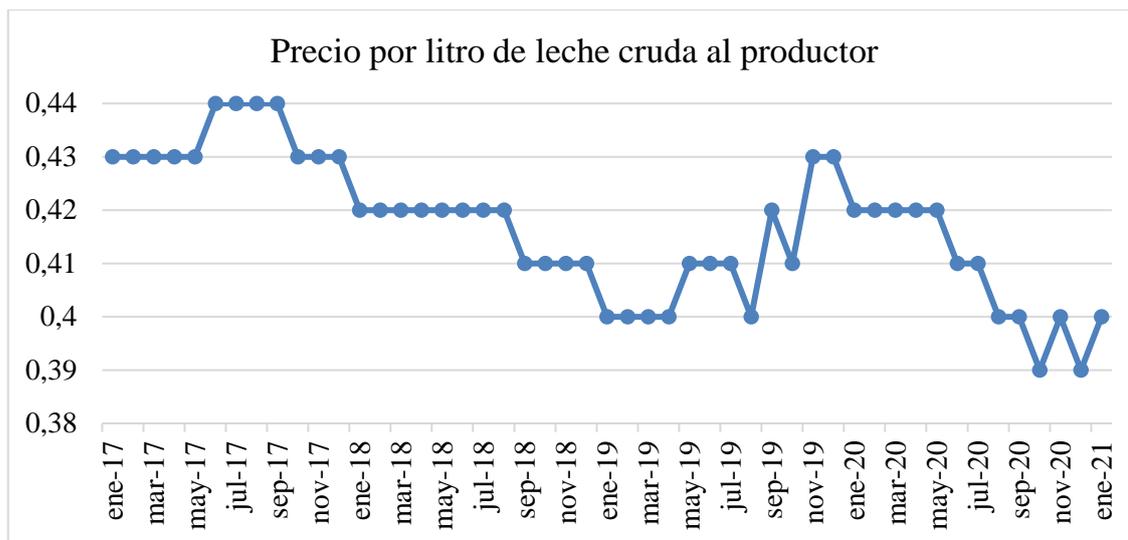


Ilustración 3-2: Precio por litro de leche cruda al productor

Fuente: (CFN, 2021).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

En la ilustración 3-2, se puede observar la fluctuación de los precios que presenta la leche cruda por litro. Al realizar un cálculo entre los precios y la producción de leche se concluye que, los productores en Pichincha reciben \$4,66 diarios por vaca con un precio de \$0,43 por litro, lo que representa \$139 mensuales y \$1678 al año, siendo un ingreso mínimo para las empresas pequeñas (CFN 2020, p. 6).

Debido a esto, ha sido necesario evaluar el costo de preparación de los derivados lácteos de la leche como una alternativa que pueda generar más valor para las pequeñas empresas familiares. A continuación, se procede a exponer las diferencias en ingresos y ganancias de empresas que venden la leche cruda y las que venden derivados lácteos (CFN 2020, p.7).

Tabla 2-2: Venta de leche cruda y derivados de leche

Cuentas de venta leche cruda	2016	2017	2018	2019
Ingresos	36,9	49,61	133,17	141,57
Costos y Gastos	37,74	50,15	131,01	141,23
Utilidad Neta	-0,84	-0,54	2,16	0,34
Cuentas de venta derivados de leche	2016	2017	2018	2019
Ingresos	719,42	863,86	952,95	926,03
Costos y Gastos	740,03	811,69	846,8	872,31
Utilidad Neta	-20,61	52,17	106,15	53,72

Fuente: (CFN, 2021).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

En la tabla 2-2, se pueden observar los resultados de la venta de leche cruda y sus derivados y a partir de esto, se establece que las empresas dedicadas a la venta de productos lácteos que tengan un valor agregado pueden mejorar su situación financiera en comparación de quienes se dedican a la venta de leche cruda.

2.2. El Yogurt

2.2.1. Definición

El yogur es uno de los derivados lácteos de mayor consumo, el cual, se obtiene a través de la fermentación de diversos microorganismos como *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* y *L. bulgaricus* (Solís 2022, p. 3). En el presente apartado se procede a describir sus principales características.

2.2.2. Composición Nutricional

El valor nutritivo del yogur está relacionado con el tipo de leche que se utilice, lo que le proporcionará un mayor contenido de proteínas, riboflavina, tiamina y menos vitamina A:

Tabla 3-2: Composición nutricional del yogur en 100 g del producto comestible

Nutrientes	Yogur natural	Yogur natural
	entero	desnatado
Energía (kcal)	61.4	44.9
Proteína (g)	4.0	4.3
Lípidos (g)	2.6	0.3
Hidratos de carbono (g)	5.5	6.3
Agua (g)	87.9	89.1
Calcio (mg)	142.0	140.0

Fuente: (Babio et al. 2017).

2.2.3. Clasificación

El yogur puede clasificarse de diversas formas, sin embargo, según la norma NTE INEN se clasifican del siguiente modo:

De acuerdo con el contenido en grasa:

- Entera
- Parcialmente descremada
- Descremada

De acuerdo con los ingredientes, puede ser de sabor natural o artificial si posee sabores adicionales. Y según el proceso de preparación puede ser:

- Batido
- Coagulado
- Tratado térmicamente
- Deslactosado o concentrado (NTE INEN 2395, 2011).

2.2.4. Formulación

Para la elaboración del yogurt es importante contar con las materias primas necesarias para poder transformar la materia en un producto terminado y, además, necesita de otros ingredientes facultativos.

2.2.4.1. Materias primas

- Leche

Es la materia prima básica para poder elaborar el yogurt, la cual, puede ser pasteurizada, parcialmente desnatada y leche concentrada o pasteurizada. La leche, es el producto que se extrae por las glándulas mamarias de la vaca y debe cumplir con los parámetros de calidad para que el producto pueda ser seguro, inocuo y de calidad. Si la leche es de mala calidad, el producto lácteo puede sufrir enranciamiento, provocando efectos negativos como, por ejemplo, la presencia de ácidos grasos libres (ácido caprílico, láurico, cáprico) que inhiben los cultivos lácticos. También existen agentes que impiden la proliferación de las bacterias en la leche como en el caso de los antibióticos o enfermedades que presente el propio ganado. Es importante mantener un control adecuado para evaluar la calidad de la materia prima con el fin de garantizar que el yogurt tenga las características deseables como el aroma, flavor, viscosidad, sea estable y tenga un alto valor nutritivo (Condon et al. 1988, p. 15).

- *Aditivos*

Dentro de los cultivos esenciales se encuentran el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*, que se usan para tener una adecuada fermentación y confieren al producto el aroma y sabor característico del yogurt.

Las leches fermentadas se elaboradas a partir de los siguientes microorganismos:

- Bacterias lácticas mesófilas
- Bacterias lácticas termófilas
- Mezcla de bacterias lácticas mesófilas
- Otros microorganismos

Dentro de las características de las bacterias ácido-lácticas se encuentran las siguientes:

Lactobacillus bulgaricus: es un bacilo que presenta alta acidificación, puede crecer a una temperatura de 45°C y tarda en reproducirse.

Streptococcus thermophilus: es una coco, tiene acidificación lenta, pero en la producción de yogurt actúa de manera veloz de forma conjunta con *Lactobacillus bulgaricus* (Condony et al. 1988, p. 15).

- *Adiciones facultativas*

- Las leches enteras, en polvo, semidescremada o desnatada se usan en una concentración de 5% en yogurt natural y de 10% para elaborar otros yogurts.
- Los agentes aromatizantes le brindan un aroma agradable a frutos y zumos al yogurt.
- La gelatina se coloca en la elaboración en un máximo de 3g por kg de yogurt, tanto en los yogurts de fruta como aromatizados.
- Los almidones comestibles se pueden añadir en una cantidad de 3g por kg en yogurts aromatizados, con zumos o frutas (Condony et al. 1988, p. 15).
- Estabilizantes y conservadores

- *Estabilizantes*

Son aditivos alimentarios que impiden la separación de los ingredientes de los alimentos manteniendo una condición uniforme del producto.

Las principales funciones que presentan los estabilizantes son:

- Mejoran la característica de viscosidad
- Modifican la textura, mejorando así la incorporación y distribución del aire, por el alimento.
- En el proceso de ultracongelación, previene la formación de cristales de hielo (Parra, 2012, pp.30-35).

Los estabilizantes más utilizados en la industria alimentaria incluyen los alginatos, las carragenas, las caseínas, la carboximetilcelulosa sódica (CMC) y las gomas xantana, guar y jataí. Los estabilizantes desempeñan importantes funciones, específicamente, en dos tipos de productos: helados y yogures (Parra, 2012, pp. 30-35).

- *Colorantes*

Son pigmentos que se añaden a un alimento y, además, el cuerpo puede llegar a sufrir diversas reacciones a estas sustancias. Existen dos tipos: naturales y artificiales.

- *Colorantes naturales*

Son sustancias que se extraen de materia prima ya sean de origen vegetal, animal o mineral. Su función es aportar color al yogurt, la cual, es una cualidad sensorial que llaman la atención del consumidor, ya que los productos más atractivos y agradables son los más consumidos. Dentro de esta clase se encuentran: carotenoides, antocianinas, betanina, clorofila, los mismos que se encargan de brindar color naranja, rosado, rojo, violeta, azul, etc.

Tabla 4-2: Pigmentos extraídos de fuentes naturales

PROCEDENCIA	PRINCIPIO ACTIVO
Achiote, <i>Bixa Orellana</i>	Bixia (carotenoide)
Cochinilla, <i>Dactylopius coccus</i>	Ac. Carmínico
Mortiño, <i>Vaccinium myrtillus L</i>	Antocianinas
Remolacha, <i>Beta Vulgaris</i>	Betanina
Pimiento rojo, <i>Capsicum annuum</i>	Capsantina – Carotenoide
Zanahoria, <i>Daucus carota</i>	B-caroteno (carotenoide)
Plantas verdes	Clorofila

Fuente: (González et al. 2013).

- Colorantes artificiales

Dentro de las ventajas de este grupo de colorantes se encuentra que son más resistentes a variaciones de pH, tratamientos térmicos y son menos sensibles a luz. El uso de estos colorantes artificiales está regulado por normas y reglamentos para garantizar su uso correcto.

Tabla 5-2: Colorantes permitidos en la industria láctea INEN-CODEX 192:2013

NUMERO SIN	COLORANTES	DOSIS (mg/Kg)
100 (i)	Curcumina	300
101(i)	Riboflavina sintética	300
120	Carmines	150
124	Rojo Cochinilla	150
129	Rojo Allura AC	300
133	Azul brillante FCF	150
141 (ii)	Clorofilas complejas cúpricos	50
143	Verde sólido FCF	100
150c	Caramelo III- Caramelo al Amoníaco	2000
150d	Caramelo IV- Caramelo al sulfito	2000
160 ^a (I)	Carotenos, beta, sintético	150

Fuente: (CODEX, 2013).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022

2.2.5. Normativa de calidad del yogurt

Las normas de calidad del yogurt son normativas básicas donde se establecen los lineamientos que debe cumplir este producto y los requisitos de calidad para tanto para su elaboración como para la comercialización.

2.2.5.1. Normativa nacional

La NTE INEN 2395 sobre leches fermentadas: requisitos, menciona que dentro de los requisitos generales para el yogurt se encuentran los siguientes (NTE INEN 2011, p. 5):

- Se puede añadir azúcares, edulcorantes permitidos, frutas secas, pulpa de fruta y otros preparados con frutas.
- La fruta incorporada no debe ser menor al 5%
- Si se añaden frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico debe presentar características propias de estos elementos

A continuación, se indican los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de calidad:

Tabla 6-2: Parámetros fisicoquímicos de calidad en el yogurt

Requisitos	Entera		Semidescremada		Descremada		Método del ensayo
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Contenido de grasa	2,5%	-	1	<2,5%	-	<1%	NTE INEN 12
Proteína	2,7%	-	2,7%	-	2,7%	-	NTE INEN 16
Adulterantes	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500

Fuente: NTE INEN 2395.

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

Tabla 7-2: Parámetros de calidad microbiológicos en el yogurt

Requisitos	N	m	M	c
Coliformes (UFC /g)	5	10	100	2
<i>E. coli</i> (UFC /g)	5	<1	-	0
Mohos y levaduras (UFC /g)	5	200	500	2
n: muestras a examinar m: índice máximo para identificar buena calidad M: índice máximo para identificar un nivel aceptable de calidad c: muestras que se permiten con resultados entre m y M				

Fuente: (NTE INEN, 2395).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

2.2.5.2. Normativas internacionales

- *Norma oficial mexicana NOM 181-SCFI-2010*

Esta normativa sobre el yogurt: denominación y especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas determinó los parámetros de calidad para poder asegurar que los productos elaborados a nivel nacional tengan los requisitos necesarios para garantizar la seguridad y protección del consumidor. A continuación se indican los parámetros físico-químicos y microbiológicos (LEGISMEX 2021, p. 9):

Tabla 8-2: Parámetros fisicoquímicos de los tipos de yogurt

Requisitos	Entera		Saborizado		Con fruta u otro alimento		Método del ensayo
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Proteína %	3,1%	-	2,5%	-	2,2%	-	NOM-155-SCFI-2012
Grasa butírica %	-	7	-	7	-	7	NOM-086-SSA1-1994
Acidez titulable %	0,5%	-	0,5%	-	0,5%	-	NOM-243-SSA1-2010
Sólidos lácteos no grasos	8,25	-	-	-	-	-	NOM-155-SCFI-2012

Fuente: LEGISMEX, 2012.

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

Tabla 9-2: Parámetros de calidad microbiológicos en los tipos de yogurt

Requisitos	Min	Max
<i>Streptococcus termophilus</i> (UFC /g)	107	-
<i>Lactobacillus. desblueckii</i> (UFC /g)	107	-
Si se colocan cultivos adicionales deben tener como mínimo 106 UFC/g		

Fuente: LEGISMEX, 2012.

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022

- *Normativa española BOE-A-2014-4515*

Esta norma de calidad tiene por objeto el establecimiento de las normas básicas de calidad para la elaboración y comercialización del yogurt. Es importante que el yogurt cumpla con los siguientes requerimientos (BOE, 2014, p. 3):

- Yogurt con zumos o frutas: cantidad mínima de yogurt de 70%
- Yogurt aromatizado: cantidad mínima de yogurt de 80%
- El etiquetado del yogurt debe cumplir con la normativa del “etiquetado de los productos alimentarios”

Tabla 10-2: Parámetros asociados a la composición y calidad del yogurt

Requisitos	Entero		Semidesnatado		Desnatado	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
pH	4,6	-	4,6	-	4,6	-
Materia grasa	2%	-	0,5%	2%	-	0,5%
Extracto seco magro	-	8,5%	-	8,5%	-	8,5%

Fuente: (BOE, 2014).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

2.2.6. Importancia industrial del yogurt

De acuerdo con la Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de leche proporciona un ingreso de efectivo para todos los países que la producen, además, en los países en desarrollo, los animales lecheros suelen ser el único activo que dispone la población dedicada a la agricultura. Esta industria también aporta beneficios económicos no comercializados, como es el caso del estiércol para su uso como fertilizante o en la explotación como combustible. Por otro lado, la elaboración de diversos productos lácteos, es una de las actividades más importantes a nivel industrial ya que permite el aumento de la economía en cada país (FAO, 2022, p. 1).

Uno de los productos lácteos elaborados a gran escala es el yogurt, ha cual, ha tenido una alta demanda en el mercado, por lo que, se ha visto la necesidad de innovar la industria láctea con la elaboración de productos diferentes y que cumplan los parámetros de calidad. A nivel de Ecuador, en el año 2020 la industria ecuatoriana de lácteos captó alrededor del 31% de la producción nacional de leche con el fin de elaborar yogur, produciendo 4,08 millones de litros de yogurt diarios. En cuanto a su distribución se considera que, se entrega un 44,6% a nivel de tiendas y bodegas y el 41,9% en supermercados (Alvear, 2018, p. 13).

En la industria láctea ha jugado un rol importante la publicidad y la promoción de las diversas propiedades alimenticias, de acuerdo al Centro de la Industria Láctea, en el año 2018, el país alcanzó una producción de 120,000 litros diarios, sin embargo, para este año ha incrementado a 150,000 litros de yogurt diarios (Alvear, 2018, p. 14).

2.3. Edulcorantes

2.3.1. Definición

Los edulcorantes son sustancias que aportan dulzor al producto y existen dos tipos: los nutritivos aportan propiedades beneficiosas al hombre y se usan como ingredientes en alimentos mientras que, los no nutritivos poseen un alto contenido de edulcorante, no aportan beneficios a la salud humana y son considerados como aditivos (Bazán, 2010, p. 22).

Para el autor (Peñañiel, 2014, p. 96) en su investigación sobre la “Elaboración de yogurt light con Stevia como edulcorante”, se realizó el análisis de los niveles de Stevia y se aplicó el test sensorial aceptabilidad con 30 panelistas, obteniendo que, el mejor tratamiento fue el que tuvo 25% de Stevia, dando buenas características como sabor y textura del yogurt (Peñañiel, 2014, p. 46).

2.3.2. Clasificación de los edulcorantes

A continuación, se presenta la clasificación de los edulcorantes más utilizados a nivel industrial:

Tabla 11-2: Clasificación de los edulcorantes

EDULCORANTES					
Calóricos				Libres de calorías	
Azúcares	Edulcorante natural	Azúcares modificados	Alcoholes de azúcar	Edulcorante natural	Edulcorante artificial
-sacarosa	-miel	-azúcar invertido	-xilitol	-stevia	-sucralosa
-glucosa	-sirope de arce	-caramelo	-sorbitol	-pentadina	-aspartame
-fructosa	-coco		-lactitol	-taumatina	-ciclamato
-dextrosa	-azúcar de palma				-sacarina
-sucromalat					-neotamo
-maltosa					

Fuente: García et al. 2013.

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

2.3.3. Tipos de edulcorantes

2.3.3.1. Edulcorantes calóricos

Son aquellos que proporcionan hasta 4 calorías por gramo, como el jarabe de maíz, dextrosa, glucosa, azúcares invertidos y polioles de baja energía como por ejemplo el sorbitol, xilitol y manitol.

- Edulcorantes provenientes del azúcar

Sacarosa: es un tipo de disacárido que se compone de glucosa y fructosa, suministra alrededor de 4 kcal/g y proviene de la caña de azúcar, ya que durante la refinación se extraen los pigmentos amarillentos y marrones. La melaza es considerada como un producto menos refinado.

Fructosa: es un tipo de monosacárido que provee alrededor de 4 kcal/g y se encuentra principalmente en las frutas. Esta sustancia es fabricada mediante un proceso de isomerización de la dextrosa en el almidón de maíz.

Polioles (alcoholes de azúcar): son usados para sustituir a los edulcorantes del azúcar y son beneficiosos para la salud ya que son bajos en calorías. Algunos ejemplo son manitol, sorbitol y

xilitol, además, su consumo puede causar diarrea en el ser humano ya que la absorción de estas sustancias es lenta (Gaona 2017, p. 25).

2.3.3.2. Edulcorantes no calóricos

Estos aditivos de igual forma son beneficiosos al proporciona poca energía y permiten llevar un mejor control del peso, el nivel de la glucosa y previene las caries dentales. También aportan un sabor dulce y puro, son seguros, estables y compatibles con otros ingredientes alimenticios. Las combinaciones pueden reducir la cantidad de edulcorante que se añade al producto y mejora el dulzor (Gaona, 2017, p. 25).

2.3.4. Métodos de obtención

2.3.4.1. Extracción por medio de solventes orgánicos

Para realizar la extracción por solventes orgánicos, se extrae mediante los alcoholes de 4-8 átomos de carbono como el metanol. Varía las condiciones de extracción, es decir, la temperatura y el tiempo, además, depende del solvente utilizado. El solvente más utilizado es el metanol, ya que incrementa la eficacia del proceso y la separación de los esteviósidos de la Stevia. Los métodos aplicables a la extracción del edulcorante Stevia mediante el empleo de solventes orgánicos son los siguientes:

- Maceración
- Lixiviación
- Extracción por Soxhlet

2.3.4.2. Extracción en condiciones supercríticas

La extracción en condiciones supercríticas se emplea a nivel industrial, debido a que se incrementa el poder del solvente al lograr una penetración a nivel microporo en la hoja seca, lo que representa una mayor capacidad de extracción en comparación de los otros dos métodos. Como ejemplo de ello, es el método de Kienle (1992) que se efectúa mediante CO₂ presurizado y el cual se lleva a cabo en dos etapas, la primera es la extracción de parte de los compuestos responsables del sabor amargo y la segunda la extracción de los glucósidos (Martínez, 2014, pp.17-18).

2.3.4.3. *Extracción mediante un medio acuoso*

Se puede llevar de dos maneras diferentes, es decir, a través de la infusión o la destilación por arrastre de vapor. Para la infusión, consiste en agregar agua caliente a las hojas en este caso la Stevia en un recipiente, se deja reposar en un tiempo determinado, para de esa manera los glucósidos contenidos en las hojas. Para el arrastre de vapor, se efectúa en una columna de destilación en tres etapas lo que consiste en el calentamiento de la mezcla de las hojas con el solvente, en la parte baja de la columna, para dar lugar a un vapor rico en la esencia de las hojas, mientras que por la parte superior de dicha columna descende agua fría para condensar parte del vapor y hacer que éste sea en cada etapa de la columna cada vez más rico en la esencia de interés (Martínez, 2014, pp.17-18).

2.3.5. *Normativa*

De acuerdo con la Unión Europea, para autorizar el uso de edulcorantes tienen que realizar estrictos exámenes del Comité Científico para la Alimentación Humana (SCF), que es el organismo que dictamina si el producto se puede utilizar, y fija la Ingesta Diaria Admisible (IDA, o ADI en inglés).

Los edulcorantes se evalúan de acuerdo con el alimento y la dosis máxima permitida, los criterios de pureza y las características que poseen cada uno de ellos. Las directivas y los reales decretos correspondientes son: Edulcorantes Autorizados: Directiva 94/35/CE, Modificación 96/83/CE, ratificada por el Real Decreto 2002/1995 de 7 de dic., Modif. 2027/1997 de 26 de dic. Criterios de Pureza: Directiva 95/31/CE; Modificaciones 98/66/CE y 2000/51/ CE, ratificada por el Real Decreto 2106/ 1996 de 20 de sept., Modificación 1116/1999 (Bara, 2020, p. 1-4).

Para identificar los aditivos alimentarios tanto en la legislación como en las etiquetas de los alimentos, la Unión Europea asigna a cada producto un número. En el caso de los edulcorantes, son los siguientes:

Edulcorantes de Volumen

Sorbitol	E-420
Manitol	E-421
Isomal	E-953
Maltitol	E-965
Lactitol	E-966
Xilitol	E-967

Edulcorantes Intensos

Acesulfamo potásico	E-950
Aspartamo	E-951
Ciclamato	E-952
Sacarina	E-954
Taumatina	E-957
Neohesperidina DC.....	E-959

2.3.6. Usos industriales

2.3.6.1. Acesulfamo K

Es un tipo de edulcorante no calórico, que es unas 130-200 veces más dulce que la sacarosa.

Beneficios:

- Sabor dulce y perceptible.
- Buena duración y tiene estabilidad en la preparación y el procesamiento de los alimentos
- Es resistente al calor
- No causa caries dentales.
- Es un producto apto para los diabéticos.
- Es sinérgico si se combina con otros edulcorantes de bajas calorías ya que las combinaciones le suman dulzor
- Intensifica aún más los sabores

Aplicaciones

Pueden ser usados en diversas áreas como, por ejemplo:

- En bebidas carbonatadas y no carbonatadas
- En la elaboración de néctares de frutas
- Para elaborar concentrados para bebidas
- Edulcorantes de mesa
- Elaboración de productos lácteos
- Dulces y Mermeladas
- Productos horneados
- Confituras
- Chiclos o goma de mascar

- Vegetales en conserva
- Mariscos como pescado marinado
- Helados
- Postres y gelatinas
- Conservas de frutas
- Productos de limpieza como pasta dental y enjuague bucal
- Productos farmacéuticos (Gaona 2017, p. 29).

2.3.6.2. *Alitamo*

Es uno de los edulcorantes con mayor intensidad y está formado por aminoácidos ácido Laspártico y D-alanina unido a un grupo amino. Se considera que, es 2000 a 3000 veces más dulce que la sacarosa.

Beneficios

- Tiene un sabor dulce puro con un perfil de dulzura similar al azúcar.
- Tiene una excelente estabilidad cuando se encuentra a altas temperaturas por lo que usa en comidas y productos horneados.
- Es apto para su uso en diabéticos.
- Se considera seguro para los dientes.
- Tiene efecto sinérgico al combinarse con otros edulcorantes de bajas calorías como, por ejemplo: la sacarina, el acesulfame K y el ciclamato (resultan más dulces por la suma de los edulcorantes individuales). (Gaona 2017, p. 30).

Aplicaciones

El alitamo se caracteriza por su potencial al usarse en diversas áreas en las que se utilizan edulcorantes, como se indica a continuación:

- En productos horneados o en mezclas para hornear
- En polvos usados para preparar bebidas
- Postres congelados y en polvos usados para prepararlos
- Caramelos o goma de mascar
- Bebidas frías y calientes
- Preparaciones elaboradas con frutas
- Edulcorantes de mesa
- Productos de higiene como pasta dental y enjuague bucal

- En productos farmacéuticos
- En elaboración de productos lácteos

Se recomienda una ingesta diaria aceptable de 0-1 mg/kilo de peso corporal (según JECFA).

2.3.6.3. *Aspartamo*

Es otro edulcorante de bajas calorías y se caracteriza por ser 200 veces más dulce que el azúcar.

Beneficios

- Su sabor es similar al azúcar.
- Intensifica los sabores principalmente de los citrus y otras frutas.
- Baja el índice de calorías en los alimentos y las bebidas al sustituir el azúcar
- Se considera que, una pequeña cantidad de aspartamo, bajo en calorías, produce el mismo grado de dulzor que la cuchara de té de azúcar que tiene 16 calorías.
- No causa caries dentales (Gaona 2017, p. 30).

Aplicaciones

El aspartamo es ampliamente usado para endulzar diversos alimentos y bebidas y también se usa como edulcorante de mesa. A nivel industrial se usa en los siguientes casos:

- Refrescos carbonatados
- Elaboración de jugos
- Jaleas, budines, rellenos
- Cereales para el desayuno
- Postres y pasteles
- Endulzante de mesa (en polvo y en tabletas)
- Polvos para la elaboración de refrescos
- Chile o goma de mascar
- Conservas de frutas
- Elaboración de aderezos
- Postres congelados
- Productos derivados de la leche
- Dulces y mermeladas
- Confituras
- Bebidas calientes chocolatadas

- Multivitaminas
- Productos farmacéuticos
- Pastilla de menta

2.3.6.4. *Sacarina*

Es un tipo de edulcorante no calórico, el cual, fue descubierto en 1879 y ha sido usado comercialmente para dar dulzor a alimentos y bebidas a partir del siglo XX. Sin embargo, su uso se incrementó en gran medida en las guerras mundiales debido a la escasez de azúcar. Se considera que, es 300-500 veces más dulce que la sacarosa y se caracteriza porque tiene lenta absorción, no metaboliza, se excreta rápidamente y no produce ningún cambio en los riñones.

Beneficios

- Disminuye las calorías en los alimentos y las bebidas al sustituir el azúcar por la sacarina.
- Es muy estable y dispone de una adecuada vida útil.
- Es apropiado para cocinar y hornear.
- No causa caries dentales.
- Se recomienda su uso en casos de diabetes.
- Tiene efecto sinérgico al combinarse con otros edulcorantes de bajas calorías (las combinaciones potencian el dulzor) (Gaona 2017, p. 31).

2.3.6.5. *Sucralosa*

Es el nombre que se le ha dado a un nuevo edulcorante de alta intensidad que se deriva del azúcar común. Se considera que, es 600 veces incluso más dulce que el azúcar, no sufre transformación en el organismo y no aporta calorías.

Beneficios

La sucralosa tiene buen dulzor, es soluble en agua y presenta excelente estabilidad en la elaboración de diversos alimentos procesados y bebidas. También presenta un efecto edulcorante sinérgico y al combinarse con azúcar, la sucralosa sufre hidrólisis en solución, cuando está bajo condiciones extremas de acidez y temperatura, además, no causa caries dentales (Gaona 2017, p. 31).

Aplicaciones

- Uso en edulcorantes de mesa
- Frutas procesadas
- Para elaborar bebidas carbonatadas
- En bebidas no carbonatadas
- Chiclos o goma de mascar
- Productos que son horneados
- Productos de mezcla seca
- Para elaborar untables de frutas
- En productos lácteos
- Postres congelados
- Aderezos para colocar en ensaladas (Gaona 2017, p. 32).

2.3.6.6. *Steviosida*

Este edulcorante proviene de las hojas de *Stevia rebaudiana*. La estevia es originaria de las regiones de Sudamérica, aunque también crece en diversos países asiáticos. Se caracteriza por ser un glucósido formado por un alcohol carboxílico diterpénico, tres moléculas de glucosa y una de steviol. No tiene calorías y es 100 a 150 veces más dulce que el azúcar, además, el dulzor del steviosida va acompañada por un regusto alicorado.

Aplicaciones

- Las hojas de la planta stevia han sido ampliamente usadas por siglos en Brasil y Paraguay con el fin de endulzar alimentos y bebidas (Gaona 2017, p. 32).

2.4. Algarrobina

2.4.1. *Definición*

La algarrobina es un endulzante natural, que se caracteriza por ser un extracto acuoso que contiene gran cantidad de azúcar obteniendo hasta 75-78° Brix, presentando un color marrón brillante y oscuro (Grados et al., 2000, p. 31).

2.4.2. *Clasificación botánica*

2.4.2.1. *Género*

- *Prosopis L.* es un género descrito dentro de *Fabaceae, subfam. Mimosoideae* y engloba a 47 especies divididas en cinco secciones.
- Todas las especies tienen su origen en territorios áridos y semiáridos de América y en ciertas zonas de África y el sudeste de Asia.
- Las especies son arbustos y árboles, encontrando de forma menos frecuentes a subarbustos, que son normalmente xerófilos y espinosos.
- Las hojas suelen ser bipinnadas y las plantas pueden formar flores pequeñas, actinomorfas, pentámeras y hermafroditas.
- El fruto es un tipo de legumbre carnosa (Dostert et al. 2012, p. 3).

2.4.2.2. *Morfología*

- *P. pallida* se caracteriza por ser un árbol siempreverde que alcanza una altura de 20 m y puede crecer también como arbusto bajo ciertas condiciones desfavorables.
- La planta puede formar espinas estipulares axilares de un largo de 4 cm aproximadamente (a veces también sin espinas).
- Las hojas son de color verde grisáceo cuando están en estado seco, son bipinnadas y finamente pubescentes, glabras o ciliadas; el peciolo y raquis varía entre 0,8 a 4,5 cm de largo y finamente son pubescentes; en el caso de las láminas alcanzan hasta 1,5—6 cm de largo, con glándulas cupuliformes en cada una de la ramificación de cada par de foliolos, teniendo en total de 6—15 pares de foliolos.
- Las flores se caracterizan por ser pentámeras, hermafroditas (a veces estériles), actinomorfas, verde amarillentas y pueden tener un largo de 4 a 6 mm, el cáliz tiene forma es ciliada, de 0,5 hasta 1,5 mm de largo, los pétalos son largos de 2,5 a 3 mm, son libres y villosos por dentro, los estambres tienen una longitud de 5 a 7 mm de largo, mientras que, el ovario es villosos y estipitado.
- El fruto denominado también “algarroba” es una legumbre indehiscente, que se encuentra relleno de una pulpa de sabor dulce, es recto o ligeramente falcado, presenta un color amarillo paja durante su tiempo de madurez, tiene márgenes paralelos, pedunculado con una base redonda y a veces puede ser cuadrangular en corte transversal (Dostert et al. 2012, p. 3).

2.4.2.3. *Composición nutricional*

El extracto acuoso de la algarrobina está constituido por carbohidratos, especialmente sacarosa.

Tabla 12-2: Composición nutricional de la algarrobina

Nutriente	Composición
Proteínas (%)	5.2
Carbohidratos totales (%)	67
Azúcares (%)	50
Fibra dietética soluble (%)	0.5
Calcio (%)	0.2
Fosforo (%)	0.2
Hierro (%)	20
Vitamina B2 (mg/kg)	1
Vitamina B6 (mg/kg)	2

Fuente: (Serra 2016, p. 5).

2.4.2.4. *Obtención*

- Selección y pesado

Para la selección de las vainas de algarroba se usa una malla y una persona debe encargarse de seleccionar la materia prima que se usará para la producción de algarrobina. Luego se desechan las algarrobas que estén picadas, verdes o que presenten manchas negras, también se eliminan aquellas que tengan cuerpos extraños como hojas, piedras y tallos. Las vainas selectas son colocadas en sacos y finalmente se pesan según los kilogramos que se van a producir (Serra, 2016, p. 37).

- Lavado

Las algarrobas deben lavarse de forma manual con agua potable en lavatorios o tinajas, esto se realiza dos o tres veces con el fin de eliminar las impurezas de la materia. Además, no se debe mantener las vainas por mucho tiempo en el agua debido a que empiezan a perder azúcares que sean solubles (Serra, 2016, p. 38).

- Extracción

Para la extracción se coloca la algarroba y el agua en un perol, en la proporción adecuada según el productor y se hierve. Generalmente se utilizan cocinas ya sean de adobe y leña o cocinas industriales a gas. Es importante que, durante el proceso se agite el contenido de forma constante con la ayuda de una espátula o palo para lograr la cocción de toda la materia. Esta etapa dura

aproximadamente 2 horas y media y al transcurrir este tiempo, las algarrobas toman un color marrón oscuro y se vuelven blandas a causa de la extracción de azúcares (Serra 2016, p. 38).

- Prensado

Para poder aumentar el rendimiento del jugo de algarroba que se obtiene en la primera cocción, se deben sacar las vainas húmedas del perol y se procede a colocar en la bandeja de una prensa para poder extraerles más cantidad de jugo.

Un operario debe ser el encargado de realizar el prensado de la algarroba que consiste en girar el tornillo de la prensa, luego cuando desciende una plancha de acero se presiona la masa de algarroba y se extrae la mayor cantidad de jugo. Con este proceso se obtiene el bagazo de algarroba y varios productores suelen poner a secar el bagazo para venderlo como alimento para el ganado (Serra 2016, p. 39).

- Filtración

Se realiza la mezcla del jugo obtenido en la primera cocción y del presado. Este líquido es colado mediante una tela muy fina de organza para poder retener la mayor cantidad de partículas sólidas presentes en el caldo (Serra 2016, p. 39).

- Concentración

Para concentrar el jugo, se coloca el líquido en un perol y se hierve por 2 horas y media para evaporar el agua y lograr la obtención de un líquido concentrado. El producto final debe alcanzar una concentración de 76 a 80 °Brix, el cual, se mide con un refractómetro y en caso de no contar con el instrumento la experiencia práctica lo puede determinar. El concentrado se debe remover de forma constante para evitar que los azúcares se quemen (Serra, 2016, p. 40).

- Homogeneizador

Cuando la algarrobina ha alcanzado espesura, se la coloca en una máquina homogeneizadora con el objetivo de mezclar el producto final para obtener distintos batches realizados, ya que los lotes obtenidos no siempre consiguen la misma concentración y el homogeneizador consigue un producto final mucho más uniforme. Además, esta máquina tiene un sistema de enfriamiento que permite que baje la temperatura del alimento y con un caño ubicado en la parte inferior se pueden llenar los envases del producto final (Serra, 2016, p. 41).

- Envasado

La algarrobina es colocada en diferentes envases y se puede envasar en botellas, potes, frascos de vidrio y baldes de plásticos o sachets. Es importante que el producto se envase cuando tenga una temperatura de 40- 50 °C aproximadamente, con el fin que la algarrobina fluya rápidamente. Una vez lleno el envase, se debe sellar y se etiqueta (Serra 2016, p. 42).

- Almacenamiento de producto final

Una vez envasado el producto se coloca en un almacén para su posterior distribución y venta (Serra 2016, p. 43).

2.4.3. Normativa

2.4.3.1. Norma Técnica Peruana 209.600

Establece la terminología, la clasificación y los requisitos que debe cumplir la algarrobina, producto que es elaborado a partir de la algarroba y destinado para el consumo del ser humano.

Tabla 13-2: Parámetros fisicoquímicos de la algarrobina pura

Determinación	Rango	Método analítico
Humedad	20% - 30%	AOAC 925.45 B
Sólidos solubles	75°Brix – 80 °Brix	AOAC 932.14C
Cenizas	3% - 6%	AOAC 900.02 A
Proteína bruta	5% - 6%	AOAC 920.176
Sólidos insolubles	0,4%-0,8%	AOAC 22.020
pH	4-5,5	AOAC 945.27
Densidad	1,3g/cm ³ -1,4 g/cm ³	AOAC 970.56
Azúcares totales	40%-60%	AOAC 930.36
Azúcares reductores	8%-11%	AOAC 930.36

Fuente: (NTP 209.600, 2022).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

Tabla 14-2: Parámetros fisicoquímicos de la algarrobina dulce

Determinación	Rango	Método analítico
Humedad	20% - 30%	AOAC 925.45 B
Sólidos solubles	70°Brix – 80 °Brix	AOAC 932.14C
Sólidos insolubles	0,4%-0,8%	AOAC 22.020
Azúcares totales	40%-60%	AOAC 930.36
Azúcares reductores	8%-11%	AOAC 930.36

Fuente: (NTP 209.600, 2022).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

Tabla 15-2: Parámetros microbiológicos

Determinación	Limite permisible (UFC/g)	Método analítico
<i>Aerobios mesófilos</i>	10 ²	AOAC 966.23C
<i>Hongos y Levaduras</i>	10 ²	FDA/FCSAN BAM
<i>Coliformes totales</i>	10 ²	FDA/FCSAM BAM
<i>Coliformes fecales</i>	0	FDA/FCSAM BAM

Fuente: (NTP 209.600, 2022).

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

2.4.4. Producción y usos industriales

Según diversos estudios la algarrobina es un endulzante ampliamente usado, pero también se puede utilizar como saborizante para bebidas en una concentración al 10% en productos que tienen en su composición leche de soya, para elaborar yogur se utiliza al 8% y para otros productos lácteos como el manjar, donde se usa leche fresca, entera, azúcar y algarrobina al 6%, para elaborar manjar de leche de soya se usa este endulzante al 14%, dando una característica particular al producto final (Serra, 2016, p. 15).

La algarrobina puede ser consumida como estimulante si se toman cucharadas directamente y también se usan en la elaboración de yogurt, bebidas, galletas, helados, pastelería, etc. Los beneficios que considerar son los siguientes:

- Es un agente energizante o estimulante.
- Mejora la actividad a nivel cerebral.
- Ayuda a que se fortalezcan los huesos al aportar calcio.
- Ayuda al funcionamiento cardiaco.
- Es un agente antioxidante.
- Puede reforzar el sistema nervioso.

- Aporta grandes propiedades en la etapa de la menopausia de las mujeres (Sánchez et al. 2013, p. 5).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El trabajo de investigación experimental se llevó a cabo en la Planta de Lácteos de la Estación Experimental Tunshi, ubicada a 15,2 km, Parroquia Licto, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Los análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en los laboratorios tanto de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, como de Multianalityca S.A. ubicados en las ciudades de Riobamba y Quito, respectivamente. Esta investigación tuvo una duración de 50 días aproximadamente.

3.2. Unidades experimentales

Se utilizó 16 unidades experimentales, cada unidad experimental tiene un tamaño de 2 litros dándonos un total de 32 litros.

3.3. Materiales, equipos e insumos

3.3.1. *Materiales*

- Mascarilla
- Guantes
- Mandil
- Cofia
- Acidómetro
- Termómetro
- Vasos de precipitación
- Tubos de ensayo
- Cajas Petri
- Pipetas
- Placas Petri film
- Probetas
- Gradillas para tubos de ensayo
- Bureta

- Matraz Erlenmeyer
- Cepillos para lavar recipientes

3.3.2. Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Butirómetro de Gerber-van Guilk
- Centrifuga
- Equipo de Kjeldahl
- Autoclave
- Incubador regulable
- pH-metro
- Contador de colonias

3.3.3. Insumos

- Cultivo láctico
- Agua de peptona tamponada
- Solución 0,1 N de hidróxido de sodio
- Leche
- Jarabe de algarrobina

3.4. Tratamientos y diseño experimental

3.4.1. Tratamientos

Se evaluó la adición de tres niveles de algarrobina en la elaboración de yogurt, frente a un control de aditivo distribuidos en 4 tratamientos con 4 repeticiones.

Tabla 16-3: Esquema del experimento

Tratamientos (Algarrobina)	Código	Repeticiones	T.U.E (L)	Total
0%	T0	4	2	8
8%	T1	4	2	8
16%	T2	4	2	8
24%	T3	4	2	8
Total				32

*TUE: Tamaño de la unidad experimental (2 L)

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

3.4.2. *Diseño Experimental*

Para el análisis de los datos se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual corresponde al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : valor estimado de la variable

μ : media general

τ_i : efecto de los niveles de edulcorante de la algarrobina

ϵ_{ij} : Error experimental o efecto de la aleatorización de los tratamientos en el campo Experimental.

3.5. Mediciones experimentales

3.5.1. *Análisis fisicoquímico*

- pH
- Proteína cruda
- Grasa
- Acidez
- Sólidos Totales

3.5.2. *Análisis microbiológico*

Según (INEN 2395, 2011) para leches fermentadas, se realizará los siguientes análisis:

- *Coliformes totales, UFC/g*
- *Recuento de E. coli, UFC/g*
- *Recuento de mohos y levaduras, UPC/g*

3.5.3. *Análisis sensorial*

- Olor
- Color
- Sabor
- Textura
- Viscosidad

3.5.4. *Análisis económico*

- Costo de producción
- Beneficio/costo

3.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

En el presente trabajo experimental se analizó los resultados obtenidos del laboratorio a través de las siguientes pruebas estadísticas:

- Estadística descriptiva
- Análisis de varianza (ADEVA)
- Separación de medias según DUNCAN ($P \leq 0,05$)
- Escala hedónica
- Prueba no paramétrica de Friedman

Tabla 17-3: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	GL
Total	31
Tratamientos	3
Error	28

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

3.7. Procedimiento experimental

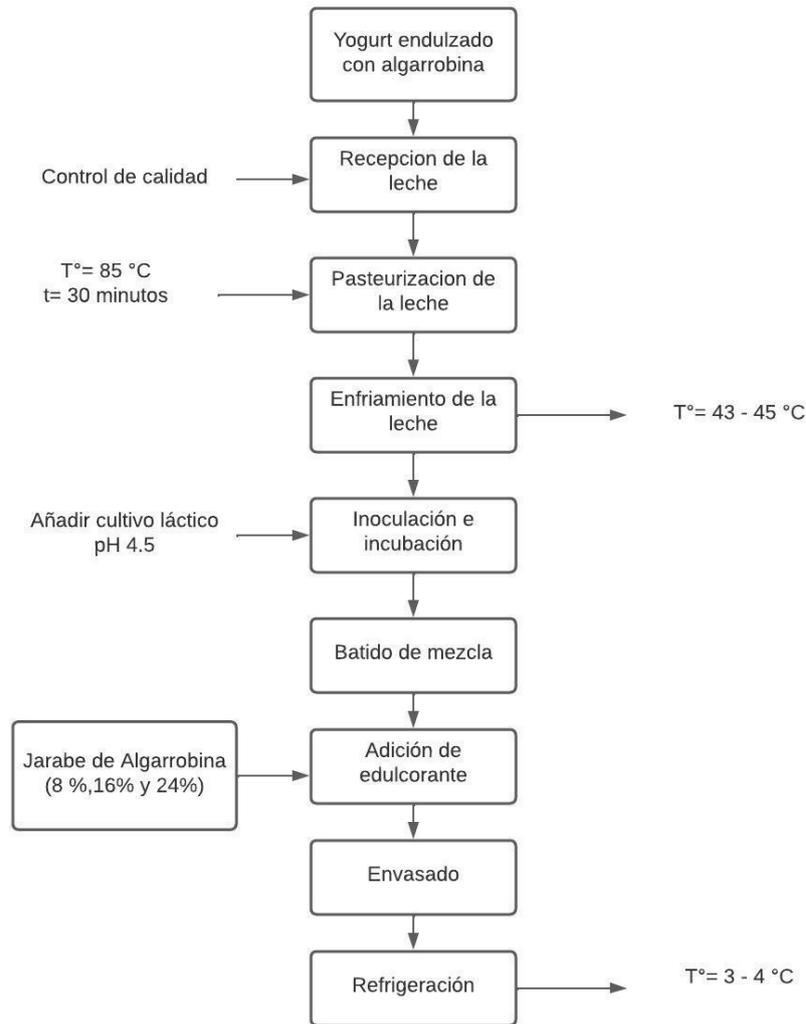


Ilustración 1-3: Elaboración de yogurt tipo I endulzado con algarrobina

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

- **Recepción de la leche:** Se realizó el control de calidad de la leche fluida. Se filtró la leche a través de un cedazo para eliminar las impurezas.
- **Pasteurización:** Se pasteurizó a 85 °C por 30 minutos.
- **Enfriamiento:** Se enfrió la leche a temperatura de 43 a 45 °C para añadir los ingredientes.
- **Inoculación:** Se inoculó el fermento para yogurt y se dejara reposar hasta que alcance un pH de 4.5
- **Batido:** Se realizó un batido al producto ya formado.
- **Adicionar el edulcorante:** Se adicionó la algarrobina a 8%, 16% y 24%.
- **Envasado:** Se envasó en recipientes adecuados.
- **Refrigeración:** Se conservó a 4 - 5 °C.

3.7.1. Formulación

En la tabla 18-3 se redacta la formulación del yogurt endulzado con algarrobina, en el cual se utilizó para 2 litros de yogurt los siguientes ingredientes: T0 con 2 litros de leche, 1,16 g de fermento láctico, 80 g de panela y sin aditivo de endulzante natural; T1 con 2 litros de leche, 1,16 g de fermento láctico y 0,16 L de algarrobina; T2 con 2 litros de leche, 1,16 g de fermento láctico y 0,32 L de algarrobina; T3 con 2 litros de leche, 1,16 g de fermento láctico y 0,48 L de algarrobina.

Tabla 18-3: Formulación de yogurt tipo I utilizando algarrobina como edulcorante

Formulación	Niveles de algarrobina			
	0.00%	8%	16%	24%
Leche, L	2	2	2	2
Algarrobina, L	0,00	0,16	0,32	0,48
Fermento láctico, g	1,16	1,16	1,16	1,16
Panela, g	80	0.0	0.0	0.0

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

3.8. Metodología de evaluación

De acuerdo con la norma (INEN 2395, 2011) se llevará a cabo las siguientes mediciones experimentales:

3.8.1. Análisis fisicoquímicos

3.8.1.1. pH

Para determinar el pH del yogurt se necesita de un pH-metro el cual posee un electrodo de vidrio que mide el cambio eléctrico del alimento (INEN 973, 1983, p. 1).

3.8.1.2. Proteína cruda

Según la norma (NTE INEN 16, 2015, p. 2) para determinar el contenido de nitrógeno que posee la muestra, se utiliza H_2SO_4 , el cual ayudara a la digestión de la muestra convirtiéndole la proteína en $(NH_4)_2SO_4$, a ello se llegara a un punto de ebullición por la adición de K_2SO_4 mas Cu que ayudara a acelerar la reacción.

3.8.1.3. Grasa

De acuerdo con la norma (NTE INEN 12, 1973, p. 2) para determinar la grasa por el método Gerber, se procede a separar la materia grasa a través de la acidificación y centrifugación, y se realiza una lectura directa del butirómetro.

3.8.1.4. Acidez (% ácido láctico)

De acuerdo con la norma (NTE INEN 13, 1973, p.1), para determinar la acidez que contiene la muestra se realiza a través de una solución de hidróxido de sodio y como indicador la fenolftaleína, en el cual, se observara un cambio de color que indica el valor de ácido láctico contenido en el producto.

3.8.1.5. Sólidos Totales

De acuerdo con la Norma (NTE INEN 014, 2008) los sólidos totales resultan de la desecación de la leche, este proceso se da a través de la evaporación, en el cual, se lleva una cierta cantidad de leche a la estufa a un tiempo de 30 minutos y al final se pesa el residuo, siendo el resultado los sólidos totales.

3.8.2. Análisis microbiológicos

3.8.2.1. Coliformes totales, UFC/g

Este método utiliza la técnica del recuento en placa por siembra en profundidad en agar Cristal Violeta-rojo neutro Bilis (VRB) o similar y una temperatura de incubación de 30 °C para productos refrigerados y 35 °C para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por 24h (NTE INEN 1529-7, 1990, p. 1).

3.8.2.2. Recuento de *E. coli*, UFC/g

Los tubos que presentan opacidad o producción de gas en el medio líquido de enriquecimiento selectivo y cuyos subcultivos han producido gas en Caldo EC e indol de peptona a 44°C, se considera que contiene *Escherichia coli* presuntiva (NTE INEN 1529-8, 2016, p.2).

3.8.2.3. Recuento de mohos y levaduras, UPC/g

Establece las condiciones que se deben aplicar para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un gramo o centímetro cúbico de muestra (NTE INEN 1529-10, 2013, p. 2)

3.8.3. Análisis sensoriales

Para realizar el análisis sensorial de acuerdo con (Surco & Alvarado, 2011, p. 80) se utilizará la prueba afectiva con una escala hedónica de 5 puntos, cada tratamiento se presentó a cien personas, es decir, panelistas no entrenados, y se les preguntó sobre su percepción con relación a cinco variables:

Tabla 19-4: Escala hedónica de 5 puntos

Puntaje	Calificación	Olor	Color	Sabor	Textura	Viscosidad
1	Me disgusta mucho					
2	Me disgusta moderadamente					
3	No me gusta ni me disgusta					
4	Me gusta moderadamente					
5	Me gusta mucho					

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

3.8.4. Análisis económico

3.8.4.1. Costo de producción

Para calcular el costo de producción se sumó el total de los costos de fabricación y gastos que resultó de la elaboración del yogurt endulzado con algarrobina, estos a su vez van a ser divididos para la cantidad total obtenida en cada tratamiento.

3.8.4.2. Indicador Beneficio/Costo (B/C)

El beneficio costo se obtuvo al dividir los ingresos totales con los egresos. Como se observa en la siguiente ecuación:

$$\text{Beneficio / Costo} = \text{Ingresos / Egreso}$$

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se procede a mostrar los resultados fisicoquímicos obtenidos en el experimento especificado del yogurt tipo I utilizando algarrobina como edulcorante.

Tabla 20-4: Resultados de análisis fisicoquímico del Yogurt

VARIABLES	Niveles de Algarrobina (%)				E.E	PROB.
	0	8	16	24		
pH	4,2a	4,18a	4,23a	4,18a	0,13	0,99
Proteína (%)	2,9a	2,9a	2,9a	2,9a	0,07	0,986
Grasa (%)	3,44a	3,44a	3,42a	3,42a	0,07	0,99
Acidez (%)						
ácido láctico)	0,48a	0,72c	0,70b	0,74d	3,10 ⁻³	<0,0001
Sólidos solubles (%)	16,1a	20,6b	24,7c	27,7d	0,01	<0,0001

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

4.8. Análisis fisicoquímicos

4.8.1. pH

El pH del yogurt no presentó diferencias estadísticas debido al efecto de los diferentes niveles de algarrobina, encontrándose que al utilizar el 16% de algarrobina el valor máximo con 4,32, seguido del tratamiento control con un pH de 4,2 en cambio al emplear 24% de algarrobina se obtuvo un valor mínimo de 4,18. Esto ocurre por el pH propio del aditivo, debido a que, el pH de la algarrobina fue de 4 a 5,5 (Ancajima, 2020), considerándose un pH cercano al yogurt el cual presenta un valor de 4,0 y 4,4, es decir, las bacterias continúan con su actividad metabólica convirtiendo así la lactosa en ácido láctico, provocando así la acidificación del producto (yogurt) y así no presente un sabor muy agrio (Vasquez et al., 2015, pp. 182-183), estos resultados obtenidos que en comparación con el investigador (Olaya, 2021, p. 18), indica que en su trabajo de investigación con el tema “Efecto de la adición de harina de algarroba (*prosopis pallida*) en diferentes concentraciones sobre la viscosidad y aceptabilidad general del yogurt simbiótico” obtuvo valores similares después de un proceso de almacenamiento siendo menores al 4,5. (Estrella et al., 2021, p.117) indica que el pH del yogurt elaborado con distintos niveles de harina de quinua registró entre 4,0 a 4,50; es decir, los valores obtenidos son similares ya que el pH resulta del proceso de elaboración

en base a la inoculación de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que presenta características especiales como aromatizante y acidificantes. Según la NORMA Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002, para productos lácteos establece que el yogurt debe tener un pH de 4,4 como máximo con una acidez titulable a partir de 0,5% en ácido láctico (NORMA Oficial Mexicana, 2016, p. 13).

4.8.2. Proteína

La proteína del yogurt no presentó diferencias estadísticas debido al efecto de la adición de algarrobina, se obtuvo un porcentaje del 2,9% de proteína para los tres tratamientos (8, 16 y 24%). El resultado está dentro de la Norma (Gagñay, 2010, p.40). Para (Beltran, 2018, p. 56) en su trabajo “Desarrollo de un yogurt natural de bajo contenido calórico, enriquecido con quinua entera tostada (*tunkahuan*) y edulcorado con Stevia (*rebaudiana bertonii*) y sucralosa” muestra resultados de 3,5% de proteína en el yogurt con endulzantes naturales Stevia y sucralosa. Según (Ruiz, 2018, p. 58) indica que las proteínas ayudan a formar el coágulo del yogurt, es decir, contribuyen a la formación de un cuerpo más firme y reducen el drenaje del suero en el yogurt.

4.8.3. Grasa

La grasa del yogurt no presentó diferencias estadísticas debido al efecto de los diferentes niveles de algarrobina, en el cual se encontró resultados máximos de 3,44% al utilizar 16% de jarabe de algarrobina mientras que al emplear 8% se obtuvo 3,43% de grasa, para (Galvis, 2009, p. 7) en su investigación en el que utilizó el T1 (80 g/l) de sacarosa, T2 (0,8 g/l) Stevia y T3 (57,1 g/l) de sacarosa + (0,4 g/l) de Stevia con un resultado de 3,2% siendo menor al resultado obtenido del presente trabajo. Para (Ruiz, 2018, p. 88) el resultado que obtuvo en el yogurt al saborizado con pulpa de cocona (*Solanum sessiliflorum*) edulcorado con manitol fue de 3,28 es decir, la grasa obtenida supera el contenido mínimo dentro de un yogurt tipo I. También se menciona que el porcentaje de grasa tiende a variar de acuerdo con las diferentes razas bovinas, además dentro de la misma raza se presentan variaciones como es la alimentación, condiciones ambientales y también el estado de lactancia. Se puede considerar la proporción de forraje permite aumentar la cantidad de grasa en la leche pues a través de ello ayuda a la formación de ácido láctico que es el precursor de la grasa láctea.

4.8.4. Acidez (% ácido láctico)

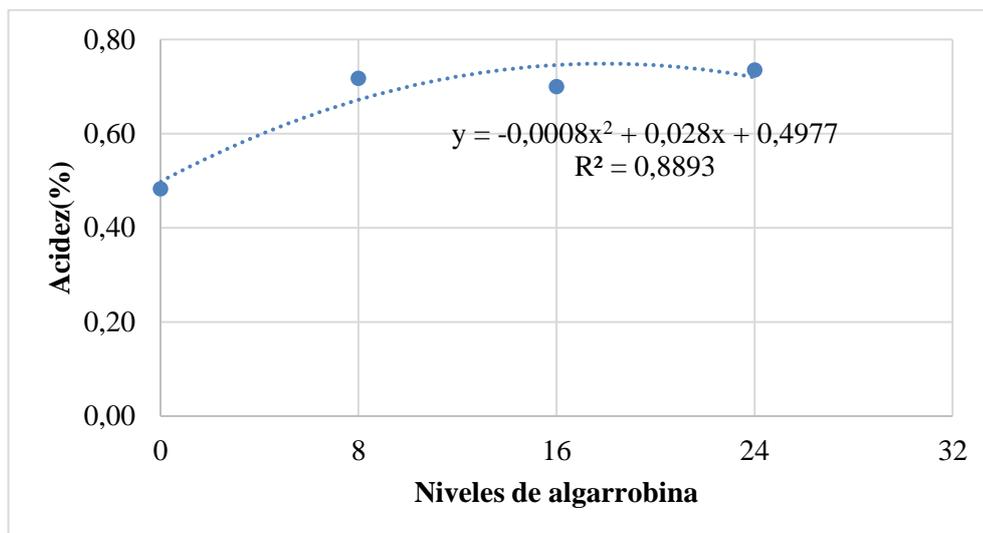


Ilustración 1-4: Acidez del yogur elaborado con diferentes niveles de algarrobina

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

El resultado de la acidez del producto tuvo diferencias altamente significativas debido a los niveles de algarrobina utilizados en el producto, como mayor valor fue de 0,74% al emplear el 24% de algarrobina, mientras que al utilizar 8% se obtuvo el 0,72% y al utilizar 16% de algarrobina fue de 0,70%. De acuerdo con el análisis de la regresión, se estableció una tendencia logarítmica con la siguiente ecuación $y = -0,0008x^2 + 0,028x + 0,4977$, es decir, dependen el 88% de niveles de algarrobina y el 12% demás factores que no se toman en cuenta. La acidez de la algarrobina al contener ácidos libres y compuestos fenólicos presentan propiedades antioxidantes que lo hacen característicos del producto (Zamora et al., 2019, pp. 30-39). En comparación con el tratamiento control que fue del 0,48%, de acuerdo con INEN 2395 (Gagñay, 2010, p.40) indica que se encuentra bajo los parámetros de la Norma Ecuatoriana INEN 2395. En la investigación de (Cubas, 2020, p. 77) “Efecto de la concentración de la panela y harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) en la aceptabilidad de un yogur” indica que los tratamientos utilizados se obtuvieron resultados de $>0,83$ encontrándose dentro de la norma, pero siendo superiores a los tratamientos que se realizó al yogur. Se menciona que al incrementar la acidez en el producto afectaría características como textura, sabor debido a la coagulación de la caseína por efecto del ácido láctico. Los resultados presentados por (Olaya, 2021, p.45) muestran una acidez $\geq 0,65\%$ al utilizar 10% de harina de algarrobo, es decir, al utilizar el porcentaje más bajo existirá menor acidez y producirá una menor sinéresis. La acidez se considera uno de los factores que influyen en el aumento de sinéresis del yogur lo cual reducirá la vida útil del producto.

4.8.5. Sólidos Totales

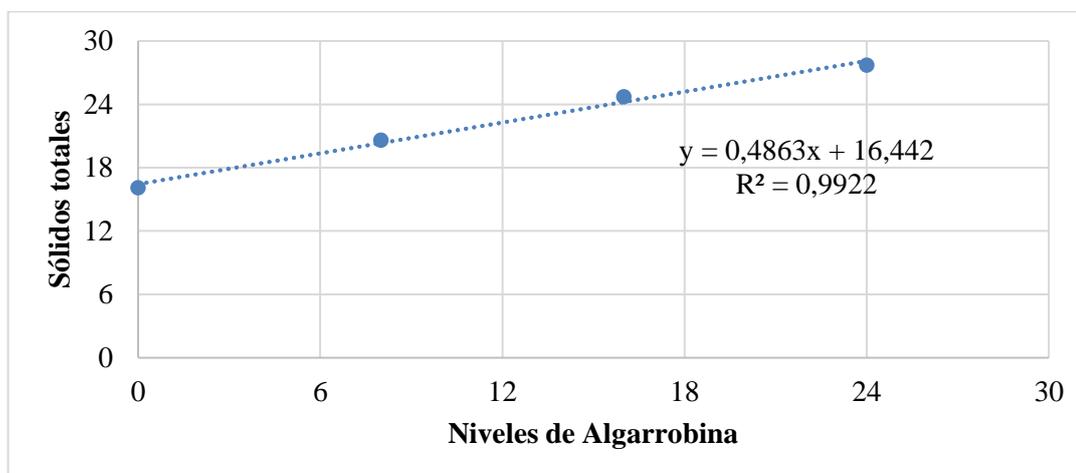


Ilustración 2-4: Sólidos totales del yogurt elaborado con diferentes niveles de algarrobina

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

En la ilustración 2-4, para los sólidos totales del yogurt endulzado con algarrobina se obtuvo diferencias altamente significativas, con un valor máximo al utilizar 24% de jarabe de algarrobina del 27,7%, seguido del 16% de jarabe se obtuvo 24,7%, y con 20,6% al emplear 8%. De acuerdo con el análisis de regresión lineal, se estableció una tendencia lineal con la ecuación $y = 0,4863x + 16,442$, es decir, por cada unidad adicional de algarrobina los sólidos totales aumentan en unas 0,486 unidades. Además, dependen el 99% de niveles de algarrobina y el 1% demás factores que no se toman en cuenta. La cantidad alta de sólidos totales depende de la composición del jarabe de algarrobina ya que alcanza una cantidad del 20-55% sacarosa, 5-20% glucosa, 2-18% fructosa, 0.3-5% otros azúcares, 6- 19% xilitoles (principalmente D-Pinitol), 0.4-3.5% potasio, 0.35-4% compuestos fenólicos refinados y 0.3-8% impurezas orgánicas e inorgánicas. Para (Estrella et al., 2021, p.117) en su investigación obtuvo un porcentaje de sólidos totales del yogurt con probiótico *Bifidobacterium spp.* formulado con jalea de uvilla y harina de quinua es de 23,47 %, presentando una diferencia al valor del yogurt base el cual es de 14,36 %, este aumento de sólidos totales se debe a la adición de harina de quinua y jalea de uvilla, es decir, al aumentar jarabe de algarrobina aumentara los sólidos del yogurt Tipo I.

4.9. Análisis Microbiológicos

Se procede a indicar los resultados microbiológicos en los cuales se analizó el *Recuento de Coliformes totales*, *Coliformes fecales* bajo la norma NTE INEN ISO 4832:2016 mientras que para el *Recuento de mohos y levaduras* se utilizó la norma AOAC 997.02 Petrifilm, dentro del experimento especificado del yogurt tipo I utilizando algarrobina como edulcorante.

Tabla 21-4: Resultados microbiológicos del Yogurt

Variables	NIVELES DE JARABE DE ALGARROBO			
	T0	T1	T2	T3
	0%	8%	16%	24%
<i>Coliformes Totales</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Coliformes Fecales</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Mohos</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Levaduras</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022

En la tabla 21-4 se muestra los resultados del análisis microbiológico del yogurt, para el recuento de *Coliformes totales*, *Coliformes fecales*, mohos y levaduras, en los cuatro tratamientos no se detectó la presencia de microorganismos lo cual indica que el producto evaluado está dentro de los parámetros de la norma INEN 2395, 2011 siendo importante destacar que el producto se realizó de manera inocua, comenzando con la materia prima, el área de elaboración y el uso de materiales esterilizados para su posterior análisis en el laboratorio. Para (Narvaez, 2015, p. 74) indica que para elaborar alimentos que garanticen la calidad e inocuidad es necesario aplicar las Normas BPM y BPH para que el producto final no cause daño a la salud del consumidor.

4.10. Análisis organoléptico

En el presente apartado se procede a mostrar los resultados del color, olor, sabor, textura y viscosidad obtenidos en el experimento especificado del yogurt tipo I endulzado con diferentes niveles de algarrobina.

Tabla 22-4: Análisis organoléptico del yogurt

Tratamientos	Códigos	PARÁMETROS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	VISCOSIDAD
T0 (0%)	131	4,02	3,20	3,89	2,94	4,61
T1 (8%)	269	3,82	2,95	3,70	3,08	4,64
T2 (16%)	383	3,68	3,21	4,05	3,61	3,98
T3 (24%)	521	3,88	3,00	3,77	3,11	4,64

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

Tabla 23-4: Valoración de los resultados organolépticos

Puntaje	Valoración
0-1	Me disgusta mucho
1-2	Me disgusta moderadamente
2-3	No me gusta ni me disgusta
3-4	Me gusta moderadamente
4-5	Me gusta mucho

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

4.10.1. Olor

En la tabla 22-4 se puede observar los resultados que se encuentra en cada tratamiento, el tratamiento con mejor puntuación con el 4,02 presento el T0 al utilizar 0% de jarabe de algarrobo, correspondido a “me gusta mucho”, y el tratamiento con menor valoración de 3,68 fue el T2 al utilizar 16% de jarabe de algarrobina correspondido a “me gusta moderadamente”.

4.10.2. Color

En la tabla 22-4, indica los resultados obtenidos para el atributo olor de cada tratamiento, el tratamiento con mejor puntuación con el 3,21 presentó el T2 al utilizar 16% de jarabe de algarrobo correspondido a “me gusta moderadamente”, y el tratamiento con menor valoración de 2,95 fue el T1 al utilizar 8% de jarabe de algarrobina correspondido a “no me gusta ni me disgusta”. Para los consumidores el color de un alimento es un indicador que determina la calidad del alimento así también el color podría determinar la aceptación – preferencia de la compra del producto.

4.10.3. Sabor

Al analizar el sabor, se obtuvo que el más agradable para los sujetos que formaron parte de la prueba fue el T2 con una valoración de 4,05 correspondiente a “me gusta mucho”, y un valor mínimo con el T1 al utilizar 8% de algarrobina con 3,70 correspondiente a “me gusta moderadamente”. Al analizar el sabor, la algarrobina puede ser demasiado dulce si el porcentaje que se agrega es muy alto y muy amarga, si el porcentaje es muy bajo.

4.10.4. Textura

Al analizar la textura, el tratamiento con mayor valoración fue el T2 al emplear 16% de jarabe de algarrobina con 3,61 que corresponde a “me gusta moderadamente”, seguido de esto se encuentra el tratamiento T0 con una mínima valoración de 2,94 correspondido a “no me gusta ni me disgusta”. La textura dependerá de algunos factores como son: la composición propia de la materia prima, la combinación de bacterias ácido-lácticas y el tiempo de acidificación, el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa (Sánchez, 2018, p.13).

4.10.5. Viscosidad

Para la viscosidad del yogurt se obtuvo la mayor aceptación al utilizar 24% de algarrobina con una valoración de 4,64 correspondido a “me gusta mucho”. La consistencia del yogur al utilizar diferente tratamiento afecta la forma en la que se percibe cada panelista. El T2 con una valoración mínima de 3,98 siendo menor en comparación a los anteriores resultados de los tratamientos, correspondido a “me gusta moderadamente”. Al añadir jarabe de algarrobo en diferentes concentraciones, cambiara la viscosidad del producto, es decir, a mayor concentración de edulcorante aumentará su viscosidad (Olaya, 2021, p.61).

De acuerdo con la ilustración 3-4, indica de manera gráfica que según el color el mejor tratamiento fue T0 al utilizar 0% de algarrobina con una valoración de 4,02, para el olor el mejor tratamiento fue T2 al utilizar 16% de algarrobina con un valor de 3,21, para el sabor el mejor tratamiento fue el T2 con 4,05, para la textura el mejor tratamiento fue el T2 con 3,61 y para la viscosidad el mejor tratamiento fue el T3 con 4,64.

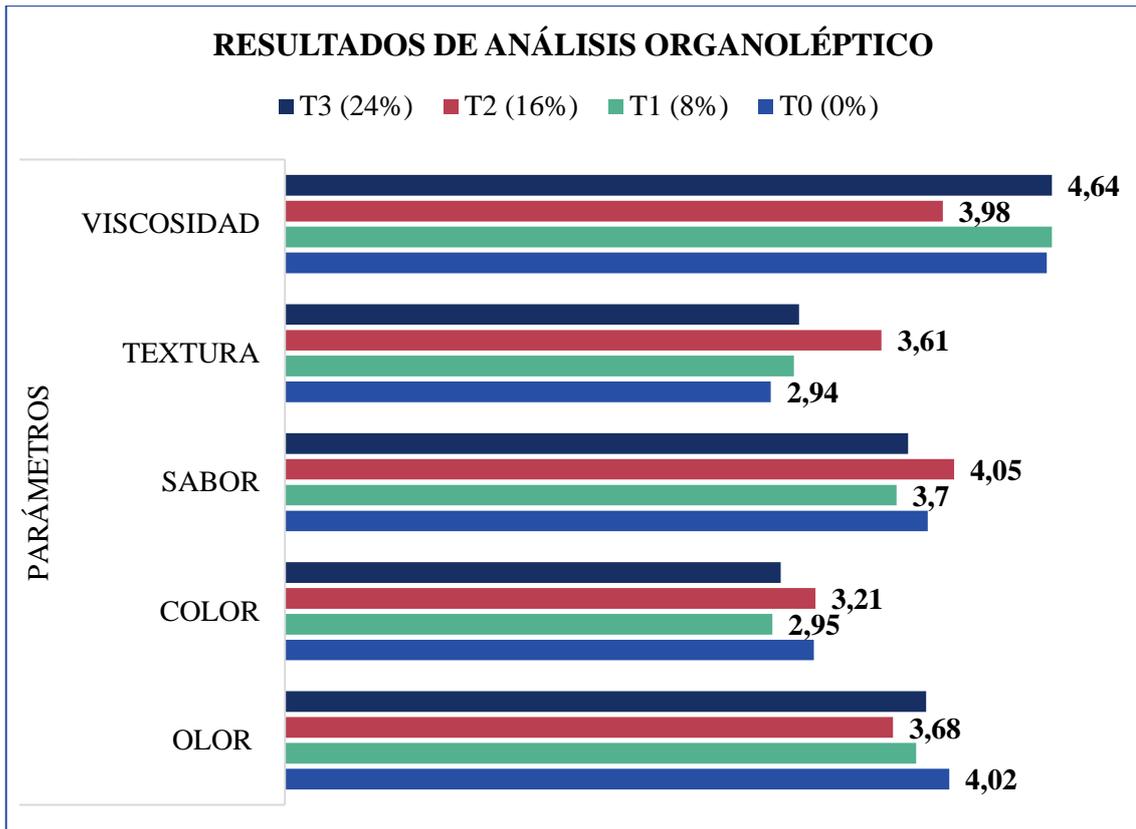


Ilustración 3-4: Resultados de los análisis organolépticos

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

4.11. Costos de producción

Tabla 24-4: Costos de producción del yogurt endulzado con algarrobina

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Horas	Unidad	Precio unitario	Precio Total	Niveles de jarabe de algarrobina			
						0%	8%	16%	24%
Leche	8		L	0,5	4	1,00	1,00	1,00	1,00
Panela	80		g	0,001	0,08	0,08	0	0	0
Fermento láctico	4,64		g		3,62	0,905	0,905	0,905	0,905
Jarabe de algarrobo	96		mL		0	0,00	0,96	1,74	2,50
Envases plásticos	4				1,28	0,32	0,32	0,32	0,32
Mano de obra	1	8			8	2	2	2	2
Gas					0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
TOTAL, EGRESOS						4,41	5,29	6,07	6,83
Cantidad de Producto (Litros)						2,00	2,16	2,32	2,48
Costo de Producción dólares/litro						2,20	2,45	2,61	2,75
Precio de yogurt/Litro						2,50	2,50	2,50	2,50
TOTAL, INGRESOS						5,00	5,40	5,80	6,20
BENEFICIO/COSTO						1,14	1,02	0,96	0,91

Realizado por: Peralta, Jenny, 2022.

4.11.1. Costos de producción

El costo de producción por cada litro de yogurt aumenta de acuerdo con el nivel de jarabe de algarrobo, es decir, el tratamiento control T0 presento un costo de \$ 2,20 debido a que no se añadió el edulcorante. Para los niveles de edulcorante que se utilizó, el costo de producción más alto fue T3 al utilizar 24% de algarrobina con el \$ 2,75 mientras que el T1 con 8% de aditivo fue de \$ 2,45. Mediante la tabla 23-4 se puede mencionar que existe una relación directamente proporcional con el contenido de jarabe de algarrobo y el costo de producción.

4.11.2. Indicador Beneficio/Costo

A través del indicador beneficio/Costo se determinó que, al aumentar los niveles de jarabe de algarrobo, se incrementan los costos y disminuye el beneficio, es decir, que utilizando el 24% de algarrobina se obtiene un B/C de \$ 0,91, en cambio al no añadir jarabe de algarrobina disminuye el costo y aumenta el beneficio en \$ 1,14, siendo el tratamiento más rentable como se observa en la tabla 23-4. Esto se debe principalmente a que a el valor del jarabe de algarrobo es más caro que otro tipo de endulzantes como la panela o el azúcar tradicional. Es decir, que, si produzco un litro de yogurt endulzado con algarrobina, existirá una mayor inversión mientras que para comercializar el producto será más caro y no habrá salida de la mercadería.

CONCLUSIONES

- Se estableció que el nivel óptimo de jarabe de algarrobina fue el tratamiento dos con el 16% de algarrobina de acuerdo a los respectivos análisis sensoriales, los resultados del análisis sensorial con la mejor valoración fue el tratamiento T2 (16% de algarrobina), que presentó en el atributo olor un resultado o un rango de $3,21\pm 0,83$, para el sabor $4,05\pm 0,97$ y para la textura un resultado de $3,61\pm 0,96$. Dentro de los parámetros fisicoquímicos el mejor tratamiento fue el T3 debido al alto grado de sólidos totales con 27,70%, mientras que para los otros parámetros no existieron diferencias ya que presentaron similares resultados para grasa, proteína, pH y acidez.
- Se determinó las características microbiológicas del yogurt endulzado con algarrobina en los cuales se obtuvo ausencia de *Coliformes totales*, *Coliformes fecales*, mohos y levaduras; las características fisicoquímicas del yogurt fueron: para el T3 se obtuvo un pH de 4,18, proteína de 2,9%, grasa del 3,42%, acidez de 0,74% y sólidos totales de 27,7%. En el análisis organoléptico el tratamiento control presentó la mayor aceptación en sabor, olor, color y textura con una puntuación de bueno, seguido del tratamiento T2 al utilizar 16% de algarrobina con mayor aceptación en el olor, sabor y textura.
- Se evaluó la rentabilidad del yogurt endulzado con jarabe de algarrobo, dando como resultado que la utilidad disminuye considerablemente por litro fabricado, es decir, al no utilizar jarabe de algarrobina se obtuvo un beneficio/costo de \$1,14 con un costo de producción por litro fue de \$ 2,20 mientras que al utilizar el 16% de algarrobina se obtuvo un costo de producción de \$ 2,61 y un beneficio/costo de \$0,96.

RECOMENDACIONES

- Analizar combinaciones de edulcorantes calóricos y no calóricos para estudiar en el yogurt la aceptabilidad de los consumidores.
- Utilizar la algarrobina en la producción de diferentes derivados de frutas tropicales.
- Evaluar la combinación de la panela y la algarrobina en diferentes concentraciones al añadir en el yogurt.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Ana. *Verificación del cumplimiento de los requisitos según norma INEN NTE INEN 2395:2011 y NTE INEN 2564:2011 en yogures y bebidas lácteas envasados en fundas de polietileno de baja densidad, comercializados en bares escolares de las unidades educativas públicas.* **2017.** Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017.

ANCAJIMA, Jose. Estimación del tiempo de vida útil de algarrobina en empaque de vidrio, empleando pruebas aceleradas. [En línea] 2020. [Citado el: 2022 de Agosto de 12.] <https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/779/Ancajima%20Maza%2C%20J%20C%20B3se%20Yoel%20-%20Algarrobina%20-%20Vidrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BABIO, Nancy.; et al. *Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta?* **2017.** 4, Madrid : Nutrición Hospitalaria, 2017, Vol. 34. 1699-5198.

BARA, Norken. Los edulcorantes. [En línea] 6 de Junio de 2020. [Citado el: 12 de Agosto de 2022.] https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f_06-edulcorantes.pdf.

BELTRAN, Katherin. DESARROLLO DE UN YOGURT NATURAL DE BAJO CONTENIDO CALÓRICO, ENRIQUECIDO CON QUINUA ENTERA TOSTADA (TUNKAHUAN) Y EDULCORADO CON STEVIA (REBAUDIANA BERTONI) Y SUCRALOSA. [En línea] 2018. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10367/1/UDLA-EC-TMACSA-2018-21.pdf>.

CABRERA, Amelia. *Elaboración y Posicionamiento de un nuevo producto de yogurt de aloe vera algarrobina (Fresh Yogurt) en Lima Metropolitana.* Lima : Universidad San Ignacio de Loyola, 2019.

CFN. 2021. *Ficha Sectorial: Leche y sus derivados.* Quito : CFN, 2021.

CODEX. 2013. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN.CODEX 192:2013 Norma general del CÓDEX para los aditivos alimentarios (MOD). [En línea] 2013. <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/ACT>.

CUBAS, Maria. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE LA PANELA Y HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) EN LA ACEPTABILIDAD DE UN YOGURT. [En línea] 2020.

https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9190/Cubas_Monje_Mar%c3%ada_Del_Pilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

DOSTERT, Nicolas.; et al. Algarrobo. [En línea] Abril de 2012. [Citado el: 18 de Junio de 2022.] http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Algarrobo_2012.pdf.

ESPINOZA, Andrea & ZAPATA, Lorena. 2010. Estudio de Yogur. *EVALUACIÓN DE CALIDAD E INFORMACIÓN NUTRICIONAL*. [En línea] Enero de 2010. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-yogur.pdf>.

ESTRELLA, Fernanda.; et al. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE YOGURT CON PROBIÓTICO BIFIDOBACTERIUM SPP. FORMULADO CON JALEA DE UVILLA Y HARINA DE QUINUA. [En línea] 25 de Mayo de 2021. <https://doi.org/10.32645/13906925.1075>. Sathiri (16)2, 108-121.

FEPALE. 2021. *El sector lácteo en América Latina, su contribución ambiental, nutricional y económica*. s.l. : FEPALE, 2021.

FESNAD. 2013. EVIDENCIA CIENTÍFICA SOBRE EL PAPEL DEL YOGUR Y OTRAS LECHE FERMENTADAS EN LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA. [En línea] 2013. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] https://sennutricion.org/media/Docs_Consenso/Consenso_yogur_y_otras_leches_fermentadas_FESNAD_2013.pdf.

GALVIS, Elizabeth. 2009. Evaluación de la utilización de Stevia en Yogurt. [En línea] 2009. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70239/107394.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GAONA, Grace. 2017. Analisis sensorial para la determinacion de los niveles aceptables de colorante y saborizante en el yogurt. [En línea] 2017. [Citado el: 1 de Julio de 2022.] <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11457/1/GAONA%20UYAGUARI%20GRACE%20GABRIELA.pdf>.

GARCÍA, Janneth. 2008. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL YOGUR ELABORADO CON DISTINTOS NIVELES DE FIBRA DE TRIGO. [En línea] 2008. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/851/1/27T0119.pdf>.

GONZALES, Barthelemy.; et al. La química en la vida cotidiana. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de Junio de 2022.] <https://books.google.com.ec/books?id=6UhGAgAAQBAJ&pg=PA59&lpg=P#v=onepage&q&f=false>.

GRADOS, NORA.; et al. PRODUCTOS INDUSTRIALIZABLES DE LA ALGARROBA PERUANA (PROSOPIS PALLIDA): ALGARROBINA Y HARINA DE ALGARROBA. [En línea] 01-14 de Diciembre de 2000. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/multequina/indice/pdf/09_02/9_2_8.pdf. ISSN 0327-9375.

GUTIERREZ, Daniel. El yogurt. Estrategia natural para la salud. [En línea] 13 de Diciembre de 2006. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] <https://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/339/1/El-yogurt-Estrategia-natural>.

INEN 2395. Leches fermentadas. Requisitos. [En línea] 2011. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>.

GIL, Ángel & ORTEGA, Rosa. Advances in Nutrition, 2019, Advances in Nutrition, Vol. 10. Madrid: <https://doi.org/10.1093/advances/nmz020>.

LINO, Marjorie. ESTUDIO AGROSOCIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DEL FRUTO DEL ALGARROBO (Prosopis juliflora (SW)DC. EN LA COMUNA LAS BALSAS DEL CANTÓN SANTA ELENA. [En línea] 2018. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4303/1/UPSE-TAA-2018-0014.pdf>.

MARTINEZ, Gregorio.; et al. JARABE DE SABOR Y OLOR AGRADABLES CONTENIENDO CARBOHIDRATOS, MICRONUTRIENTES, Y POLIFENOLES REFINADOS NATURALES DE LA ALGARROBA, Y MÉTODO PARA SU OBTENCIÓN. [En línea] 4 de Junio de 2018. <https://patentimages.storage.googleapis.com/a7/f2/1f/1eb555a610f230/ES2641963B2.pdf>.

MARTINEZ, Lisbeth. 2014. EVALUACIÓN Y MEJORAS DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE UN EDULCORANTE. [En línea] 2014. [Citado el: 2 de Octubre de 2022.] <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/6529/801114T.pdf?sequence=1>.

MAYORGA, María. *Impacto y beneficios de la implementación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) en la industria láctea.* 2021. Bogotá : Universidad de América, 2021.

MEYER, Stephanie.; et al. De compras para la salud: Yogur. *Universidad de la Florida (UF/IFAS Extensión).* [En línea] 2019. [Citado el: 17 de Marzo de 2022.] <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FS/FS19800.pdf>.

NARVAEZ, Angel. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE YOGURT CON DIFERENTES DOSIFICACIONES DE EDULCORANTE NATURAL ESTEVIA (Stevia rebaudiana bertonii). [En línea] 2015. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11441/1/TESIS%20PARA%20BIBLIOTECA%20pdf.pdf>.

NORMA Oficial Mexicana. 2016. Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias. *NOM-185-SSA1-2002.* [En línea] 16 de Octubre de 2016. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5049093&fecha=16/10/2002#gsc.tab=0.

NTE INEN 014. 2008. Determinación de sólidos totales y cenizas. [En línea] 2008. [Citado el: 2 de Junio de 2022.] <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/14.pdf>.

NTE INEN 2395. 2011. LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS. [En línea] 2011. [Citado el: 17 de Marzo de 2022.] <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>.

NTP 209.600. 2022. ALGARROBINA. Definiciones y requisitos. 1ª Edición. [En línea] 2022. [Citado el: 12 de Septiembre de 2022.] <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-sobre-papel-neumaticos-pa-resolucion-n-150-2014cnb-indecopi-1187407-5>.

OLAYA, Wulliam. EFECTO DE LA ADICION DE HARINA DE ALGARROBA (Prosopis pallida) EN DIFERENTES CONCENTRACIONES SOBRE LA VISCOSIDAD Y ACEPTABILIDAD GENERAL DEL YOGURT SIMBIOTICO. [En línea] 2021. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3189/IAIA-OLA-RUI-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PARRA, Ricardo. Aditivo alimentario: Estabilizante. [En línea] 2012.
<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/4079/1/2953.pdf>.

PARRA, Ricardo. *Yogur en la salud humana.* 2, 2012. Antioquía : Revista Lasallista de Investigación, 2012, Vol. 9. 1794-4449.

PEÑAFIEL, Adriana. Elaboración de yogurt light con Stevia como edulcorante. [En línea] 2014.
[Citado el: 22 de 04 de 2022.]
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9753/1/84T00283.pdf>.

REAL, Lucía. *Industria Láctea con mejores condiciones de producción.* 2022. 226, Quito : Gestión, 2022.

Revista Gestión. El sector lácteo tiene problema estructurales no coyunturales. *Revista Gestión.*
<https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-sector-lacteo-tiene-problemas-estructurales-no-coyunturales>, 2018.

RUIZ, John. ELABORACIÓN DE YOGURT SABORIZADO CON PULPA DE COCONA (Solanum Sessiliflorum) EDULCORADO CON MANITOL CON FINES DE ACEPTABILIDAD. [En línea] 2018.
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1149/IND-RUI-MOR-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SALAMEA, Rosa.; et al. *Obesidad, sobrepeso e insatisfacción corporal en estudiantes universitarios.* 2019. 36, Guayaquil : Espacios, 2019, Vol. 40.

SALAZAR, Marcia. Elaboración y control de calidad de yogurt con zapallo endulzado con Stevia para pacientes diabéticas. [En línea] 2011. [Citado el: 17 de Marzo de 2022.]
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1624/1/56T00295.pdf>.

SALCEDO, Condony.; et al. Yogur: Elaboracion y valor nutritivo. [En línea] Octubre de 1988.
[Citado el: 12 de Junio de 2022.]
<https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/33-Yogur-elaboraci%C3%B3n.pdf>.

SAN MARTÍN, Eva. 2018. ¿Cuánto azúcar tiene un yogurt? Y cómo escoger uno saludable: Consumer. *Consumer.* [En línea] Consumer, 21 de Septiembre de 2018. [Citado el: Julio de 15

de 2022.] <https://www.consumer.es/alimentacion/cuanto-azucar-tiene-un-yogur-y-como-escoger-uno-saludable.html>.

SÁNCHEZ, Luis.; et al. DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA EN EL PARQUE KURT BEER. [En línea] 28 de Noviembre de 2013. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1711/PYT__Informe_Final___Algarroba_Kurt_Beer.pdf?sequence=1.

SÁNCHEZ, Ángela. Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa. [En línea] Junio de 2018. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28254/1/08%20T.AL.pdf>.

SERRA, Stefanía. Estudio del proceso y modelo asociativo empresarial para la producción tecnificada de algarrobina. [En línea] Junio de 2016. [Citado el: 19 de Marzo de 2022.] https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2593/ING_567.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SOLÍS, Milena. *Yogur incrementado en proteínas, reducida en lactosa y con bacterias probióticas. Efecto de la formulación en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes.* Santa Fé : Encuentro de jóvenes Investigadores, 2021.

STATISTA. Volumen de productos lácteos consumidos a nivel mundial entre 2014 y 2027: Statista. *Statista*. [En línea] Statista, 22 de Febrero de 2022. [Citado el: 7 de Julio de 2022.] <https://es.statista.com/estadisticas/1310300/consumo-mundial-de-productos-lacteos-a-nivel-mundial/#:~:text=En%202021%2C%20se%20consumieron%20a,los%20410.350%20millones%20de%20kilogramos>.

TORRES, Ximena. 2018. Cayambe : Universidad Andina Simón Bolívar, 2018.

VASQUEZ, Victor.; et al. Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogurt de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. [En línea] 22 de Septiembre de 2015. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>. *Scientia Agropecuaria* 6 (3): 177 – 189.

ZAMORA, Tatiana.; et al. 2019. Caracterización del aceite de semilla de la especie *Prosopis juliflora* ecuatoriana. [En línea] 7 de Agosto de 2019.
<https://www.redalyc.org/journal/5826/582661248004/html/>.


Ing. Tatiana Castillo



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL pH DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA

Niveles de Algarrobina	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
0%	4	3,9	4,4	4,5	16,8	4,20
8%	3,9	4,1	4,3	4,4	16,7	4,18
16%	4,1	3,9	4,6	4,3	16,9	4,23
24%	4,4	4,3	4,1	3,9	16,7	4,18

Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,01	3	2,30E-03	0,03	0,99
Error	0,82	12	7,00E-02		
Total	0,83	15			

Prueba de Separación de medias (DUNCAN=0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	RANGO
T3	4,18	4	0,13	A
T1	4,18	4	0,13	A
T0	4,2	4	0,13	A
T2	4,23	4	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO B: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PROTEÍNA DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA

Niveles de Algarrobina	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
0%	2,8	2,9	3	2,9	11,6	2,90
8%	2,9	2,8	3	2,9	11,6	2,90
16%	2,9	3	3	2,7	11,6	2,90
24%	3	2,7	2,9	3	11,6	2,90

Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	2,50E-03	3	8,30E-04	0,05	0,986
Error	0,22	12	0,02		
Total	2,20E-01	15			

Prueba de Separación de medias (DUNCAN=0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	RANGO
T0	2,9	4	0,07	A
T3	2,9	4	0,07	A
T1	2,93	4	0,07	A
T2	2,93	4	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GRASA DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA

Análisis de varianza

Niveles de Algarrobina	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
0%	3,5	3,26	3,6	3,4	13,76	3,440
8%	3,28	3,3	3,56	3,6	13,74	3,435
16%	3,6	3,3	3,4	3,36	13,66	3,415
24%	3,4	3,36	3,5	3,42	13,68	3,420

Prueba de Separación de medias (DUNCAN=0,05)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1,70E-03	3	5,70E-04	0,03	0,99
Error	0,21	12	0,02		
Total	0,21	15			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO D: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACIDEZ DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA

Niveles de Algarrobina	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
0%	0,49	0,48	0,48	0,48	1,93	0,48
8%	0,71	0,72	0,72	0,72	2,87	0,72
16%	0,71	0,7	0,7	0,69	2,8	0,70
24%	0,73	0,73	0,74	0,74	2,94	0,74

Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,17	3	0,06	1494,44	<0,0001
Error	4,50E-04	12	3,80E-05		
Total	0,17	15			

Prueba de Separación de medias (DUNCAN=0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	RANGO
T0	0,48	4	3,10E-03	A
T2	0,7	4	3,10E-03	B
T1	0,72	4	3,10E-03	C
T3	0,74	4	3,10E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO E: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS SÓLIDOS TOTALES DEL YOGURT TIPO I ENDULZADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA

Niveles de Algarrobina	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
0%	16,2	16	16,05	16,15	64,4	16,10
8%	20,56	20,6	20,6	20,65	82,41	20,60
16%	24,66	24,7	24,71	24,75	98,82	24,71
24%	27,8	27,7	27,6	27,7	110,8	27,70

Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	304,91	3	101,64	172387,94	<0,0001
Error	0,01	12	5,90E-04		
Total	304,92	15			

Prueba de Separación de medias (DUNCAN=0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	RANGO
T0	16,1	4	0,01	A
T1	20,58	4	0,01	B
T2	24,7	4	0,01	C
T3	27,7	4	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO F: RESULTADO DE LA VALORACIÓN SENSORIAL

Tratamientos	Códigos	PARÁMETROS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	VISCOSIDAD
T0 (0%)	131	402	320	389	294	461
T1 (8%)	269	382	295	370	308	464
T2 (16%)	383	368	321	405	361	398
T3 (24%)	521	388	300	377	311	464

ANEXO G: VALORACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT TIPO I EDULCORADO CON DIFERENTES NIVELES DE ALGARROBINA

Tratamientos	Códigos	PARÁMETROS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	VISCOSIDAD
T0 (0%)	131	4,02	3,20	3,89	2,94	4,61
T1 (8%)	269	3,82	2,95	3,70	3,08	4,64
T2 (16%)	383	3,68	3,21	4,05	3,61	3,98
T3 (24%)	521	3,88	3,00	3,77	3,11	4,64

ANEXO H: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA

Estadística descriptiva del Color del yogur

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Max.
T0	100	4,02	0,92	2	5
T1	100	3,82	0,97	2	5
T2	100	3,68	1,06	1	5
T3	100	3,88	0,96	2	5

Prueba de Friedman para el Color del yogur

Tratamiento	Suma (ranks)	Media (Ranks)	n	P-valor	RANGO
T2	231,5	2,32	100	0,1475	A
T1	245	2,45	100		AB
T3	256,5	2,57	100		AB
T0	267	2,67	100		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)					

ANEXO I: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL OLOR DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA

Estadística descriptiva del Olor del yogur

Variable	n	Media	D.E.	Min.	Máx.
T0	100	3,2	1,06	1	5
T1	100	2,95	0,94	1	4
T2	100	3,21	0,83	1	5
T3	100	3	0,9	1	4

Prueba de Friedman para el Olor del yogur

Tratamiento	Suma (ranks)	Media (Ranks)	n	P-valor	RANGO
T3	235,5	2,36	100	0,0669	A
T1	235,5	2,36	100		AB
T2	260	2,6	100		ABC
T0	269	2,69	100		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)					

ANEXO J: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL SABOR DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA

Estadística descriptiva del Sabor del yogur

Variable	n	Media	D.E	Min.	Máx.
T0	100	3,89	0,99	2	5
T1	100	3,7	1	2	5
T2	100	4,05	0,97	2	5
T3	100	3,77	0,98	2	5

Prueba de Friedman para el Sabor del yogur

Tratamiento	Suma (ranks)	Media (Ranks)	n	P-valor	Rango
T1	235,5	2,36	100	0,073	A
T3	240	2,4	100		AB
T0	250	2,5	100		ABC
T2	274,5	2,75	100		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)					

ANEXO K: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TEXTURA DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA

Estadística descriptiva de la Textura del yogur

Variable	n	Media	D.E	Min	Máx.
T0	100	2,94	0,62	2	4
T1	100	3,08	0,66	2	4
T2	100	3,61	0,96	1	5
T3	100	3,11	0,65	2	4

Prueba de Friedman para la Textura del yogur

Tratamiento	Suma (ranks)	Media (Ranks)	n	P-valor	RANGO
T0	222	2,22	100	<0,0001	A
T1	237,5	2,38	100		AB
T3	243,5	2,44	100		ABC
T2	297	2,97	100		D
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)					

ANEXO L: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VISCOSIDAD DEL YOGURT ENDULZADO CON ALGARROBINA

Estadística descriptiva de la Viscosidad del yogur

Variable	n	Media	D.E	Min.	Máx.
T0	100	4,61	0,49	4	5
T1	100	4,64	0,48	4	5
T2	100	3,98	1	1	5
T3	100	4,64	0,48	4	5

Prueba de Friedman para la Textura del yogur

Tratamiento	Suma (ranks)	Media (Ranks)	n	P-valor	RANGO
T2	198	1,98	100	<0,0001	A
T0	262,5	2,63	100		B
T1	269	2,69	100		B
T3	270,5	2,71	100		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)					

ANEXO M: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL YOGUR TIPO I ENDULZADO CON ALGARROBINA





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16 / 05 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jenny Lucia Peralta Toalombo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniera Agroindustrial
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Ing. Cristhian Fernando Castillo



0746-DBRA-UTP-2023