



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“ELABORACIÓN DE YOGUR PROBIÓTICO DE BANANO, BAJO  
EN CALORIAS Y ENRIQUECIDO CON PROTEÍNA VEGETAL”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:** KURI SISA TUSA GUZMÁN

**DIRECTOR:** Ing. BYRON LEONCIO DÍAZ MONROY. PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Kuri Sisa Tusa Guzmán

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, KURI SISA TUSA GUZMÁN, 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, 15 de febrero de 2023






**Kuri Sisa Tusa Guzmán**

**180535027-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental “**ELABORACIÓN DE YOGUR PROBIÓTICO DE BANANO, BAJO EN CALORIAS Y ENRIQUECIDO CON PROTEÍNA VEGETAL**”, realizado por la señorita: **KURI SISA TUSA GUZMÁN**, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dra. Georgina Ipatia Moreno Andrade. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-02-15
Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy, PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-02-15
Ing. César Iván Flores Mancheno, PhD. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-02-15

## **DEDICATORIA**

Este trabajo quiero dedicárselo en primer lugar, a Dios por haberme otorgado la sabiduría y salud para poder culminar con esta meta. En segundo lugar, a mis padres, María Isabel y Segundo Luis por brindarme su amor, esfuerzo y dedicación; ser mi pilar de apoyo y guía incondicional en todos los momentos de mi vida, estando siempre presentes y dándome alientos para conseguir cada uno de mis anhelos. A mis hermanas Ñusta, Maya y Sami por su compañía y cariño sincero que me han brindado siempre y más aún durante este proceso.

Kuri

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría necesaria para alcanzar uno de los logros académicos más importantes en esta etapa de mi vida.

Gracias a mis padres que merecen el mayor reconocimiento por ser un apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria estudiantil, brindándome entusiasmo y ánimos a pesar de las dificultades que han aparecido, las cuales me han ayudado a superar, brindándome sus consejos.

A una amiga en especial, María Lisbeth por ser un apoyo incondicional y compartir momentos de alegría y tristeza desde el momento que nos conocimos.

Gracias a los Ingenieros Byron Díaz e Iván Flores por compartir su tiempo y conocimientos durante la realización de mi trabajo de titulación.

Kuri

## ÍNDICE DE CONTENIDO

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

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Leche .....</b>	<b>3</b>
<i>1.1.1. Definición.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Generalidades .....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3. Clasificación .....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.4. Composición química .....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.5. Beneficios .....</i>	<i>5</i>
<b>1.2. Yogur .....</b>	<b>5</b>
<i>1.2.1. Definición.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2. Requisitos .....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.3. Generalidades .....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.4. Clasificación .....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.5. Composición química .....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.5.1. Grasa .....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.5.2. Proteína .....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.5.3. Carbohidratos.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.5.4. Agua.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.5.5. Solidos totales.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.6. Beneficios .....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.6.1. Hidrolisis de la lactosa.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.6.2. Incremento de la disponibilidad para absorción de calcio .....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.6.3. Recolonización de la flora intestinal .....</i>	<i>8</i>
<b>1.3. Bacterias Acido lácticas.....</b>	<b>8</b>
<i>1.3.1. Definición.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.2. Clasificación .....</i>	<i>9</i>

1.3.3.	<i>Bacterias Probióticas</i> .....	9
1.3.4.	<i>Beneficios</i> .....	10
1.4.	<i>Stevia (Stevia rebaudiana bertonii)</i> .....	11
1.4.1.	<i>Definición</i> .....	11
1.4.2.	<i>Taxonomía</i> .....	11
1.4.3.	<i>Características morfológicas</i> .....	11
1.4.4.	<i>Composición química</i> .....	12
1.4.5.	<i>Beneficios</i> .....	13
1.5.	<i>Soya (Glycine max)</i> .....	13
1.5.1.	<i>Origen</i> .....	13
1.5.2.	<i>Taxonomía</i> .....	14
1.5.3.	<i>Características morfológicas</i> .....	14
1.5.4.	<i>Composición química</i> .....	14
1.5.5.	<i>Beneficios</i> .....	15
1.6.	<i>Banano (Musa Paradisiaca)</i> .....	15
1.6.1.	<i>Origen</i> .....	15
1.6.2.	<i>Taxonomía</i> .....	16
1.6.3.	<i>Características morfológicas</i> .....	16
1.6.4.	<i>Composición química</i> .....	16
1.6.5.	<i>Beneficios</i> .....	17

## CAPÍTULO II

2	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	18
2.1	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	18
2.2	<b>Unidades experimentales</b> .....	18
2.3	<b>Materiales, equipos e insumos</b> .....	18
2.3.1	<i>Materia Prima</i> .....	18
2.3.2	<i>Materiales</i> .....	18
2.3.3	<i>Equipos de Laboratorio</i> .....	19
2.3.4	<i>Reactivos</i> .....	19
2.4	<b>Tratamiento y diseño experimental</b> .....	20
2.5	<b>Mediciones experimentales</b> .....	20
2.5.1	<i>Análisis fisicoquímicos</i> .....	20
2.5.2	<i>Análisis microbiológicos</i> .....	21
2.5.3	<i>Análisis sensorial</i> .....	21
2.5.4	<i>Análisis económico</i> .....	21



<b>2.6</b>	<b>Análisis estadístico y prueba de significancia</b> .....	21
<b>2.7</b>	<b>Procedimiento experimental</b> .....	22
<b>2.7.1</b>	<i>Procedimiento para la elaboración de yogur de banano diferentes niveles de soya.</i>	22
<b>2.8</b>	<b>Metodología de evaluación</b> .....	23
<b>2.8.1</b>	<i>Potencial hidrogeno</i> (AOAC 981.12, 1990, p. 802).....	23
<b>2.8.2</b>	<i>Acidez</i> (NTE INEN 13, 1983, pp. 1-3 ).....	24
<b>2.8.3</b>	<i>Grasa</i> (NTE INEN 12, 1973, pp. 1-6).....	24
<b>2.8.4</b>	<i>Proteína</i> (NTE INEN 16, 2015, pp. 4-7).....	25
<b>2.8.5</b>	<i>Fibra bruta</i> (AOAC,2000; citado en: Castro, D. & Montalvo, E., 2019, p. 45).....	26
<b>2.8.6</b>	<i>Carbohidratos</i> (Vera, 2016, p. 23).....	27
<b>2.8.7</b>	<i>Solidos totales</i> (INEN 14, 1984, pp. 1-3).....	27
<b>2.8.8</b>	<i>Ceniza</i> (INEN 14, 1984, pp. 1-3).....	28
<b>2.8.9</b>	<i>Humedad</i> (INEN 14, 1984, pp. 1-3).....	29
<b>2.8.10</b>	<i>Energía total</i> (NTE NEN 1334-2, 2011, p. 4).....	29
<b>2.8.11</b>	<i>Análisis microbiológico</i> (NTE INEN 2395, 2011, pp. 2-4).....	30
<b>2.8.12</b>	<i>Prueba de aceptabilidad sensorial</i> (NTE INEN ISO 8587, 2014, pp. 5).....	31
<b>2.8.13</b>	<i>Análisis económico</i> .....	32

### CAPÍTULO III

<b>3</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterización de la materia prima</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2</b>	<b>Análisis fisicoquímico</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2.1</b>	<i>pH</i> .....	<b>34</b>
<b>3.2.2</b>	<i>Acidez</i> .....	<b>34</b>
<b>3.2.3</b>	<i>Grasa</i> .....	<b>35</b>
<b>3.2.4</b>	<i>Proteína</i> .....	<b>36</b>
<b>3.2.5</b>	<i>Fibra cruda</i> .....	<b>36</b>
<b>3.2.6</b>	<i>Carbohidratos</i> .....	<b>37</b>
<b>3.2.7</b>	<i>Solidos Totales</i> .....	<b>38</b>
<b>3.2.8</b>	<i>Cenizas</i> .....	<b>39</b>
<b>3.2.9</b>	<i>Humedad</i> .....	<b>39</b>
<b>3.2.10</b>	<i>Calorías</i> .....	<b>40</b>
<b>3.3</b>	<b>Análisis microbiológico</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3.1</b>	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> .....	<b>42</b>
<b>3.4</b>	<b>Análisis sensorial</b> .....	<b>43</b>
<b>3.4.1</b>	<i>Color</i> .....	<b>43</b>

<b>3.4.2</b>	<b><i>Olor</i></b> .....	44
<b>3.4.3</b>	<b><i>Sabor</i></b> .....	44
<b>3.4.4</b>	<b><i>Apariencia</i></b> .....	44
<b>3.5</b>	<b>Análisis económico</b> .....	45
<b>CONCLUSIONES</b> .....		46
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		47
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Contenido de extracto etéreo en 100mL de leche.....	4
<b>Tabla 2-1:</b>	Composición química general de la leche cruda. ....	4
<b>Tabla 3-1:</b>	Composición química de 100mL leche cruda según la especie de mamífero. ....	4
<b>Tabla 4-1:</b>	Especificaciones para leches fermentadas (yogur). ....	5
<b>Tabla 5-1:</b>	Requisitos microbiológicos en del yogur. ....	6
<b>Tabla 6-1:</b>	Clasificación y características del yogur. ....	6
<b>Tabla 7-1:</b>	Composición química del yogur. ....	7
<b>Tabla 8-1:</b>	Clasificación de microorganismos acido lácticos. ....	9
<b>Tabla 9-1:</b>	Microorganismos probióticos usualmente empleados en la industria. ....	10
<b>Tabla 10-1:</b>	Clasificación taxonómica de la stevia (Rebaudiana bertonii). ....	11
<b>Tabla 11-1:</b>	Composición química de 100 g la Stevia. ....	12
<b>Tabla 12-1:</b>	Glucósidos de la hoja de stevia. ....	12
<b>Tabla 13-1:</b>	Composición química del producto stevia. ....	13
<b>Tabla 14-1:</b>	Clasificación taxonómica de la soya. ....	14
<b>Tabla 15-1:</b>	Composición química de la soya. ....	15
<b>Tabla 16-1:</b>	Clasificación taxonómica de la banana. ....	16
<b>Tabla 17-1:</b>	Composición química del banano. ....	16
<b>Tabla 18-2:</b>	Esquema del Experimento. ....	20
<b>Tabla 19-2:</b>	Esquema de Análisis de varianza. ....	22
<b>Tabla 20-2:</b>	Formula para la elaboración de yogur de banano con adición de niveles de soya .....	22
<b>Tabla 21-2:</b>	Especificaciones y métodos para desarrollo microbiológico. ....	30
<b>Tabla 22-3:</b>	Materia prima empleada en la elaboración de yogur de banano enriquecido con diferentes niveles de proteína de soya. ....	33
<b>Tabla 23-3:</b>	Resultados fisicoquímicos del yogur de banano con diferentes niveles de soya. .	33
<b>Tabla 24-3:</b>	Recuento microbiológico del yogur enriquecido con diferentes niveles de proteína de soya. ....	41
<b>Tabla 25-3:</b>	Valoración sensorial del yogur de banano enriquecido con diferentes niveles de proteína de soya. ....	43
<b>Tabla 26-3:</b>	Análisis económico (dólares) de la producción de yogur probiótico de banano enriquecido con niveles de proteína de soya. ....	45

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b>	pH del yogur de banano con niveles de proteína de soya.....	34
<b>Ilustración 2-3:</b>	Contenido de grasa del yogur de banano con niveles de proteína de soya.....	35
<b>Ilustración 3-3:</b>	Contenido de proteína del yogur de banano con niveles de proteína de soya.	36
<b>Ilustración 4-3:</b>	Contenido de fibra en del yogur de banano con niveles de proteína de soya .....	37
<b>Ilustración 5-3:</b>	Sólidos totales del yogur de banano con niveles de proteína de soya.....	38
<b>Ilustración 6-3:</b>	Contenido de humedad del yogur de banano con niveles de proteína de soya.....	40
<b>Ilustración 7-3:</b>	Contenido de calorías del yogur de banano con niveles de proteína de soya.	41
<b>Ilustración 8-3:</b>	Contenido de bacterias probióticas del yogur de banano con niveles de proteína de soya .....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FICHA DE EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD.
- ANEXO B:** NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PARA LECHE FERMENTADAS 2395:2011.
- ANEXO C:** ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.
- ANEXO D:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA
- ANEXO E:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (ACIDEZ).
- ANEXO F:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (GRASA).
- ANEXO G:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (PROTEÍNA).
- ANEXO H:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (FIBRA).
- ANEXO I:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (CARBOHIDRATOS).
- ANEXO J:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (SOLIDOS TOTALES)
- ANEXO K:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (CENIZAS)
- ANEXO L:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (HUMEDAD)
- ANEXO M:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (CALORÍAS).
- ANEXO N:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (B.A.L).
- ANEXO O:** PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (COLOR).
- ANEXO P:** PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (OLOR).
- ANEXO Q:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (SABOR)
- ANEXO R:** ESTADÍSTICO. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (APARIENCIA).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue elaborar yogur probiótico de banano, bajo en calorías y enriquecido con proteína vegetal, para lo cual se utilizó diferentes porcentajes de proteína de soya (1, 2 y 3%); se determinaron sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, comprobando su rentabilidad con el beneficio costo. Las características fisicoquímicas del producto se efectuaron mediante la determinación de pH, acidez, grasa, proteína, fibra, carbohidratos, solidos totales, cenizas, humedad y energía total, en base a la normativa para cada propiedad; los análisis microbiológicos se evaluaron por medio de la norma INEN 2385 la cual menciona que se debe realizar análisis para bacterias acidolácticas, coliformes totales, mohos y levaduras, en cuanto a los parámetros sensoriales como color, olor, sabor y apariencia se establecieron con la prueba de Kruskal-Wallis. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Tukey; los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos presentaron diferencias altamente significativas; donde el tratamiento que tuvo el resultado más óptimo fue el nivel con 3% de proteína de soya al alcanzar el mayor crecimiento de bacterias probióticas, en lo referente a parámetros físicoquímicos los valores más elevados fueron los de grasa, proteína, fibra y energía total, con respecto al análisis sensorial el sabor denotó mayor preferencia al aplicar el nivel 3%, finalmente se verificó que la mayor rentabilidad del producto fue con el nivel 3% con un total de ingresos de 4,50\$ por cada 3 L de yogur. Se concluye que en la composición fisicoquímica, microbiológica y sensorial fue el nivel 3% donde presentó 3,59% proteína, 4,32 pH, 0,82% acidez y 134,20 kcal/240mL, cumpliendo con las normativas vigentes y una rentabilidad del 28%. Se recomienda continuar con el estudio de la adición de proteína vegetal de soya en otros productos alimenticios, como productos cárnicos curados y bebidas.

**Palabras clave:** <PROTEINA DE SOYA>, <BANANO>, <STEVIA>, <BACTERIAS PROBIOTICAS>, <ANÁLISIS FISICOQUÍMICO>, <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO>, <ANÁLISIS SENSORIAL>.



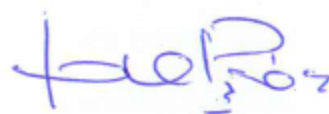
0463-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The objective of this study was to elaborate probiotic banana yogurt, low in calories and enriched with vegetable protein using different percentages of soy protein (1, 2 and 3%). Its physicochemical, microbiological and sensory characteristics were determined, verifying its profitability with the cost-benefit ratio. The physicochemical characteristics of the product were determined by determining pH, acidity, fat, protein, fiber, carbohydrates, total solids, ash, moisture and total energy, based on the regulations for each property. Microbiological analyses were evaluated according to INEN 2385, which states that analyses must be carried out for lactic acid bacteria, total coliforms, molds and yeasts. Sensory parameters such as color, odor, flavor and appearance were established using the Kruskal-Wallis test. The Tukey test was used for statistical analysis. The results obtained for microbiological and physicochemical parameters showed highly significant differences, where the treatment with the most optimal result was the level with 3% soy protein, since it achieved the highest growth of probiotic bacteria. In terms of physical-chemical parameters, the highest values were for fat, protein, fiber and total energy. With respect to sensory analysis, flavor showed a greater preference when applying the 3% level. Finally, it was verified that the highest profitability of the product was at the 3% level with a total income of \$4.50 per 3 L of yogurt. It is concluded that in the physicochemical, microbiological and sensory composition it was the 3% level where it presented 3.59% protein, 4.32 pH, 0.82% acidity and 134.20 kcal/240mL complying with current regulations and a profitability of 28%. It is recommended to continue with the study of the addition of soy vegetable protein in other food products, such as cured meat products and beverages.

**Keywords:** <SOYBEAN PROTEIN>, <BANANA>, <STEVIA>, <PROBIOTIC BACTERIA>, <PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <SENSORY ANALYSIS>

0463-DBRA-UPT-2023



**Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC**

**0602698904**

## INTRODUCCIÓN

En el sector lácteo cada uno de sus derivados son considerados como potenciales alimentos funcionales. El yogur o más comúnmente conocido como leche fermentada es uno de los productos lácteos más antiguos que existen en el mercado, la constante demanda lo convierte en un vehículo alimentario atractivo para incorporar diversos ingredientes como microorganismos probióticos, endulzantes no calóricos, proteína vegetal y frutas, con la finalidad de proporcionar efectos beneficiosos a la salud del consumidor.

Al aplicar cultivos probióticos en el yogur, microorganismos Gram positivos de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* se generan beneficios a la salud del ser humano, por lo cual son considerados bioterapéuticos al ser ingeridos en cantidades óptimas (Salazar & Montoya, 2003, pp.21-22).

La stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) es un poderoso edulcorante, está compuesta de glucósidos de esteviol bajos en calorías, su capacidad edulcorante es superior al azúcar de caña, por lo cual en la actualidad se emplea como un edulcorante acalórico dietético, se recomienda su consumo a toda la población y especialmente a personas que padecen de diabetes tipo II, ya que su consumo reduce los niveles de azúcar en la sangre e incrementa la secreción de insulina (Salvador et al., 2014, pp. 158-160).

La soya (*Glycine max*) se caracteriza por ser una fuente de proteína vegetal de alta calidad y bajo costo, tiene aminoácidos esenciales necesarios para el ser humano. Ayuda al crecimiento, desarrollo y reparación de los tejidos del ser humano, además su contenido en fibra favorece el tránsito intestinal (Fernández, 2012, pp. 6-8)

El banano (*Musa paradisiaca*) es una fruta tropical disponible en el mercado ecuatoriano durante todo el año y de bajo costo, considerada como una fuente de potasio que contribuye a mantener el correcto funcionamiento de los músculos, además contiene altos porcentajes de vitaminas **B<sub>6</sub>** y **C**, los cuales reducen el cansancio; también son una fuente de fructooligosacáridos, empleados para nutrir a bacterias probióticas en el colon (Rivera et al., 2018, pp. 41-43).

Es por ello que en esta investigación se evaluó el incremento proteico del producto terminado, debido a que se añadió harina de soya para ampliar el contenido de proteína del yogur, al enriquecerlo de esta manera se contribuye al incremento la masa muscular. Sin embargo, es necesario aplicar materias primas que conserven la nutrición sana y equilibrada, así como el rendimiento deportivo, por tal motivo se sustituye el edulcorante tradicional por uno que no



genere calorías como es el caso de la stevia y se incluye pulpa de banano como saborizante, la cual contiene una fracción representativa de potasio, convirtiéndolo así en un alimento funcional.

Por los antecedentes expuestos con anterioridad se planteó los siguientes objetivos:

- Analizar las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del yogurt de banano inoculado con *Lactobacillus delbrueckii*, edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) y enriquecido con 1%, 2% y 3% de proteína de soya (*Glycine max*).
- Determinar el mejor nivel de uso de soya (1, 2 o 3%) como enriquecedor proteico del yogurt de banano (*Musa paradisiaca*).
- Determinar el costo y beneficio/costo de este producto.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Leche

##### 1.1.1. Definición

Según la Norma Técnica Ecuatoriana define a la leche como “Producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo” (NTE INEN 9, 2012, p. 1).

##### 1.1.2. Generalidades

La leche es una sustancia líquida nutritiva que contiene macronutrientes, micronutrientes, vitaminas y minerales, los cuales varían acorde a la especie (Chacón et al., 2017, pp.712-718); se caracteriza por ser de color blanco opalescente, olor característico y levemente dulce, procedente de hembras mamíferas que gocen de una óptima alimentación y estado de salud. Es considerada un alimento indispensable para la supervivencia, desarrollo y crecimiento de sus crías (Alais, 2022, pp. 3-8).

(Vázquez, 2017, p. 8) manifiesta que la leche para considerarse apta para el consumo humano debe ser estandarizada y expuesta a procesos térmicos como la pasteurización o ultrapasteurización, de manera que se efectúe el cumplimiento de requisitos fisicoquímicos, contaminantes y microbiológicos detallados en la NTE INEN 09.

##### 1.1.3. Clasificación

Según (Alpina, 2019, p. 1) la leche se clasifica acorde a su contenido de materia grasa, que se puede observar en la tabla 1-1.; la cual tiene la finalidad reducir el aporte calórico y porcentaje de colesterol que generan los componentes lipídicos.

**Tabla 1-1:** Contenido de extracto etéreo en 100mL de leche.

Producto	Grasa (%)
Leche entera	3-3,5
Leche semidescremada	1,5-2
Leche descremada	<0,5

**Fuente:** (Alpina, 2019, p. 1)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

#### 1.1.4. Composición química

Los componentes presentes en la leche varían acorde a factores intrínsecos (especie, raza, nivel de producción, estado de lactancia, etc.) y extrínsecos (temperatura, estación climática, tipo de alientos, etc.) (Bavera, 2018, pp.1-3); Sin embargo, generalmente se encuentra compuesta en 5 grandes grupos como se observa en la tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Composición química general de la leche cruda.

Componente	Contenido, (%)	Variación del Rango, (%)
Agua	86-88	86-90
Proteína	3,00	2,00-4,00
Grasa	3,75	2,40-7,00
Carbohidratos	4,55	3,50-6,00
Sólidos totales	14-12	14-10

**Fuente:** (Alais et al., 1985; citado en El Productor, 2019, p. 1).

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

En la tabla 3-1 se indica la composición química de la leche acorde a la especie, la cual está sujeta a cambios dependiendo de diversos factores.

**Tabla 3-1:** Composición química de 100mL leche cruda según la especie de mamífero.

Especie	Componentes					
	Agua (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)	Sólidos totales (%)	k cal
Vaca	88,30	3,10	3,00	4,90	11,70	59,00
Cabra	87,20	3,70	4,40	3,90	12,80	70,00
Oveja	81,90	6,10	6,90	4,30	18,10	103,70
Búfala	80,10	5,90	7,90	4,50	19,90	112,70

**Fuente:** (Carrizo et al., 2007 citado en Guerrero & Rodríguez, 2010, p. 11).

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

### 1.1.5. Beneficios

(Araneda, 2022, p. 1) indica que la leche aporta una serie de beneficios a la salud humana debido a su composición altamente nutricional, como se menciona a continuación:

- Desarrollo y conservación de la masa ósea por la presencia de minerales como el calcio y fósforo.
- Ayuda a la reparación y producción celular debido a su contenido de proteínas de alto valor biológico.
- Considerada una fuente de aporte energético inmediata, la cual cubre necesidades nutricionales de diferentes grupos poblacionales por su compleja composición.

## 1.2. Yogur

### 1.2.1. Definición

El yogur es un producto nutritivo fermentado, acidificado y coagulado, resultante de la fermentación de carbohidratos presentes en la leche o añadidos, se produce por la acción de bacterias lácticas, las cuales confieren características fisicoquímicas y sensoriales específicas. Los géneros más comúnmente utilizados forman parte de las familias *Streptococcaceae* y *Lactobacillaceae* (Babio et al., 2017, pp. 26-30).

### 1.2.2. Requisitos

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395: 2011 menciona que las leches fermentadas deben cumplir los siguientes parámetros bromatológicos que se observan en tabla 4-1.

**Tabla 4-1:** Especificaciones para leches fermentadas (yogur).

Requisitos	Entera		Semidescremada		Descremada	
	Min. %	Max. %	Min. %	Max. %	Min. %	Max. %
Grasa	2,5	-	1,0	<2,5	-	<1,0
Proteína	2,7	-	2,7	-	2,7	-

Fuente: (NTE INEN 2395, 2011, p. 2-4)

Realizado por: Tusa, K, 2023.

En la siguiente tabla 5-1 se detalla los requisitos microbiológicos que deben cumplir las leches fermentadas sin tratamiento térmico posterior a su periodo de fermentación.

**Tabla 5-1:** Requisitos microbiológicos en del yogur.

Requisitos	N	m	M	c
<i>Coliformes totales</i> UFC/MI	5	10	100	2
<i>E. Coli</i> UFC/mL	5	<1	-	0
Mohos y levaduras UFC/mL	5	200	500	2

Fuente: (NTE INEN 2395, 2011, pp. 2-4)

Realizado por: Tusa, K, 2023.

### 1.2.3. Generalidades

El yogur se caracteriza por ser el resultado de una simbiosis de bacterias acidolácticas, responsables del descenso de pH, incremento de ácido láctico y características sensoriales. Estos microorganismos deben ser viables y abundantes durante la vida útil del producto (Ancieta, 2018, pp. 23-25).

Las características sensoriales propias del producto son: “aspecto homogéneo, sabor y olor característico del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro tipo, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme” (NTE INEN 2395, 2011, pp. 2-4).

### 1.2.4. Clasificación

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 clasifica al yogur según el contenido de grasa, ingredientes empleados y proceso de elaboración que se observan en la tabla 6-1.

**Tabla 6-1:** Clasificación y características del yogur.

Clasificación de yogur		Características
Contenido de grasa	Entera	Grasa $\geq$ 2,5%
	Semidescremada	Grasa 1 -2,5%
	Descremada	Grasa $\leq$ 1%
Ingredientes	Natural	Fermentación láctica por medio de cultivo.
	Con ingredientes	Adición de productos no lácteos $\leq$ 30% del peso del producto.
Proceso de elaboración	Batido	Yogur fermentado en un tanque, batido y envasado
	Coagulado	Yogur fermentado en el envase. Consistencia firme.
	Tratado térmicamente	Yogur pasteurizado posterior a la fermentación.
	Concentrado	Yogur incubado y enfriado en el tanque para envasarlo.
	Deslactosado	Lactosa hidrolizada previo al proceso de fermentación.

Fuente: (Carpio,2001; citado en Guamán, 2021, p. 3-5; NTE INEN 2395, 2011, pp. 2-4)

Realizado por: Tusa, K, 2023.

### 1.2.5. Composición química

El yogur está compuesto por macronutrientes y micronutrientes similares a los de la leche, en la tabla 7-1 se detalla la composición química general aproximada del yogur.

**Tabla 7-1:** Composición química del yogur.

Componentes	Yogur	
	Entero	Descremado
Grasa (%)	4,50	1,10
Proteína (%)	2,70	2,70
Carbohidratos (%)	6,00	5,50
Agua (%)	87,60	90,60
Sólidos totales (%)	12,40	9,40

**Fuente:** (Vayas,2002; citado en Máximo & Serquen, 2020, p. 30-35)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

#### 1.2.5.1. Grasa

Contribuye con el aporte de energía al ser humano posterior a consumir el alimento; Además proporciona mayor cremosidad y brillo al yogur (Choriego, 2019, p. 1) .

#### 1.2.5.2. Proteína

Son consideradas de alto valor biológico y más digestibles que las de la leche, debido a que han pasado por un proceso de fermentación donde han sido hidrolizadas lo cual ha generado su coagulación (forma de gel) y la liberación de aminoácidos que promueven el incremento de vida útil durante el almacenamiento del producto terminado (Máximo & Serquen, 2020, p. 30-35).

#### 1.2.5.3. Carbohidratos

Está compuesto por la lactosa de la leche o azúcares añadidos, que al ser fermentados por acción del cultivo láctico generan ácido láctico, y compuestos volátiles que contribuyen con el aroma propio del producto (Choriego, 2019, p. 1) .

#### 1.2.5.4. Agua

Forma parte de la matriz del coágulo, y es liberada durante el proceso del batido. Proporciona una textura suave y mantiene en equilibrio todos los macronutrientes y micronutrientes (Reyes, 2016, pp.10-17).

#### *1.2.5.5. Sólidos totales*

Atribuyen mayor consistencia y firmeza al yogur. Durante la fermentación ayuda a reducir la excesiva producción de ácidos orgánicos y retienen el agua en la matriz del coágulo (Reyes, 2016, pp.10-17).

#### **1.2.6. Beneficios**

##### *1.2.6.1. Hidrolisis de la lactosa*

Durante la fermentación láctica la enzima lactasa hidroliza la lactosa presente en la leche haciendo posible el consumo de productos lácteos a una representativa parte poblacional, evitando malestares gastro intestinales como indigestión, cólicos, náuseas, etc. que se ocasionan debido a la fermentación de hidratos de carbono por flora bacteriana residente del colon (FESNAD, 2013, pp. 2054-2074).

##### *1.2.6.2. Incremento de la disponibilidad para absorción de calcio*

El calcio en las leches fermentadas se encuentra disuelto debido al proceso de fermentación; presenta mayor grado de la absorción por el sistema digestivo, contribuyendo al desarrollo y fortalecimiento del tejido óseo y dientes en niños y adolescentes, mientras que para adultos mayores ayuda a prevenir el riesgo de fracturas y controlar la desmineralización ósea (FESNAD, 2013, pp. 2054-2074).

##### *1.2.6.3. Recolonización de la flora intestinal*

Ayudan a colonizar la flora bacteriana del colon posterior a problemas de disentería u otros malestares intestinales infecciosos comunes (FESNAD, 2013, pp. 2054-2074).

### **1.3. Bacterias Acido lácticas**

#### **1.3.1. Definición**

Conjunto de microorganismo compuestos por varios géneros y especies, caracterizados por ser Gramm positivos, catalasa negativa, proliferarse en condiciones anaerobias e incluso microaerofílicas; En su mayoría son de interés tecnológico e industrial, utilizados en la

fermentación de productos alimenticios por su capacidad de fermentar carbohidratos para la producción de ácidos orgánicos, desarrollo de textura, olor, aroma, composición nutricional y conservación de los alimentos (Pozos, 2018, pp. 22).

### 1.3.2. Clasificación

(Olivera, 2011, p. 10) indica que las bacterias ácido lácticas se clasifican en homofermentativas y heterofermentativas según la ruta metabólica que utilicen para degradar la glucosa y obtener sus metabolitos, como se detalla en la tabla 8-1.

**Tabla 8-1:** Clasificación de microorganismos ácido lácticos.

Bacterias ácido lácticas	Ruta Metabólica	Metabolitos	Géneros
Heterofermentativa	Pentosas fosfato	Ácido láctico, ácido acético, ácido fórmico, etanol y dióxido de carbono	<u><i>Leuconostoc</i></u>
			<u><i>Lactobacillus</i></u>
Homofermentativa	Glucolisis	En su mayoría produce ácido láctico	<u><i>Lactobacillus</i></u>
			<u><i>Lactococcus</i></u>
			<u><i>Streptococcus</i></u>
			<u><i>Pediococcus</i></u>

**Fuente:** (Olivera, 2011, p. 10)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

Para la síntesis de metabolitos las bacterias ácido lácticas requieren un medio con alto contenido de nutrientes orgánicos (vitaminas, aminoácidos, péptidos, purinas, pirimidinas, etc.) para su desarrollo. Sin embargo, también influyen factores extrínsecos como la temperatura de incubación (mesófilos o termófilos), tolerancia al oxígeno, proceso industrial (Olivera, 2011, p. 11) .

### 1.3.3. Bacterias Probióticas

Son microorganismos que aportan beneficios a la salud del huésped al ser consumidos con frecuencia y en porciones adecuadas, por ello deben encontrarse viables y disponibles en el producto alimenticio hasta el final de su vida útil. Generalmente están formados por bacterias ácido lácticas pero también levaduras (Pozos, 2018, pp. 23-24).

(Pozos, 2018, pp. 23-24) señala que los microorganismos deben cumplir requerimientos específicos para ser considerados probióticos, los cuales son:

- Genéticamente estables (presentación liofilizada o líquida y en alimentos).
- Carecer de historial patógeno.



- Abundantes y de fácil reproducibilidad.
- Capacidad de mantenerse activos en el producto con una concentración mínima de  $10^7$  unidades formadoras de colonia por mililitro.
- Resistencia a los ácidos gastrointestinales y bilis.
- Capacidad de adhesión en la mucosa intestinal.
- Deben ser inocuos y contribuir con propiedades terapéuticas al ser humano.

En la tabla 9-1 se observan algunos de los microorganismos a los cuales se les atribuye propiedades probióticas.

**Tabla 9-1:** Microorganismos probióticos usualmente empleados en la industria.

<b>Microorganismos probióticos</b>		
<b>Lactobacillus</b>	<b>Otras bacterias</b>	<b>Levadura</b>
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. animalis</i>	<i>Saccharomyce boulardii</i>
<i>L. fermentum</i>	<i>B. bifidum</i>	
<i>L. casei</i>	<i>B. breve</i>	
<i>L. gasseri</i>	<i>B. longum</i>	
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i>	<i>S. thermophilus</i>	
<i>L. johnsonii</i>	<i>L. lactis</i>	
<i>L. paracasei</i>	<i>E. faecium</i>	
<i>L. rhamnosus</i>		
<i>L. salivarius</i>		

**Fuente:** (Castañeda, 2018, p. 290)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

#### **1.3.4. Beneficios**

Entre los principales beneficios que aportan los microorganismos probióticos se encuentran los siguientes:

- Estimulación del sistema inmunológico incrementado capacidad fagocítica de leucocitos, proliferación de linfocitos y secreción de inmunoglobulinas (A y G)
- Inhibición de bacterias patógenas por acción de agentes protectores como enzimas y bacteriocinas.
- Recolonización de flora bacteriana.
- Eliminación de radicales libre por medio de actividad antioxidante.

## 1.4. Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*)

### 1.4.1. Definición

Es una planta arbustiva vivas se cultiva tres a cuatro veces por año, conformada por raíz, tallos, hojas y flores. Su origen se data al sudeste de Paraguay donde las tribus Guaraníes la empleaban como endulzante natural para disminuir el sabor amargo de infusiones medicinales; la propiedad endulzante se le atribuye a la especie *Rebaudiana Bertoni* por su elevado contenido de glúcidos, se encuentra en mayor proporción en las hojas que en cualquier otra parte de la planta, se considera excepcional por su elevado poder edulcorante sin generación de calorías.

### 1.4.2. Taxonomía

En la tabla 10-1 se distingue la clasificación taxonómica de la stevia, más conocida como hierba dulce, hierba miel o hierba caramelo.

**Tabla 10-1:** Clasificación taxonómica de la stevia (*Rebaudiana bertonii*).

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Fanerógama angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Asteridae
Orden	Campanulares (asteraes)
Familia	Campuestas (Asteraceas de Monochlamydeae, comositaseas)
Especie	<i>Rebaudiana Bertoni</i>
Nombre científico	<i>Stevia Rebaudianum Bertoni</i>
Nombre común	Hierba dulce

**Fuente:** (Galarza, 2011; citado en Jara, 2019, pp. 19-20)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

### 1.4.3. Características morfológicas

El tamaño de la stevia varía de 40 cm a 80 cm en especies nativas y al ser cultivadas pueden alcanzar hasta 1.50m. Sus raíces son fasciculadas, tienen forma y aspecto de hilos finos y largos. Sus hojas varían de ovalada a lanceolada dependiendo de su ciclo de vida y su composición química de glúcidos proporciona peculiar interés comercial por su elevada capacidad endulzante. Sus tallos son erectos, flexibles y ramificados. Sus flores son monoclinas generalmente de color blanco y se encuentran bordeando la corola. Sus frutos son secos e indehiscentes con el pericarpio

aislado de la semilla. Está constituida aproximadamente por 240 especies, siendo la *Rebaudiana Bertoni* la más conocida por su mayor capacidad endulzante no nutritiva (Bussmann, 2018; Bihan et al., 2020 citados en: Ramos, 2022, p. 3-4).

#### 1.4.4. Composición química

En la tabla 11-1 se detalla la composición general de la hoja de stevia, donde los carbohidratos se encuentran en mayor proporción que otros componentes químicos; contienen presencia de trazas de vitaminas (C, B2 y B9), minerales, compuestos fitoquímicos y aceites esenciales (alcohol bencílico, alfabergamoteno, calacoreno, etc.) (Razo, 2011, p. 27).

**Tabla 11-1:** Composición química de 100 g la Stevia.

Componentes (%)	
Carbohidratos	60
Fibra	15
Polipéptidos	16
Lípidos	4
Potasio	1
Calcio	1
Fosforo	1
Hierro	<0,01
Magnesio	<0,01
Zinc	<0,01

**Fuente:** (Llanos, 2006; citado en Razo, 2011, p. 27)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

Las hojas de la Stevia Rebaudiana poseen mayor capacidad edulcorante que la sacarosa, se encuentran formadas por una combinación de glúcidos di terpenos como se observan en la tabla 12-1. La magnitud del dulzor dependerá de la concentración de esteviol (Razo, 2011, p. 27).

**Tabla 12-1:** Glucósidos de la hoja de stevia.

Glucósidos	Contenido (%)	Poder edulcorante	Formula
Esteviósido	4 – 13	250 - 300	$C_{38}H_{60}O_{18}$
Rebaudiósido A	2 – 4	350 - 450	$C_{44}H_{70}O_{23}$
Dulcósido	0.4 – 0.7	50 - 120	$C_{38}H_{60}O_{17}$
Rebaudiósido C	<0,4	250 - 450	$C_{40}H_{70}O_{22}$

**Fuente:** (Morlock et al., 2014; citado en Villamarín, 2016, p.5)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

En la tabla 13-1 se detalla la composición química de la stevia posterior a un proceso industrial de extracción y purificación de glúcidos, puede ser líquida concentrada (color transparente) o en polvo (partículas finas y blancas).

**Tabla 13-1:** Composición química del producto stevia.

<b>Componentes</b>	<b>Stevia líquida</b>	<b>Stevia en polvo</b>
Humedad (%)	99.49	5.54
Proteína (%)	0.27	0.18
Grasa (%)	0.00	0.01
Fibra (%)	0.00	0.00
Carbohidratos (%)	0.24	91.13
Calorías (Kcal/100g)	2.04	0.00

**Fuente:** (Razo, 2011, pp. 81-83)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

Los procesos industriales concentran e incrementan la capacidad endulzante de los glúcidos de la stevia.

#### **1.4.5. Beneficios**

(Salvador et al., 2014, pp. 158-160) indica que los compuestos químicos presentes en las hojas de stevia ayudan a mejorar y mantener la salud, en aspectos como:

- Mantenimiento y disminución de peso corporal debido a que los glúcidos que conforman la stevia no aportan calorías.
- Reducción del exceso de glucosa en el torrente sanguíneo y contribuye a la segregación de insulina.
- Evita la formación de caries dentales por acción del *streptococcus mutans* debido a sus propiedades bactericidas.
- Elimina los radicales libres debido a los antioxidantes (flavonoides y antocianinas) presentes en su composición.

### **1.5. Soya (*Glycine max*)**

#### **1.5.1. Origen**

La soya es una leguminosa cultivada anualmente, su origen trasciende a Asia y posteriormente su expansión a países europeos y al continente americano. Se considera un alimento económico y nutritivo por ser una fuente de proteína vegetal, su contenido va desde el 30 al 45%; Sin embargo, por su elevado porcentaje de grasa (18-22%) también es importante en el sector oleaginoso.

### 1.5.2. Taxonomía

En la tabla 14-1 se observa la clasificación taxonómica de la soya.

**Tabla 14-1:** Clasificación taxonómica de la soya.

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Especie	<i>Glycine max (L)</i>
Nombre científico	<i>Glycine max</i>
Nombre común	frijol de soya

**Fuente:** (Valencia, 2016; citado en Reyes, 2022, p. 3)

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

### 1.5.3. Características morfológicas

La soya es una planta herbácea, tolera suelos poco fertilizados para su cultivo. Esta constituida de una raíz pivotante, donde la raíz principal puede alcanzar hasta 150 cm. El tallo, hojas y vaina están cubiertas de pubescencia foliar. Su tallo se torna compacto, erecto, ramificado y puede desplazarse de manera horizontal permanentemente dependiendo de la especie. Las hojas pueden ser unifoliadas (primeras hojas de la planta) y trifoliadas (presentes en el tallo y ramificaciones), varían de ovalada a lanceolada dependiendo de la especie. Las flores aparecen en el raquis, se encuentran bordeando la corola con pétalos blancos hasta purpuras o combinados entre sí, con el tiempo dan lugar a la formación de vainas rectas o curvadas las cuales pasan de verdes a amarillas grisáceas para indicar su estado de madurez; contienen hasta 5 granos de soya, generalmente son esféricos (Guamán, 1996, pp. 8-11).

### 1.5.4. Composición química

En la tabla 15-1 se indica la composición química de las diferentes partes de la semilla de soya, donde se observa que el 60% de su contenido está constituida de proteína y grasa.

**Tabla 15-1:** Composición química de la soya.

Componentes	Semilla de soya	Cotiledón	Cascara	Hipocótilo
Proteína (%)	40,30	42,80	8,80	40,80
Grasa (%)	21,00	22,80	1,00	11,40
Carbohidratos (%)	33,80	29,40	85,90	4,30
Cenizas (%)	4,90	5,00	4,30	4,40

Fuente: (Guamán, 1996, p. 33)

Realizado por: Tusa, K, 2023.

La proteína de soya es considerada de alto valor biológico debido a que cumple con el requerimiento de aminoácidos esenciales para el organismo; Utilizada directamente como grano o en forma de harina tras ser tostada y molida, contiene el 50% de proteína, también puede ser aislada, y representar el 90% de proteína en base seca, la cual es idónea para el consumo humano y empleada en la industria alimenticia por su capacidad emulsificante, gelificante y capacidad de retención de agua.

### **1.5.5. Beneficios**

(Martín & López, 2017, pp. 38-39) mencionan que el consumo de soya aporta propiedades benéficas a la salud, como:

- Proteínas altamente digestibles, que contiene aminoácidos esenciales necesarios para la reparación celular, desarrollo de la masa muscular, crecimiento y mejora del sistema inmune.
- Mantenimiento y prevención de la desmineralización ósea por acción de la genisteína.
- Captura y neutralización de radicales libres, previniendo enfermedades crónicas degenerativas como arritmias cardiovasculares y carcinógenos; por presencia de isoflavonas.

## **1.6. Banano (*Musa Paradisiaca*)**

### **1.6.1. Origen**

Es el fruto tropical más producido a nivel mundial por sus excelentes características nutricionales y organolépticas. Crece en una planta herbácea perenne, su origen se remonta al sudeste asiático y puede alcanzar has 7.5 metros de altura (Chevez, 2020, pp. 10-13).

### 1.6.2. Taxonomía

En la tabla 16-1 se indica la clasificación taxonómica de la banana.

**Tabla 16-1:** Clasificación taxonómica de la banana.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Lilópsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Genero	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa paradisiaca</i>
Nombre común	Banano

Fuente: (Chevez, 2020, p. 9)

Realizado por: Tusa, K, 2023.

### 1.6.3. Características morfológicas

Los bananos provienen de plantas monoicas, formados a partir de una flor pistilada hasta adquirir un aspecto de baya alargada ligeramente curvada. Tiene una cascara gruesa que fluctúa de verde a amarilla o púrpura, dependiendo de la especie y estado de madurez fisiológica. Su pulpa es blanda, suave, levemente dulce, susceptible al pardeamiento enzimático, presenta aroma característico y tienen un elevado contenido de potasio e hidratos de carbohidratos. Su tamaño tradicional oscila entre 10 y 40 cm y su peso puede alcanzar hasta 80 gramos por unidad (Chevez, 2020, pp. 10-13).

### 1.6.4. Composición química

En la tabla 17-1 se detalla la composición química del banano en el momento de la cosecha; Sin embargo, tiende a fluctuar durante el periodo postcosecha.

**Tabla 17-1:** Composición química del banano.

Componentes	Banano
Agua (%)	66,20
Grasa (%)	0,30
Proteína (%)	1,30
Carbohidratos (%)	30,70
Fibra (%)	1,10
Vitaminas (%)	0,80

Fuente: (Quiceno, et al., 2014, p. 49)

Realizado por: Tusa, K, 2023.

### **1.6.5. Beneficios**

(Molina, 2022, p. 1) menciona que el banano tiene compuestos que aportan a la salud, los cuales son:

- Evitar espasmos musculares y contribuir a la recuperación y funcionamiento de los músculos, por su elevado contenido de potasio combinado con otros minerales; además el consumo de la fruta también ayuda a disminuir la presión arterial.
- Fuente inmediata de energía, a medida que alcanza su estado de madurez incrementa la disponibilidad de hidratos de carbono.



## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Localización y duración del experimento

El presente trabajo de experimental se llevó a cabo en el laboratorio de Calidad de la Corporación Ecuatoriana de Alimentos y Bebidas - CORPABE S.A., ubicada en la Panamericana sur Km 34,5 y Aychapichu, en la ciudad de Machachi, provincia de Pichincha, Ecuador. El experimento tuvo una duración de aproximadamente 60 días.

#### 2.2 Unidades experimentales

En la presente investigación se empleó 60 L de yogur semidescremado con diferentes concentraciones de proteína de soya, para lo cual cada unidad experimental estuvo constituida por 3 L de yogur para cada repetición, de los cuales se tomaron las respectivas muestras para los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, calóricos y sensoriales.

#### 2.3 Materiales, equipos e insumos

##### 2.3.1 *Materia Prima*

- Leche semidescremada comercial
- Pulpa de banano comercial
- Stevia líquida comercial
- Proteína de soya (Harina de soya comercial)
- Gelatina sin sabor
- Cultivo probiótico YO-MIX 833 LYO 50 DCU (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*)

##### 2.3.2 *Materiales*

- Envases de vidrio
- Rapidografo
- espátula de madera
- Cooler
- Pipetas

- Butirómetro Gerber
- Vasos de precipitación
- Fundas estériles
- Balón de destilación
- Balón Kjeldahl
- Crisoles de porcelana
- Pinzas
- Placas Petrifilm
- Cofia
- Guantes
- Mandil

### **2.3.3 Equipos de Laboratorio**

- Balanza analítica
- Centrífuga
- Estufa
- Mufla
- Desecador
- Micropipeta
- Cámara de flujo
- Autoclave
- Estufa
- Potenciómetro
- Acidómetro
- MilkoScan FT2
- Contador de colonias Scan 500

### **2.3.4 Reactivos**

- Fenolftaleína
- NaOH 0,1N
- Granalla de Zinc
- Ácido bórico
- Catalizador

## 2.4 Tratamiento y diseño experimental

Se utilizó yogur con diferentes niveles de proteína de soya (1%, 2% y 3%) frente a un testigo sin adición de proteína de soya, donde cada uno de los 4 tratamientos propuestos tuvo 5 repeticiones como se observa en la tabla 18-2.

**Tabla 18-2:** Esquema del Experimento

Niveles de Soya	Código	Repeticiones	T.U.E* (L)	Total (L)
0%	T1	5	3	15
1%	T2	5	3	15
2%	T3	5	3	15
3%	T4	5	3	15
<b>TOTAL</b>				<b>60</b>

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

\*T.U.E Tamaño de la Unidad Experimental

Las unidades experimentales se distribuyeron mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA); En donde para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_i$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor estimado de la variable.

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

## 2.5 Mediciones experimentales

Las variables experimentales que se consideraron para evaluar el yogur de banano con diferentes niveles de proteína de soya son:

### 2.5.1 Análisis fisicoquímicos

- Acidez titulable, %
- Potencial de Hidrogeno, Escala de 0 a 14

- Contenido de grasa %
- Contenido de proteína %
- Contenido de fibra cruda %
- Contenido de carbohidratos %
- Contenido de humedad %
- Contenido de solidos totales %
- Contenido de cenizas %
- Energía total, kcal/g

#### **2.5.2 *Análisis microbiológicos***

- Bacterias probióticas, UFC/ml
- *Coliformes totales*, UFC/ml
- *Escherichia coli*, UFC/ml
- *Mohos y levaduras*, UFC/ml

#### **2.5.3 *Análisis sensorial***

- Color, 5 puntos
- Olor, 5 puntos
- Sabor, 5 puntos
- Apariencia, 5 puntos

#### **2.5.4 *Análisis económico***

- Costo de producción, (dólares americanos/L)
- Índice beneficio/costo, (B/C)

### **2.6 *Análisis estadístico y prueba de significancia***

Los resultados obtenidos en las diferentes variables de la presente investigación, se evaluaron de la siguiente forma:

- Análisis de Varianza (ADEVA).
- Separación de medias ( $P < 0,05$ ) a través de la prueba de Tukey.
- Prueba de Kruskal - Wallis para variables no paramétricas.

Se observa en la tabla 19-2 el esquema del ADEVA

**Tabla 19-2:** Esquema de Análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

Realizado por: Tusa, K, 2023.

## 2.7 Procedimiento experimental

Para la elaboración del producto se partió de la siguiente formula, detallada en la tabla 20-2.

**Tabla 20-2:** Formula para la elaboración de yogur de banano con adición de niveles de soya.

Ingredientes	Costo	Cantidad	Niveles de proteína de soya			
			0%	1%	2%	3%
			Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Leche semidescremada	0,5	1000 mL	2692,90 mL	2682,10 mL	2671,64 mL	2661 mL
Estabilizante	0,2	11 g	0,03 g	0,03 g	0,03 g	0,03 g
Inoculo	6,5	3,4 g	0,09 g	0,09 g	0,09 g	0,09 g
Soya	1,7	400 g	-	10,78 g	21,24 g	32,26 g
Pulpa de banano	80	30000 kg	300 g	300 g	300 g	300 g
Stevia	4,5	120 mL	7 mL	7 mL	7 mL	7 mL
Envases	0,27	1 unidad	3 uni.	3 uni.	3 uni.	3 uni.

Realizado por: Tusa, K, 2023.

### 2.7.1 Procedimiento para la elaboración de yogur de banano con diferentes niveles de soya.

- **Limpieza y desinfección:** el lugar de trabajo, materiales y equipos utilizados durante la elaboración del producto fueron desinfectados y en otros casos esterilizados de manera óptima.
- **Recepción de materia prima:** se obtiene la leche semidescremada UHT, la cual es comercialmente estéril.
- **Adecuación de la materia prima:** la leche fue incubada en cámaras de 45°C, donde la leche alcanzo un rango de temperatura de 40 – 45°C, presentando una temperatura óptima para el desarrollo de bacterias ácido lácticos.

- **Inoculación:** adición de cultivo de yogur liofilizado (YO-MIX 833 LYO 50 DCU) y harina de soya cocida en cada una de las unidades experimentales, posteriormente se procede a agitar levemente.
- **Incubación:** periodo de tiempo (4 horas) en el cual se produjo la fermentación láctica, responsable de la modificación de la estructura de las proteínas, liberación de péptidos y presencia de ácido láctico.
- **Enfriamiento:** se enfrió la mezcla hasta que alcance una temperatura de 15-20°C, debe ser un proceso eficaz para evitar una acidificación excesiva.
- **Batido:** ruptura del coagulo del yogur, hasta lograr una mezcla uniforme.
- **Adición de fruta:** en la mezcla uniforme obtenida se adiciona la pulpa de banano y el edulcorante acalórico (stevia líquida).
- **Envasado:** se empleó un embudo para el llenado en los envases, los cuales fueron de vidrio de 240 ml con tapas herméticas, estuvieron previamente esterilizados.
- **Enfriado:** el producto alcanzo una temperatura de refrigeración de 4-8°C.
- **Almacenamiento:** se lo realizo a temperaturas de refrigeración durante el periodo de vida útil del producto.

## 2.8 Metodología de evaluación

El yogur de banano con niveles de soya fue evaluado mediante las siguientes mediciones experimentales:

### 2.8.1 *Potencial hidrogeno* (AOAC 981.12, 1990, p. 802)

Método el cual determina la actividad de iones de hidrogeno presentes en una muestra especifica.

Procedimiento

- Calibrar el electrodo del potenciómetro con soluciones *buffer* de pH 4 y pH 7.
- Colocar en un vaso de precipitación de 15 a 20 ml de muestra, la cual debe ser homogénea y presentar una temperatura de 20°C ± 0.5°C.
- Sumergir completamente el electrodo del potenciómetro en la muestra.
- Observar y hacer la medición del pH respectivo.
- Sacar el electrodo de la muestra y lavarlo con agua destilada hasta que se eliminen completamente las impurezas.

### 2.8.2 *Acidez* (NTE INEN 13, 1983, pp. 1-3 )

La determinación de la acidez se la realizo por medio de titulación.

#### **Procedimiento**

- Se verificó que la temperatura de la muestra se encuentre a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y completamente homogénea.
- En una balanza analítica se colocó un matraz Erlenmeyer y se pesó 10 g de muestra.
- Agregamos unas gotas de solución indicadora (fenolftaleína) en la muestra y agitamos levemente.
- Titulamos la muestra con solución de hidróxido de sodio (0.1 N), al mismo tiempo agitamos de forma leve.
- Se continuo con la titulación hasta observar el viraje de color a rosado.
- El resultado se obtuvo al observar el volumen de solución de hidróxido de sodio empleada en la titulación, el cual se expresó como porcentaje de ácido láctico.

### 2.8.3 *Grasa* (NTE INEN 12, 1973, pp. 1-6)

Durante la ejecución del contenido de grasa por el método Gerber, se produjo la eliminación de la membrana de fosfolípidos de los glóbulos grasos, lo cual permitió la liberación de la grasa.

#### **Procedimiento**

- Verificar que el butirómetro se encuentre completamente seco y la muestra se encuentre a  $20^{\circ}\text{C}$  y completamente homogénea
- Añadimos 10mL de ácido sulfúrico por las paredes del butirómetro Gerber, después colocamos 10.94mL de muestra y 1mL de alcohol amílico.
- Se colocó tapón al butirómetro y se agitó vigorosamente hasta homogenizar completamente la muestra.
- Seguidamente se centrifugó el butirómetro que contenía la muestra durante 5 minutos.
- Se observó el contenido de grasa por medio de la graduación del butirómetro, se tornó de color amarillenta, la cual se encontraba separada de la solución acida que obtuvo un color marrón.

#### 2.8.4 *Proteína* (NTE INEN 16, 2015, pp. 4-7)

Se utilizó el método Kjeldahl para identificación del contenido de nitrógeno compuesto en el yogur (compuesto orgánico).

##### **Procedimiento**

- En un matraz Kjeldahl de 500mL añadimos 9 g de sulfato de potasio, 1g de sulfato de cobre y 2mL de muestra (yogur).
- Agregamos 25mL de ácido sulfúrico, posterior fue colocado en las hornillas del equipo de digestión durante 35 a 45 minutos a una temperatura adecuada (calentamiento) con el fin de no generar espuma en la muestra.
- Posterior a la digestión se generó un color azul o verde claro en la muestra, seguidamente se la expuso a un periodo de ebullición óptimo para que obtener una muestra clara, la cual estuvo compuesta de iones de amonio.
- Enfriar la muestra a temperatura ambiente por un lapso de tiempo de 30 minutos, hasta que se cristalice.
- Seguidamente se agregó 300mL de agua destilada, 5 g de granalla de zinc y 75mL de hidróxido de sodio a la muestra y la agitamos levemente.
- Enseguida colocamos matraz Kjeldahl en el destilador y en su terminal la sumergimos en una solución de ácido bórico.
- Como resultado de la destilación los iones de amonio se transforman en amoníaco; se recolectó 150mL destilado (amoníaco) en un matraz.
- El destilado obtenido fue titulado con ácido clorhídrico (valoración ácido-base).
- Al matraz que contenía el destilado se agregó indicador macro Kjeldahl, se lo colocó en el agitador magnético y se procedió a titular gota a gota hasta que presento viraje un de color levemente rosado
- El resultado se obtuvo al observar el volumen de ácido clorhídrico.

Para calcular el contenido en proteína cruda de la muestra se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%PB = \frac{(N \text{ HCl} \times V \text{ HCl} \times 6,38 \times 0,014)}{WM}$$



Donde:

PB: proteína de la muestra (%).

N HCl: normalidad del ácido clorhídrico;

V HCl: volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación

6,38: factor de conversión. (productos lácteos)

0,014: factor miliequivalente de nitrógeno

WM: peso inicial de la muestra(g)

### 2.8.5 *Fibra bruta* (AOAC,2000; citado en: Castro, D. & Montalvo, E., 2019, p. 45)

El método consistió en realizar una digestión acida y alcalina a la muestra de yogur para la obtención de fibra cruda.

#### **Procedimiento**

- Pesamos 2 g de m muestra seca y libre de grasa y la colocamos en un vaso de precipitación y si adición y adicionar 200mL de solución de ácido sulfúrico.
- Colocamos el vaso en el condensador y exponemos a ebullición durante 30 minutos.
- Retirar la muestra del condensador, esperar que alcance una temperatura ambiente y adicionar 100mL de hidróxido de sodio al 20% y 2mL de alcohol amílico y llevar posteriormente hacia el condensador para exponerlo a ebullición durante 30 minutos.
- Retirar la muestra del condensador y dejarla en reposo unos pocos minutos, con lo cual se culmina la digestión alcalina.
- Pesar y codificar los crisoles de gooch, los cuales fueron previamente tarados.
- Se filtro el contenido del vaso del condensador en el crisol de gooch con ayuda de la fibra de vidrio que se encuentra dentro del mismo.
- Colocar el crisol de gooch en la estufa a 65°C por 12 horas, enfriar la muestra en el desecador a temperatura ambiente y pesar.
- Enseguida se colocó en la mufla a 530°C ± 20°C durante 30 minutos, se enfrió nuevamente la muestra en el desecador y se pesó.

Cálculos:

$$\% FB = \frac{P1 - P}{P} \times 100$$

Donde:

FB: fibra fruta de la muestra (%).

P1: Peso del crisol con el residuo seco (g).

P2: Peso del crisol con la ceniza (g).

P: Peso de la muestra (g).

### 2.8.6 *Carbohidratos* (Vera, 2016, p. 23)

#### **Procedimiento**

La determinación de hidratos de carbono fue obtenida por diferencia entre componentes mediante la fórmula que se encuentra a continuación:

$$HC = 100\% - (\%P + \%G + \%C + \%F + \%H)$$

- HC: hidratos de carbono digeribles (%).
- P: proteína (%).
- G: grasa o extracto etéreo (%).
- C: cenizas (%).
- F: fibra (%).
- H: humedad (%).

### 2.8.7 *Sólidos totales* (INEN 14, 1984, pp. 1-3)

Se empleó el método de pérdida de humedad por calentamiento lo cual permitió obtener el extracto seco de las muestras.

#### **Procedimiento**

- Tomamos los crisoles del desecador con ayuda de pinzas y pesamos 5 mL de muestra.
- Se llevó el crisol a la estufa, donde se expuso a la muestra a una temperatura de 105°C durante 4 horas.
- Enfriamos la muestra en el desecador hasta que presente una temperatura ambiente y se verificó que no haya disminución de la masa volviendo a exponer la muestra en la estufa y pesándola hasta que tenga una base seca definitiva.

- Finalmente se obtuvo el resultado de humedad por diferencia entre la masa de base húmeda y masa de base seca obtenida.

Formula aplicada para el cálculo:

$$\%St = \frac{m1 - m}{2 - m} \times 100$$

Donde:

% St: solidos totales de la muestra (%).

m: masa de del crisol (g).

m1: masa de la muestra inicial - base húmeda (g).

m2: masa de la muestra final - base seca (g).

### 2.8.8 *Ceniza* (INEN 14, 1984, pp. 1-3)

Se la empleo para la determinación de compuestos inorgánicos presentes en la muestra.

#### **Procedimiento**

- En un crisol pesamos 5mL de muestra, la cual llevamos inmediatamente al reverbero para calcinar la muestra y evitar pérdidas de la muestra por proyección.
- Observamos que la muestra se calcine completamente y no exista presencia de humo.
- Introducimos el crisol con ayuda de pinzas en la mufla a  $530^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$  durante 3 horas, donde se eliminan las partículas de carbón y obtenemos las cenizas de la muestra.
- Previo a pesar las muestras, deben enfriarse en el desecador hasta alcanzar una temperatura ambiente.

La cantidad de cenizas en el yogur se calculó mediante la fórmula que se encuentra a continuación:

$$C = \frac{m3 - m}{m2 - m} \times 100$$

Donde:

C = cantidad de cenizas (%).

m = crisol vacío (g).

m2 = crisol con la muestra antes de la calcinación (g).

m3 = crisol con la muestra después de la incineración (g).

### 2.8.9 *Humedad* (INEN 14, 1984, pp. 1-3)

Consistió en la eliminación del contenido de agua por pérdida por calentamiento.

#### **Procedimiento**

- Tomamos los crisoles del desecador con ayuda de pinzas y pesamos 5 mL de muestra.
- Se llevo el crisol a la estufa, donde se expuso a la muestra a una temperatura de 105°C durante 4 horas.
- Enfriamos la muestra en el desecador hasta que presente una temperatura ambiente y se verificó que no haya disminución de la masa volviendo a exponer la muestra en la estufa y pesándola.
- Finalmente se obtuvo el resultado de humedad por diferencia entre la masa de base húmeda y masa de base seca obtenida.

Formula aplicada para el cálculo:

$$\%H = \frac{(m1 - m) - (m2 - m)}{(m1 - m)} \times 100$$

Donde:

H = humedad de la muestra en (%).

m = peso del crisol vacío (g).

m1= peso del crisol + muestra inicial (g).

m2 = peso del crisol + muestra en base seca (g).

### 2.8.10 *Energía total* (NTE NEN 1334-2, 2011, p. 4)

La determinación se llevó a cabo empleando factores de conversión específicos para cada uno los macronutrientes presentes en el yogur.

#### **Procedimiento**

- Calculamos previamente los valores correspondientes a cada uno de los macronutrientes.
- Multiplicamos la cantidad (gramos) de cada macronutriente por el factor de conversión kcal/g o kJ.

- Obtenemos la energía total.

Carbohidratos 17 kJ - 4 kcal/g

Proteínas 17kJ - 4 kcal/g

Grasas 37kJ - 9 kcal/g

### 2.8.11 Análisis microbiológico (NTE INEN 2395, 2011, pp. 2-4)

Los análisis se realizaron acorde a los requerimientos microbiológicos detallados en la norma INEN 2395, la cual indica el índice máximo permisible de microorganismos presentes en leches fermentadas, al igual que el índice mínimo de microorganismos para que un producto sea considerado probiótico. Para ello se usó placas Petrifilm de la compañía 3M, las cuales están sujetas a parámetros específicos como refleja la tabla 21-2.

**Tabla 21-2:** Especificaciones y métodos para desarrollo microbiológico.

Microorganismo	Tiempo de incubación	Temperatura óptima	Identificación de colonias	UFC/mL	Método
<i>S. thermophilus</i> y <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> (B.A.L)	48 h ± 2	28-37°C	Colonias rojas sin gas	≥ 10 <sup>6</sup>	AOAC 041701
<i>Coliformes totales</i>	24 h ± 2	35°C ± 1	Colonias rojas con o sin gas.	≤ 100	AOAC 991.14
<i>E. coli</i>	48 h ± 2	35°C ± 1	Colonias azules con o sin gas	Ausencia	AOAC 991.14
<i>Mohos</i>	120 h (5días)	21-25°C	Pigmentación variable (grandes, centro oscuro y bordes difusos)	≤ 500	AOAC 997.02

Fuente: (3M, 2003, pp. 13-68; NTE INEN 2395, 2011, pp. 2- 4)

Realizado por: Tusa K 2023.

#### Procedimiento

- Se esterilizo los materiales y equipos a utilizar (cámara de flujo laminar, puntas micropipeta y agua destilada en tubos de ensayo)
- Tomamos 1mL de la muestra con la micropipeta y realizamos una dilución seriada de 10<sup>-3</sup>, empleando tubos de ensayo con agua peptonada tamponada estéril con el fin de ajustar el pH de la muestra entre 6.5 y 7.5.
- Durante cada dilución los tubos de ensayo que contenían las muestras fueron colocados en el vortex hasta que la muestra se encuentre completamente homogénea.
- Codificamos las placas petrifilm de (código, hora, fecha y dilución)

- Con la micropipeta tomamos 1mL de cada muestra que contenga la dilución de  $10^{-3}$ , alzamos el film de la placa y vertemos el ml de muestra en el centro de placa.
- Difuminamos las placas ejerciendo una leve presión con su difusor respectivo y esperamos 60 segundos que se solidifique el gel.
- Incubamos acorde al tiempo y temperatura específica, requerida para cada microorganismo.
- Interpretamos los resultados en UFC/mL y tomando en cuenta la dilución aplicada.

Para el cálculo de las unidades formadoras de colonias/ mililitros se establece la siguiente formula:

$$\frac{UFC}{mL} = \frac{\text{Numero de colonias por placa} \times \text{Factor de dilución}}{mL \text{ de muestra sembrada}}$$

Donde:

UFC/mL: representan la totalidad de unidades formadoras de colonia por mililitro

\*Factor de dilución: es inversa a la dilución.

#### **2.8.12 Prueba de aceptabilidad sensorial** (NTE INEN ISO 8587, 2014, pp. 5)

Consistió en evaluar los atributos organolépticos presentes en las muestras mediante una ficha donde cada uno de los panelistas indicó el nivel de gusto o disgusto mediante la siguiente escala hedónica:

1= Nada agradable.

2= Poco agradable.

3= Agradable.

4= Muy agradable.

5= Extremadamente agradable.

Donde los jueces no entrenados estuvieron compuestos de 19 personas, con edades comprendidas entre 20 a 40. El modelo empleado en la ficha evaluó el color, olor, sabor y apariencia, como se detalla en el ANEXO A.

#### **Procedimiento**

- Usamos en vasos desechables, transparentes y respectivamente codificados acorde al tratamiento.

- Colocamos de 20 a 30 mL de muestra en los vasos previamente codificados, además de agua a temperatura ambiente (agente enjuaguante), servilleta y la ficha correspondiente a la prueba afectiva (escala hedónica) en el lugar asignado para el proceso de cata.
- Se dio las indicaciones necesarias a cada uno de los jueces no entrenados y posteriormente realizaron el proceso de cata.
- Se recolecto cada una de las fichas entregadas a los catadores, y se obtuvieron los resultados del análisis sensorial.

### ***2.8.13 Análisis económico***

Consistió en determinar el costo de producción e índice beneficio para precisar si el producto terminado es viable en el mercado.

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización de la materia prima

Para la elaboración del yogur de banano enriquecido con niveles de soya, se empleó materias primas comerciales como leche semidescremada, harina de soya y pulpa de banano, las cuales garantizan el cumplimiento de requerimientos necesarios para asegurar la calidad del producto terminado; dichos parámetros se detallan en la Tabla 22-3.

**Tabla 22-3:** Materia prima empleada en la elaboración de yogur de banano enriquecido con diferentes niveles de proteína de soya.

Materia prima	Parámetros físico químicos				
	Grasa, %	Proteína, %	Fibra, %	pH	Acidez, %
Leche	2	3,25	-	6,77	0,15%
Harina de soya	5	36,12	4	-	-
Pulpa de banano	0	1,5	1,5	4,24	0,47%

Realizado por: Tusa, K, 2023.

#### 3.2 Análisis fisicoquímico

Los resultados obtenidos de los análisis físico químicos del yogur de banano con distintos porcentajes de soya se observan en la tabla 23-3.

**Tabla 23-3:** Resultados fisicoquímicos del yogur de banano con diferentes niveles de soya.

Variables	Niveles de Proteína de Soya				E.E	Prob.
	0%	1%	2%	3%		
pH	4,30 b	4,31 ab	4,31 ab	4,32 a	4,90E-03	0,0467
Acidez, %	0,82 a	0,81 a	0,82 ab	0,81 a	0,01	0,9705
Grasa, %	2,16 c	2,23 b	2,28 b	2,35 a	0,02	3,00E-06
Proteína, %	3,36 d	3,44 c	3,50 b	3,59 a	0,01	1,97E-09
Fibra, %	0,46 b	0,47 b	0,48 ab	0,51 a	0,01	0,0040
Carbohidratos, %	5,16 a	5,04 a	5,08 a	5,09 a	0,03	0,0853
Sólidos Totales, %	11,89 c	11,93 c	12,07 b	12,31 a	0,02	8,82E-02
Cenizas, %	0,73 a	0,75 a	0,73 a	0,76 a	0,01	0,0882
Humedad, %	88,12 a	88,08 a	87,93 b	87,69 c	0,02	9,22E-11
Calorías kcal/240mL	128,46 c	129,47 b	131,23 a	134,20 a	0,31	3,04E-09

Realizado por: Tusa, K, 2023.

Prob. > 0,05: no existen diferencias significativas.

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas.

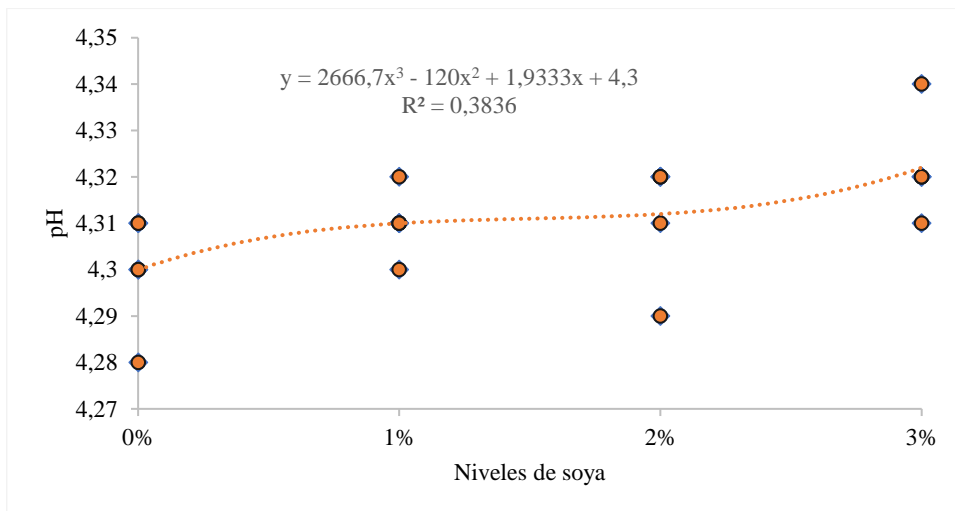
Prob. > 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con una letra común no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )



### 3.2.1 pH

Los resultados que se obtuvieron del pH de los diferentes tratamientos manifestaron que las medias presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) por ende, la proteína de soya influyó en el potencial hidrogeno del yogur; siendo el mayor valor 4,32 en el nivel 3% mientras el valor inferior lo reporto el tratamiento testigo con un valor de 4,30 por lo que con el análisis de la regresión se estableció una tendencia cubica, donde el pH del yogur se incrementó de manera no proporcional como se refleja en el grafico 1-3, sin embargo, todos los valores se encuentran dentro del rango reportado por (Vera, 2011, p. 61) en su investigación detalla que el yogur presenta un pH con un rango de 4 a 4,6 que favorece la formación de un coagulo consistente y estable; valores inferiores ocasionan reacciones de desestabilidad proteica también conocida como sinéresis, mientras que cifras superiores impiden una correcta coagulación proteica.



**Ilustración 1-3:** pH del yogur de banana con niveles de proteína de soya.

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

Los resultados de la tabla 23-3 con respecto al pH del yogur con el 20% de pulpa de banana y diferentes niveles de proteína de soya muestran resultados similares a los establecidos por (Erazo et al., 2021, p. 116) en su investigación “Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico formulado con jalea de uvilla y harina de quinua” en cuanto al mejor tratamiento que contenía 0,8% de harina de quinua y 30% de jalea de uvilla, que registro un pH de 4,63.

### 3.2.2 Acidez

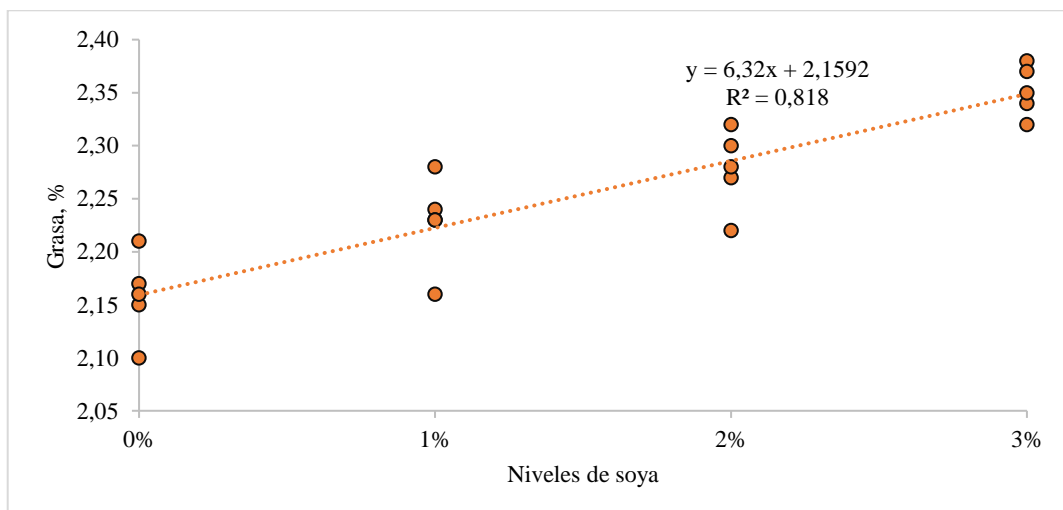
En la tabla 23-3 se puede observar los resultados obtenidos del porcentaje de ácido láctico presente en el yogur con distintos tratamientos de proteína de soya, donde las medias no presentan diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) ya que presentaron un rango entre 0,81 a 0,82% que

cumplieron con el parámetro establecido por (CODEX STAND, 2011, p. 8) que determina una concentración de ácido láctico mayor 0,6% para leches fermentadas, resultado de la fermentación de la lactosa y otros carbohidratos por acción de microorganismos. Aunque al compararlo con (Erazo et al., 2021, p. 116) manifiesta en su investigación que el contenido de ácido láctico del yogur formulado con jalea de uvilla y concentraciones de harina de quinoa obtuvo una acidez de 0,77%, este valor es inferior, sin embargo, puede ser explicado debido a los ingredientes, procesos y temperaturas empleados.

### 3.2.3 Grasa

Los resultados que se obtuvieron del contenido de grasa se revelan en la tabla 23-3, en donde se registra diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), donde el nivel con 3% de proteína de soya presento el mayor valor, con 2,35% mientras que el valor más bajo fue el tratamiento testigo con 2,16%. Debido posiblemente al aporte de acidos grasos insaturados incorporados con la soya en el yogur, en comparacion con (Solís, 2016, pp. 57-62) el valor del contenido de grasa en el yogur con 7% de proteína de soya fue de 1,39%. Dicho valor puede ser inferior debido a que se emplea leche con menor contenido de grasa para su formulacion.

A través del análisis de regresión se visualizó una tendencia lineal como consta en el grafico 2-3 que muestra un incremento proporcional del porcentaje de la grasa entre los distintos tratamientos, sin embargo, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la NTE INEN 2395 para considerarse leches fermentadas semidescremadas.

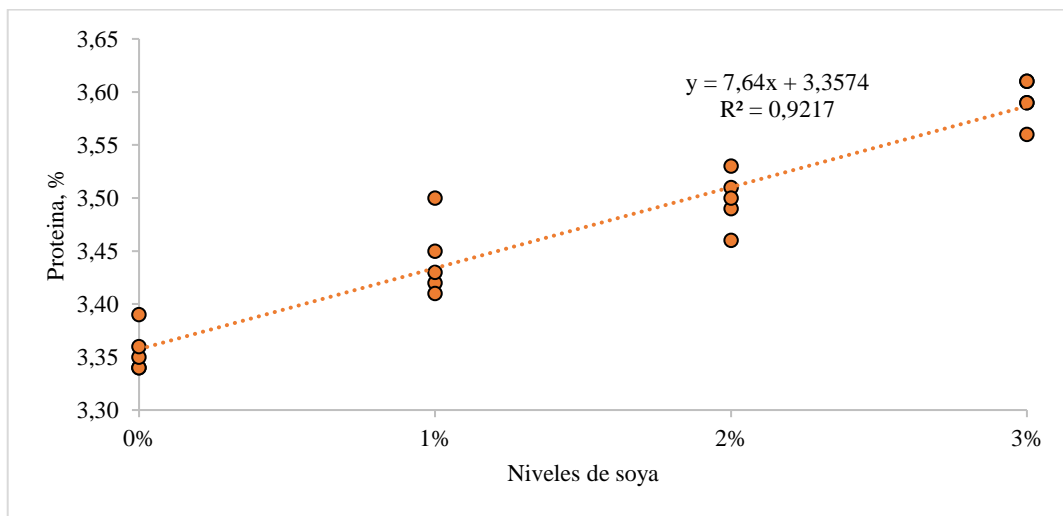


**Ilustración 2-3:** Contenido de grasa del yogur de banano con niveles de proteína de soya.

Realizado por: Tusa, K, 2023.

### 3.2.4 Proteína

La proteína del yogur en los distintos tratamientos presenta diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) es así que al añadir porcentajes de harina de soya incremento el valor proteico del producto terminado, donde el valor más alto fue de 3,59% al usar el 3% de proteína de soya en combinación con la proteína láctea, mientras que el menor fue de valor 3,36% que represento la proteína láctea en el tratamiento testigo como se detalla en el gráfico 3-3, el cual refleja que análisis de regresión expone una tendencia lineal, es decir que el incremento proteico es proporcional a la adición de soya.



**Ilustración 3-3:** Contenido de proteína del yogur de banano con niveles de proteína de soya.

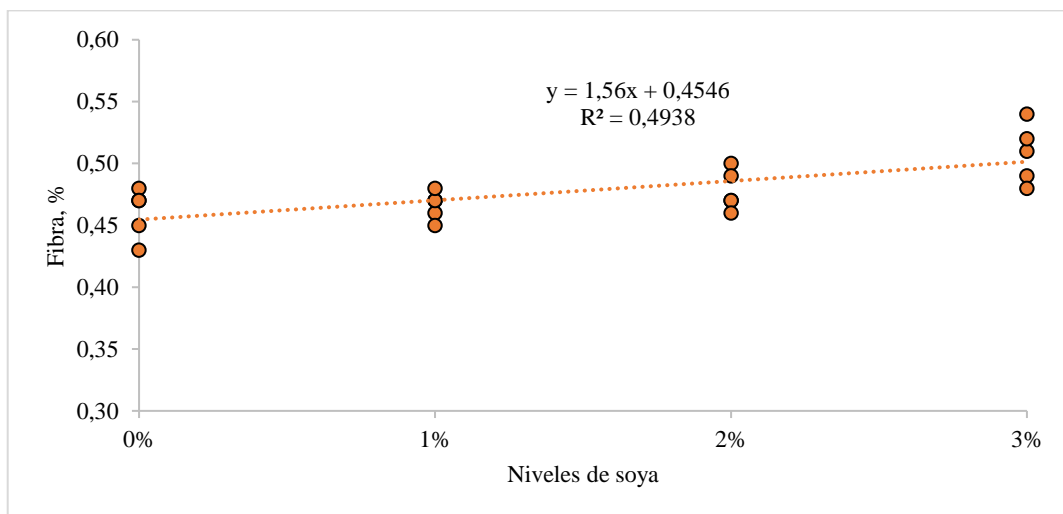
**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

Al comparar con la normativa NTE INEN 2395 se estableció que los valores obtenidos del contenido de proteína están acorde a la norma, superando su valor mínimo exigido de 2,7%; Según (Solis, 2016, pp. 57-62) en su investigación reporta una media de 3,59% en el yogur al implementar extracto de remolacha, sacarosa y soya como fuente de proteína mientras que al usar la quinoa como fuente proteica alcanzo un valor menor, de 2,45%; El alto contenido de proteína de la soya favorece a que se ligue mayor cantidad de agua a la matriz del gel y por ende sea mas consistente y firme (Soria et al., 2017, pp. 414-415).

### 3.2.5 Fibra cruda

El yogur por su naturaleza no contiene fibra, sin embargo, puede aportarlo los ingredientes que se agreguen; En cuanto a la fibra que contiene el yogur en la investigación, presenta diferencias altamente significativas entre las medias, donde el mayor porcentaje lo presentó el nivel 3% de soya con 0,51% y el contenido más bajo lo presento el tratamiento testigo con un valor de 0,46%

como se detalla en el grafico 4-3 que reflejó una tendencia lineal en el análisis de regresión, mostrando una relación proporcional en el incremento del contenido fibra al incorporar los diferentes niveles de soya; esto probablemente se debió a que al agregar harina de soya como fuente proteica en diferentes niveles se incrementó el contenido de fibra soluble, presente en la pared celular y cotiledón de los granos de soya, también pudo haber influido la presencia de la pulpa de banano que contiene pequeñas cantidades de fibra. Según (Soria et al., 2017, pp. 414-415) indica que las leguminosas, vegetales y frutas tienden a aportar fibra soluble en cantidades variadas al producto terminado; en su investigación detalla como máximo 1,03% de fibra al aplicar 1,5% la cascara de arveja como enriquecedor en un yogur simbiótico, la cual ayudó a mejorar propiedades reológicas y viabilidad de microorganismo benéficos; valor que pudo haber variado por la cantidad y cáscara de arveja utilizada.



**Ilustración 4-3:** Contenido de fibra en del yogur de banano con niveles de proteína de soya.

Realizado por: Tusa, K, 2023.

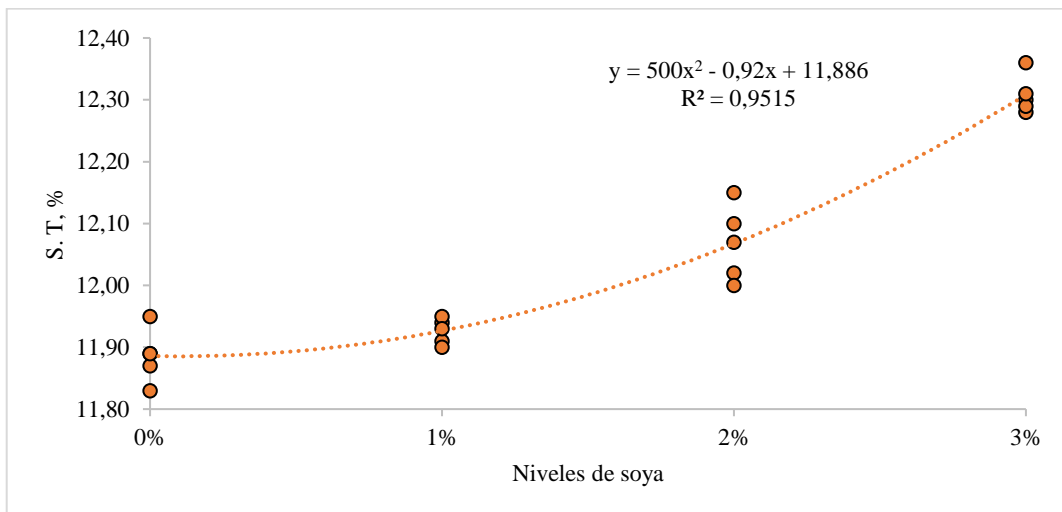
### 3.2.6 Carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos en relación con los distintos tratamientos no presento diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). El tratamiento con mayor valor correspondió al tratamiento testigo con un valor de 5,16% y el de menor valor perteneció al emplear 2% de proteína, con un valor de 5,09% de contenido de carbohidratos; La semejanza del contenido de hidratos de carbono en los diferentes tratamientos se pudo deber a la equitativa dosificación de stevia como edulcorante, la cual no propicio efectos relevantes sobre el incremento de los carbohidratos debido a su composición, así como la harina de soya empleada como fuente de proteína, compuesta por bajas cantidades de almidón que no acrecentaron el contenido de hidratos de carbono, valor similar al obtenido por (Galvis, 2009, pp. 18-22), el cual menciona que existe una disminución en el aporte de

calorías al utilizar como edulcorante la stevia ya que en su investigación obtuvo una media de 5,08%, mientras que al emplear sacarosa presento una media de 9,89%.

### 3.2.7 Sólidos Totales

En lo que se refiere a los sólidos totales tenemos diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ), es decir que la harina de soya influye en la concentración de sólidos totales del yogur, donde el tratamiento con mayor valor se obtuvo con el 3% de proteína de soya con un 12,31% y como valor mínimo tenemos el tratamiento testigo con 11,89%, esto probablemente se debió a la incorporación de soya que aporta con macronutrientes como proteína y grasa. Por medio del análisis de regresión se identificó una tendencia cuadrática debido a que los sólidos totales del yogur se incrementaron de forma no proporcional con la adición de soya como se observa en el grafico 5-3.



**Ilustración 5-3:** Sólidos totales del yogur de banana con niveles de proteína de soya.

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

Para (Walstra et al., 2001; citado en: Ibañez, 2019, pp. 39-64) el contenido de sólidos totales en leches fermentadas oscila de 12% al 13%, con la tendencia de incrementar al concentrar el contenido de proteína láctea (caseína) u añadir otros ingredientes no lácteos empleados como fuente proteica, proporcionan al producto mayor consistencia y reducción en la separación del suero, lo cual se puede verificar con los resultados obtenidos por (Ibañez, 2019, pp. 39-64) en su investigación reporta un valor promedio de 19,75% el cual es superior, esta fluctuación puede ser debido a que en dicha investigación se empleó leche de soya y 10% de harina de quinoa, según (Sánchez, 2018, pp. 41-51) en su investigación reporta valores entre 12,3% a 17,2%, valor que incrementa al agregar

diferentes niveles de harina de melloco que proporciona al coagulo o gel una textura estable y firme.

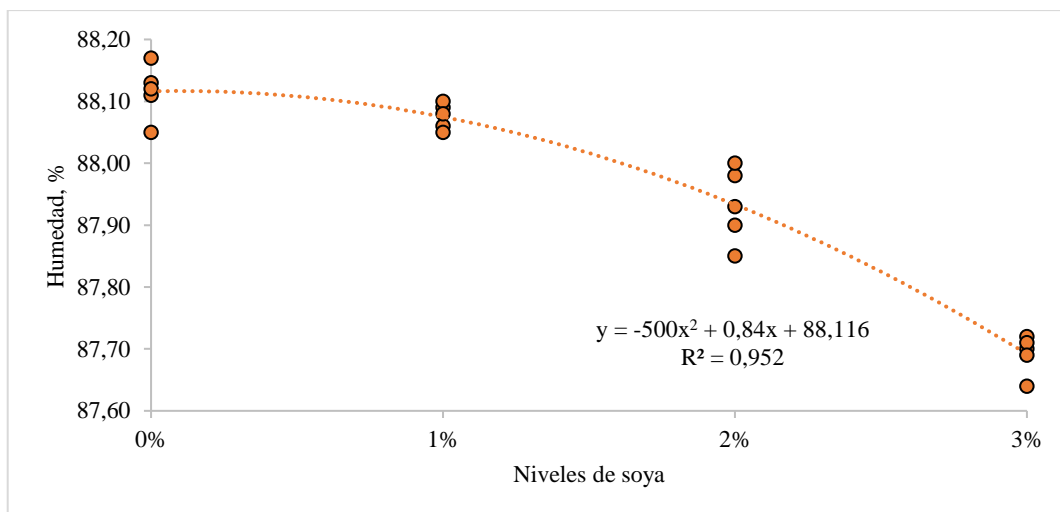
### **3.2.8 Cenizas**

Al analizar el contenido de cenizas de cada uno de los tratamientos no se reportaron diferencias significativas entre las medias ( $P>0,05$ ) eso se puede deber a que el contenido de harina de soya agregado no fue en proporciones altas; es así que en la investigación el nivel con el 3% de soya presentó el mayor valor de 0,76% mientras que el tratamiento testigo fue de 0,73%.

Al analizar el componente cenizas, se reportó un valor promedio de 0,74%, al compararlo con (Walstra et al., 2001; citado en: Ibañez, 2019, pp. 39-64) los valores obtenidos en la investigación se encuentran dentro del rango, ya que establece que el valor del contenido de residuos orgánicos en el yogur es de 0,7 % a 0,8%, valores similares a los citados por (Ibañez, 2019, pp. 39-64) de 0,69% al utilizar leche y 5% de harina de quinoa, mientras que es de 0,70% al utilizar leche y 10% de harina de quinoa para la formulación del yogur, según (García, 2008; citado en: Córdova, 2020, pp. 26-33) el contenido de cenizas depende del contenido de fibra agregada, puede ser por ello que los resultados obtenidos no presentan diferencias significativas, debido que la soya se caracteriza por ser fuente de proteína mientras que el banano reduce el contenido de fibra e incrementa el contenido de carbohidratos al alcanzar su madurez fisiológica, por ende se reduce el contenido de cenizas.

### **3.2.9 Humedad**

Los resultados obtenidos del contenido de humedad presentan diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ), ya que al incrementar el porcentaje de harina de soya disminuye el contenido de humedad, por lo cual indico que el mayor valor lo presento el tratamiento testigo sin adición de soya con 88,12%, mientras que el valor más bajo lo presenta el nivel 3% de soya con 87,69% como se observa en el gráfico 6-3, valores que siguen una tendencia cuadrática según el análisis de regresión, ya que tiende a reducirse de forma desproporcional el contenido de humedad al incrementar el contenido de materia seca. Al compararlo con (Aguirre, 2018; citado en: Córdova, 2020, pp. 26-33) indica que los valores se encuentran dentro del rango establecido para leches fermentadas de 70% - 95% al emplear el método de desecación por aire caliente.

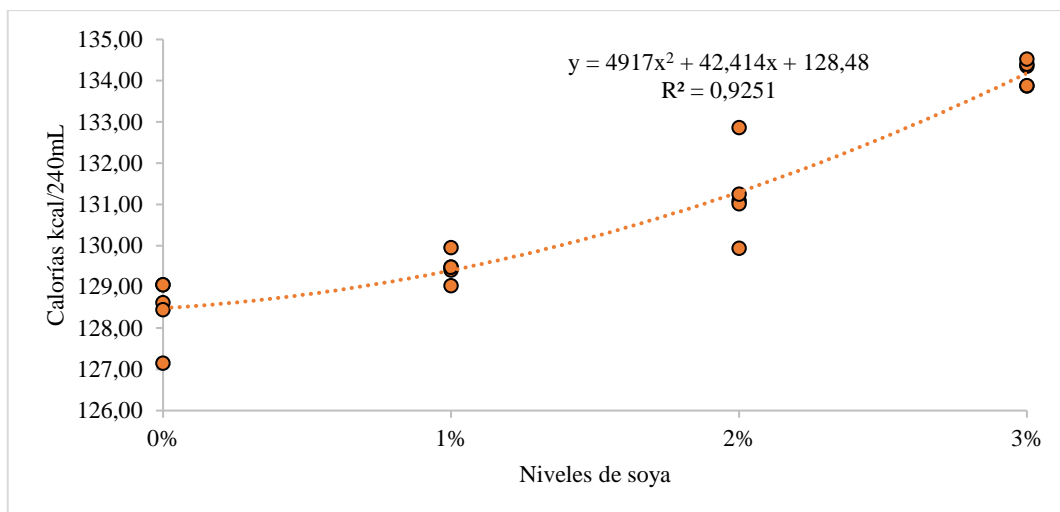


**Ilustración 6-3:** Contenido de humedad del yogur de banano con niveles de proteína de soya  
**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

(Solís, 2016, pp. 57-62) en su investigación reportó valores cercanos a los obtenidos, de 79,94% al añadir harina de quinoa mientras que al emplear harina de soya fue de 77,80%, según (Zuluaga et al., 2010; Narváez, 2015; citado en: Córdova, 2020, pp. 26-33) el porcentaje de humedad del yogur puede variar de 73% a 98%, lo cual depende del tipo de yogur e ingredientes no lácteos añadidos como frutas, extractos vegetales, etc. los cuales reducen el contenido de humedad e incrementan la estabilidad del coágulo por la mayor cantidad de sólidos totales añadidos.

### 3.2.10 Calorías

Al analizar los resultados obtenidos de cantidad de calorías o energía total del producto, se reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre las medias de cada tratamiento, reportando el tratamiento testigo un valor de 128,46 kcal que representó la menor ingesta de calorías por porción consumida, mientras que el valor más alto lo reportó el nivel con 3% de proteína de soya con 134,20 kcal como se observa en el gráfico 7-3, donde se detalla que el análisis de regresión refleja una tendencia cuadrática que evidencia el incremento calórico poco proporcional al añadir diferentes cantidades de soya. El valor de kcal/mL en el yogur probablemente estuvo influido por el uso de stevia como edulcorante, aunque su variación se puede deber a la incorporación de harina de soya en diferentes proporciones. Cabe mencionar que los factores de conversión de macronutriente a kcal se encuentran descritos en la NTE INEN 1334-2.



**Ilustración 7-3:** Contenido de calorías del yogur de banano con niveles de proteína de soya.

Realizado por: Tusa, K, 2023.

(Galvis, 2009, pp. 18-22) en su investigación reportó un valor de 157 kcal./mL al emplear leche entera y stevia; mientras que al utilizar leche entera y sacarosa su contenido incremento hasta 180.48 kcal./mL; constatando que la stevia es un edulcorante que no genera calorías, compuesta por glúcidos diterpenos, su uso disminuye el contenido del macronutriente carbohidratos, por ende el contenido de materia seca y aporte energético; sin embargo, los valores obtenidos se encuentran próximos a los determinados, la fluctuación se puede deber a que la materia prima utilizada fue leche semidescremada, harina de soya y pulpa de banano que contienen macronutrientes en diferentes proporciones.

### 3.3 Análisis microbiológico

En la tabla 24-3 se observan los resultados microbiológicos del yogur. Estos resultados fueron comparados con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2395, que se observa en la tabla 5-1.

**Tabla 24-3:** Recuento microbiológico del yogur enriquecido con diferentes niveles de proteína de soya.

Variables	Niveles de Proteína de Soya				E.E	Prob.
	0%	1%	2%	3%		
<i>L. delbruekii subs. bulgaricus</i> (B.A.L)	2,1x10 <sup>7</sup> b	2,4x10 <sup>7</sup> b	3,9x10 <sup>7</sup> a	4,56x10 <sup>7</sup> a	2095232,68	5,69x10 <sup>7</sup>
<i>Coliformes T.</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		
<i>E. Coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		
Mohos y Levaduras	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		

Realizado por: Tusa, K, 2023.

E.E: Error estándar

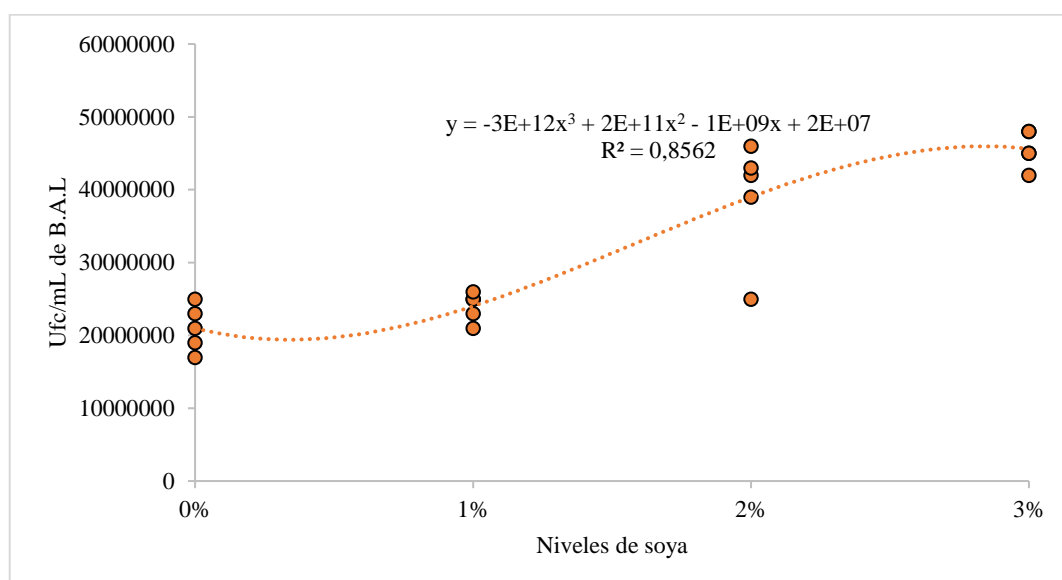
Prob. > 0,01: existen diferencias altamente significativas.



Los resultados microbiológicos que se observan indican ausencia de bacterias contaminantes en el yogur endulzado con stevia y enriquecido con proteína vegetal, cumpliendo con los parámetros establecidos de la NTE INEN 2395, esto se puede deber a que todos los materiales fueron esterilizados adecuadamente, practica correcta de BPM y el medio ácido característico de las leches fermentadas, lo que evitó la proliferación microbiana; valores similares fueron reportados por (Narváez, 2015, pp. 69-74) de  $< 10$  UFC/ml de *mohos* y *levaduras*, mientras que en lo que respecta a *escherichia coli* y *coliformes totales* reporto ausencia de dichos microorganismos durante el periodo de vida útil (30 días) del yogur enriquecido con harina de quinoa y banano, avalando al producto como apto e inocuo para el consumo humano.

### 3.3.1 *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*

Analizando las Ufc de *Lactobacillus delbrueckii* en los diferentes tratamientos se pudo identificar diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre sus medias, siendo el mayor valor al emplear 3% de proteína de soya, con  $4,56 \times 10^7$  ufc/mL y el valor más bajo fue el del tratamiento testigo con  $2,1 \times 10^7$  ufc/mL, como se observa en el grafico 8-3 que detalla el análisis de regresión con una tendencia cúbica, debido a que las bacterias probióticas incrementaron de forma no proporcional al agregar proteína de soya, cumpliendo con el valor mínimo de  $1,0 \times 10^6$  ufc/mL establecidos en la NTE INEN 2395 para ser considerado un producto probiótico.



**Ilustración 8-3:** Contenido de bacterias probióticas del yogur de banano con niveles de proteína de soya.

Realizado por: Tusa, K, 2023.

Al compararlo con (Olazabal, Rina; Olazabal, Rosa, 2019, pp. 94-98) en su investigación sobre la elaboración de yogur probiótico con beterraga edulcorado de forma parcial con stevia, reportaron un valor de  $2,0 \times 10^9$  ufc/mL, superior al mínimo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana; mientras que al agregar jalea de beterraga incrementaron hasta  $2,1 \times 10^9$  ufc/mL, debido al incremento de sólidos totales, materia seca y azúcares, medio nutritivo para las bacterias ácido lácticas que favorecen su crecimiento y desarrollo; a ello se puede deber la fluctuación de los valores obtenidos en la investigación, dando a notar que las leches fermentadas con mezclas de soya también pueden ser consideradas matrices adecuadas para la proliferación de bacterias probióticas debido a los nutrientes que aportan.

### 3.4 Análisis sensorial

Se realizó el análisis de propiedades organolépticas en el yogur probiótico enriquecido con niveles de soya, tomando como base la escala hedónica con puntuaciones de 1 a 5 y con un nivel de agrado desde “me disgusta mucho” hasta “me gusta mucho”, en cada uno de los tratamientos se evaluaron atributos como son color, olor, sabor y apariencia que se detalla en la tabla 25-3.

**Tabla 25-3:** Valoración sensorial del yogur de banano enriquecido con diferentes niveles de proteína de soya.

Variables	Niveles de Proteína de Soya				H.cal	Prob.
	0%	1%	2%	3%		
Color	4	4	4	4	2,24	0,4848
	Muy agradable	Muy agradable	Muy agradable	Muy agradable		
Olor	3	3	4	4	1,69	0,6080
	Agradable	Agradable	Muy agradable	Muy agradable		
Sabor	3	3	3	4	9,39	0,0151
	Agradable	Agradable	Agradable	Muy agradable		
Apariencia	4	4	4	4	2,80	0,3650
	Muy agradable	Muy agradable	Muy agradable	Muy agradable		

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

H. cal.: Valor calculado de la prueba de Kruskal Wallis

Prob. > 0,05: no existen diferencias significativas.

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas.

#### 3.4.1 Color

El color del yogur con adición de diferentes niveles de proteína de soya no presentaron diferencias significativas, es decir no afectó la coloración del producto ya que todas recibieron una calificación de 4 sobre 5 puntos, equivalente a agradable, debido a su color amarillo opaco, que se puede deber a la presencia de la pulpa de banano y harina de soya, lo que concuerda con lo

señalado por (Picón, 2019; citado en: Córdova, 2020, pp. 26-33) en que el color de las leches fermentadas provienen de los constituyentes de la leche como glóbulos grasos, caseína y pigmentos, también jugando un papel importante el aporte de sustancias no lácteas como pulpas, hortalizas, especias y otros ingredientes naturales o artificiales que disminuyen la luminosidad y modifican la blancura opalescente de la leche.

### **3.4.2 Olor**

Al evaluar el olor, se pudo determinar que no existen diferencias significativas por efecto de la incorporación de niveles de proteína de soya; sin embargo en la percepción de los catadores el olor obtuvo una puntuación de 3 sobre 5 puntos que correspondió a agradable al emplear el tratamiento testigo y 1% de proteína de soya, mientras que al usar 3 y 4% de proteína soya presentó una valoración de 4 puntos, donde fue muy agradable, esto probablemente se debe a la combinación de los compuestos volátiles que se desarrollaron durante la fermentación láctica con el acetato de isoamilo presente en el banano, el cual proporcionó el olor característico de dicha fruta. Al compararlo con NTE INEN 2395, 2011, pp. 2- 4 el olor del yogur debe ser característico del producto.

### **3.4.3 Sabor**

Analizando el sabor del yogur enriquecido con diferentes niveles de soya presento diferencias significativas, alcanzando la mayor calificación (4 sobre 5 puntos) fue con el empleo del nivel 3% de proteína de soya que equivale a muy agradable, en cambio al utilizarse los niveles 1% y 2% de proteína de soya, las puntuaciones alcanzadas fueron de 3 sobre 5 puntos en ambos casos y que corresponden a agradable. El yogur que recibió la calificación más alta, se debió posiblemente a que se evidenció que la mayor concentración de soya en el yogur proporcionó un sabor ligero a nuez. Tomando en consideración lo señalado por (Valdivieso, 2012; Pazmiño, 2010 & Quiñones, 2016 citado en Guamán, 2021, p. 21) en que el sabor del yogur se da primordialmente a la presencia de ácido láctico como por el desarrollan compuestos minoritarios como carbonilos, diacetilo y acetaldehído que contribuyen al sabor y aroma; lo que se ve favorecido con la adición de soya que también contribuye con compuestos orgánicos naturales característicos que proporcionan un sabor agradable en las leches fermentadas.

### **3.4.4 Apariencia**

En lo que se refiere a la apariencia no se reportaron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos ( $p > 0,05$ ), es decir, que la adición de proteína de soya no alteró la apariencia del

yogur ya que las puntuaciones asignadas a todos los grupos fue de 4 sobre 5 puntos que corresponden a una valoración de muy agradable acorde a la escala hedónica propuesta, por cuanto presentaron las características señaladas por (Máximo & Serquen, 2020, p. 30-35) quienes establecen que la apariencia del yogur debe ser homogénea, exenta de grumos, burbujas o suero; al contener materias primas no lácteas (vegetales, frutas, pastas, pulpas) deben ser distribuidas de forma adecuada con el fin de conservar la uniformidad en el producto.

### 3.5 Análisis económico

El costo de producción fue estimado para producir yogur de banano con diferentes niveles de proteína de soya (1, 2 y 3%), donde el tratamiento testigo tuvo un costo de producción de 1,13 dólares/L, que corresponde al costo más bajo, sin embargo, al incluir los niveles de proteína de soya los costos de producción se incrementan, llegando a 1,17 dólares/L cuando se utiliza el nivel 3% de proteína de soya como se puede observar en la tabla 26-3.

**Tabla 26-3:** Análisis económico (dólares) de la producción de yogur probiótico de banano enriquecido con niveles de proteína de soya.

Ingredientes	Niveles de proteína de soya			
	0%	1%	2%	3%
Leche semidescremada	1,35	1,34	1,34	1,33
Estabilizante	0,001	0,001	0,001	0,001
Inoculo	0,17	0,17	0,17	0,17
Soya	0,00	0,05	0,09	0,14
Pulpa de banano	0,8	0,8	0,8	0,80
Stevia	0,26	0,26	0,26	0,26
Envases	0,81	0,81	0,81	0,81
<b>TOTAL, EGRESOS</b>	<b>3,39</b>	<b>3,43</b>	<b>3,47</b>	<b>3,51</b>
Cantidad obtenida, L	3	3	3	3
Costo de producción, dólares/L	1,13	1,14	1,16	1,17
Precio de venta, dólares/ L (33%)	1,50	1,50	1,50	1,50
<b>TOTAL, INGRESOS</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>
Beneficio / Costo dólares	1,33	1,31	1,30	1,28

**Realizado por:** Tusa, K, 2023.

En cuanto al beneficio/costo se obtuvo valores alentadores, donde el mayor beneficio/costo presento el tratamiento testigo con B/C de 1,33, que representa que por cada dólar invertido se obtendrá una utilidad de 33 centavos, que equivale a una rentabilidad del 33%; pero cuando se utiliza el 3% de proteína de soya la rentabilidad alcanzada es del 28% (B/C 1,28); que sigue siendo una rentabilidad atractiva; pero con la conservación que cuando se utiliza este nivel de proteína de soya se favorece la calidad nutritiva debido al incremento de proteína, lo que contribuye a mejorar la nutrición, aportando propiedades benéficas a la salud de los consumidores por cuanto puede considerarse a este tipo de yogur como un alimento funcional.

## CONCLUSIONES

- El yogur de banano elaborado con 3% de proteína vegetal presenta valores más altos de proteína (3,59%), carbohidratos (5,16%), fibra (0,51%), calorías (134,20 kcal/240mL) con un pH de 4,32 y acidez titulable de 0,82%.
- En el yogur de banano enriquecido con proteína de soya presentó ausencia de *E. coli*, y mohos y levaduras; registrándose cantidades de bacterias ácido lácticas hasta de  $4,56 \times 10^7$  UFC/mL con el nivel 3% de proteína de soya, por lo que se puede considerar un alimento probiótico, nutritivo y apto para el consumo.
- Los atributos organolépticos del yogur de banano enriquecido con proteína de soya presentaron una buena aceptación (4 de 5 puntos, equivalente a agradable) por partes de los catadores al aplicar el nivel 3% de proteína de soya.
- Los costos de producción variaron entre 1,13 y 1,17 dólares/L (tratamiento control y 3% de proteína de soya, en su orden), teniéndose rentabilidades económicas que fluctuaron entre el 28 y 33%.

## **RECOMENDACIONES**

- Elaborar yogur de banano utilizando el 3% de proteína de soya, ya que permite incrementar el contenido de proteína con medianos porcentajes de grasa, teniendo una muy buena aceptación rentabilidad económica atractiva.
- Continuar con el estudio de la adición de proteína vegetal en otros productos alimenticios, como productos cárnicos curados y bebidas.
- Difundir el consumo de yogur de banano con proteína de soya, debido a que es un alimento probiótico.

## BIBLIOGRAFÍA

**3M.** Petrifilm guía de interpretación, 2003. Disponible en: [https://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat.workshopmrama/files/Petrifilm\\_guias.pdf](https://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat.workshopmrama/files/Petrifilm_guias.pdf), pp. 13-68.

**AOAC 981.12.** *Official methods of analysis*. 1990, p. 802.

**ALAIS, Charles.** *Ciencia de la leche*. 4<sup>ta</sup> ed. Barcelona - España: Reverte, 2022. pp 3-8.

**ALPINA.** Tipos de leche: identifícalos y conoce sus propiedades. 2019. Disponible en: <https://alpina.com/contenidos/post/tipos-de-leche-para-el-consumo-diario>.

**ANCIETA DEXTRE, Carlos Alejandro.** Adición de diferentes concentraciones de fresa (fragaria) al yogurt natural y su efecto en la característica fisicoquímica y sensorial. (Informe de investigación). Universidad Nacional de Callao, Facultad de Ingeniería Química, Unidad de Investigación de Ingeniera Química. Callao – Perú. 2020. pp. 23-25.

**ARANEDA, Mabel.** *Leche y derivados: Composición y Propiedades – Eidualimentaria*. 2022. Disponible en: <https://www.edualimentaria.com/leche-y-derivados-composicion-y-propiedades>.

**BABIO, Nancy; MENA SÁNCHEZ, Guillermo & SALAS SALVADÓ, Jordi.** "Más allá del valor nutricional del yogurt: ¿un indicador de la calidad de la dieta?". *Nutrición Hospitalaria*, vol. 34, n° 4 (2017), (Madrid) pp. 26-30.

**BAVERA, Guillermo.** Composición de la leche y su valor nutritivo. 2018. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/leche\\_subproductos/63-composicion\\_leche.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/63-composicion_leche.pdf)

**CASTAÑEDA GUILLOT, Carlos.** "Probióticos, puesta al día". *Revista Cubana de Pediatría*, vol. 90, n° 2 (2018), (Cuba) p. 290.

**CASTRO GUTIERRES, Danny Deluis; & MONTALVO MORALES, Edwar Marcos.** Efecto de la fibra de bagazo de naranja (*Citrus aurantium*) en el perfil reológico, características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Centro

de Perú, Facultad de Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Tarma – Perú. 2019. p. 45.

**CHEVEZ VÉLIZ, Hernán Humberto.** Caracterización físico-química del banano maqueño red dacca (*Mussa acuminata*). (Trabajo de titulación). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Alimentos. Los Ríos – Ecuador. 2020. p. 9.

**CHORIEGO, Rolando.** *El Yogur: Alimento Saludable de Primer Nivel*. 2019. Disponible en: <https://www.zamorano.edu/2019/06/01/el-yogur-alimento-saludable-de-primer-nivel/>.

**CODEX STAND.** *Leche y Productos Lácteos*. Roma. 2011. P. 8.

**CÓRDOVA CULQUI, Mercedes Elizabeth.** Determinación del perfil lipídico en yogurt de consumo masivo mediante el desarrollo e implementación de un método analítico, como aporte a la información nutricional en la provincia de Tungurahua. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Ambato - Ecuador. 2020. pp. 26-33.

**EL PRODUCTOR.** Ciencia y tecnología de la leche: Composición y características. 2019. Disponible en: <https://elproductor.com/2019/11/ciencia-y-tecnologia-de-la-leche-composicion-y-caracteristicas-2/>.

**FERNÁNDEZ ESCOBEDO, Aida.** “Características de la soja como alimento”. *Revista Española de nutrición comunitaria*, vol. 18, n° 2 (2012), (España) pp. 6-8.

**GALVIS LÓPEZ, Elizabeth.** Evaluación de la utilización de stevia en yogurt. [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Colombia, Programa Interfacultades de Especialización en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Bogotá - Colombia. 2009. pp. 18-22.

**GUAMÁN GUAMÁN, Myriam Estefanía.** Yogur tipo I con una sustitución parcial utilizando leche de coco (*Cocus nucifera L.*) [en línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba – Ecuador. 2021. pp. 3-5.

**GUAMÁN JIMÉNEZ, Ricardo.** Manual del cultivo de soya (*Glycine Max (L) Merrill*) INIAP. 1996. Ecuador. pp. 8-33.



**GUERRERO ORTIZ, Jeanny. & RODRÍGUEZ CASTILLO, Paula Areli.** Características físico – química de la leche y sus variaciones. Estudio de caso, empresa de lácteos El Colonial, León, Nicaragua. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Managua- Nicaragua. 2010. p. 11.

**IBAÑEZ VILLARREAL, Chris Julissa.** Elaboración de yogures a base de leche de vaca y bebida de soya; enriquecidos con harina de quinua; saborizados con mango y determinación de sus características físico químicas y sensoriales. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Piura, Facultad de Zootecnia, Carrera de Ingeniería Zootecnia. (Piura- Perú). 2019. pp. 39-64.

**JARA CASTREJÓN, Laura.** Elaboración de galletas con un edulcorante natural Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) enriquecida con harina de cascara deshidratada de piña (*Anana comosus*) [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Industrias Alimentarias. Cajamarca – Perú. 2019. pp. 19-20.

**MARTÍN SALINAS, Carmen & LÓPEZ SOBALER, Ana.** Beneficios de la soya en la salud femenina. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 34, nº 4 (2017), (Madrid) pp. 38-39.

**MAXIMO ROMAN, Koraima Mayumi & SERQUEN TRAVERSSO, Katherine Del Socorro.** Elaboración y evaluación de yogur de tuna (*Opuntia ficus indica*) con sustitución parcial de leche de cabra (*capra hircus*). (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Lambayeque – Perú. 2020. pp. 30-35.

**MIRANDA RAMOS, Cynthia Elizabeth.** Análisis de las características fitoquímicas, propiedades farmacológicas, usos y aplicaciones más comunes de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*) en Ecuador. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera de Bioquímica. Ambato – Ecuador. 2020. pp. 3-4.

**MOLINA JIMÉNEZ, Ana.** “El plátano: propiedades, beneficios y mitos”. 2022. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/tungurahua/platano-propiedades-beneficios-mitos/>.

**MORENO AZNAD, Luis.** Evidencia científica sobre el papel de yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 28, nº 6 (2013), (España) pp. 2054-2074.

**NARVÁEZ RUEDA, Angel Emilio.** Caracterización bromatológica y microbiológica de yogurt con diferentes dosificaciones de edulcorante natural estevia (*stevia rebaudiana bertonii*). (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Loja – Ecuador. 2015. pp. 69-74.

**NTE INEN 9.** *Leche cruda. Requisitos (2012).* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>, p.1.

**NTE INEN 12.** *Leche. Determinación del contenido de grasa (1973-06).* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/12.pdf>, pp.1-6.

**NTE INEN 13.** *Leche. Determinación de acidez titulable (1983).* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/13.pdf>, pp.1-3.

**NTE INEN 14.** *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas (1984).* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/14.pdf>, pp.1-3.

**NTE INEN 16.** *Leche y productos lácteos. Determinación de contenido de nitrógeno (2015). Método Kjeldahl.* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/16.pdf>, p.7.

**NTE INEN 522.** *Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda (1980-12).* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/522.pdf>, pp.2-4.

**NTE NEN 1334-2.** *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte2. Rotulado nutricional. Requisitos. (2016).* Disponible en: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>, p.4.

**NTE INEN 2395.** *Leches fermentadas. Requisitos (2011).* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>, pp.2-4

**NTE NEN ISO 8587.** *Análisis sensorial. Metodología. Ordenación (2014).* Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_8587.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_8587.pdf), p.5.

**OLAZABAL TICONA, Rina Sofia, et al.** Elaboración de yogurt probiótico con beterraga (*Beta Vulgaris*) variedad conditiva edulcorado parcialmente con stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*).

(Trabajo de titulación). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería en Procesos, Carrera Ingeniería en Industrias Alimentarias. Arequipa – Perú. 2019. pp. 94-98.

**OLIVERA, Jorge.** Caracterización tecnológica de cepas de bacterias ácido lácticas aisladas de la leche. (Trabajo de titulación). Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Carrera de Bioquímica. Montevideo – Uruguay. 2011. pp. 10-11.

**POZOS PINEDA, Liria.** Caracterización parcial de la actividad probiótica de las diferentes bacterias ácido lácticas. (Maestría en Biotecnología). Universidad de Papaloapan, Campus Tuxtepec. Oaxaca – México. 2018. pp. 22-26.

**QUICENO, María Cristina, et al.** Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCCiencia* 2014. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268087837.pdf>, p.49.

**RAZO CAJAS, Edgar Fernando.** Industrialización de la stevia en la comunidad Cueva de los Monos, Cantón Sacha, Provincia de Orellana. (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de la Ingeniería Química y Agroindustria, Carrera Agroindustrial. Quito - Ecuador. 2011. pp. 27-83.

**REYES DE LA CRUZ, Juan Sebastián.** Influencia del contenido de sólidos totales en la aceptabilidad sensorial del yogur natural batido. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Carrera de Alimentos. Quito - Ecuador. 2016. pp. 10-17.

**REYES PADILLA, Jéssica Estefanía,** Composición nutricional y compuestos con actividad biológica de la soya. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Bioquímica, Carrera Ingeniería en Alimentos. Ambato - Ecuador. 2020. p. 3.

**RIVERA QUIXCHAN, Jennni, et al.** “Componentes prebióticos del plátano fibra dietética”. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, vol. 5, n° 3 (2018), (México) pp. 41-43.

**SALAZAR, Blanca & MONTOYA, Olga.** “Importancia de los probióticos y prebióticos en la salud humana”. *Vitae, Revista de la Facultad de Química y Farmacéutica*, vol. 10, n° 2 (2003), (Colombia) pp. 21-22.

**SALVADOR REYES, Rebeca, et al.** “Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud”. *Sciencia Agropecuaria*, vol. 5, n° 1 (2014), (Perú) pp. 158-160.

**SOLIS GUERRA, Evelyn Abigail.** Evaluación del contenido proteico de un yogurt en combinación con extractos vegetales, proteína de soya y quinua, con la aplicación de edulcorantes que reúna características físicas, químicas y microbiológicas aceptables. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera Ingeniería Agroindustrial. Quevedo - Ecuador. 2016. pp. 57-63.

**SORIA CHICO, M, et al.** Elaboración de yogurt a base de soya enriquecido con quinoa y camote. *Revista de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 2, n° 1 (2017), (México) pp. 414-415.

**VÁZQUEZ CASTILLO, Katty Karolina.** Caracterización Fisicoquímica y Organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua. Laboratorio de Fisicoquímica de Lácteos Centroamericanos, Enero - Mayo 2017 [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Carrera de Química Industrial. Managua- Nicaragua. 2018. pp. 4-6.

**VERA, Gloria.** *Determinación de azúcares totales, hidratos de carbono disponibles y factores de cálculo de energía en alimentos*, 2006. Disponible en: <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2016/06/8-M--todos-Az--cares-Totales-H.-de-Carbono-F--ctores-c--lculo-energ--a-Dra.-Gloria-Vera.pdf>, p.23.

**VERA BALCÁZAR, María Elizabeth.** Elaboración y aplicación gastronómica del yogur. (Trabajo de titulación). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, Carrera de Gastronomía. Cuenca - Ecuador. 2011. p. 61.

**VILLAMARÍN GALLEGOS, Daniela Judith.** Desarrollo de la composición química de plantas de *Stevia rebaudiana* Bertoni inoculadas con *Trichoderma asperellum*. (Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos). Instituto Politécnico Nacional, Centro de desarrollo de productos bióticos. Yautepec de Zaragoza - México. 2016. pp. 5-6.



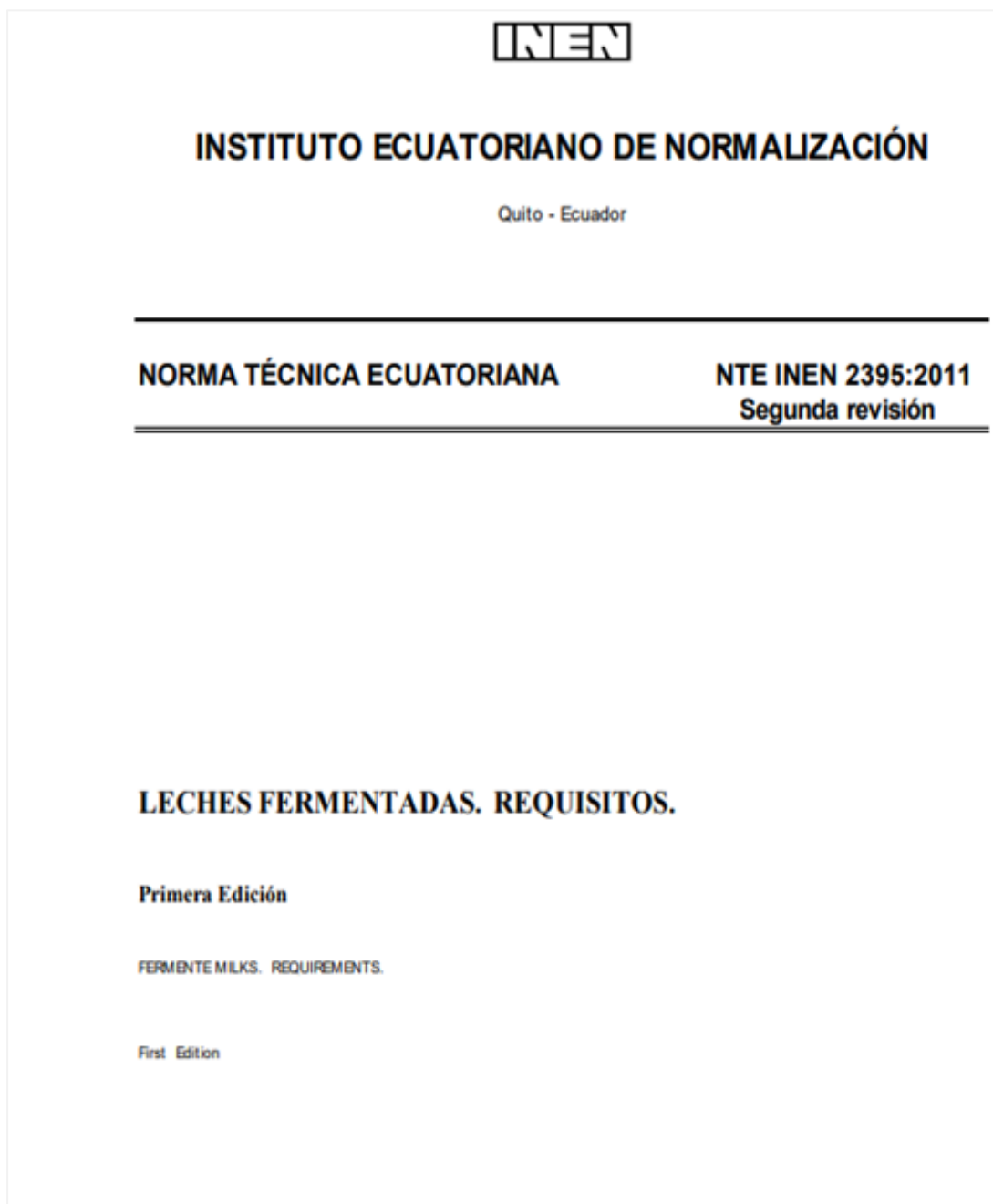
## ANEXOS

### ANEXO A: FICHA DE EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD.

<b>Producto:</b> Yogur probiótico bajo en calorías con proteína vegetal						
<b>Nombre:</b> _____			<b>Fecha:</b> _____			
<b>Muestra</b>	<b>Atributos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
T1-Y-SP	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Apariencia					
T2-Y-PS1%	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Apariencia					
T3-Y-PS2%	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Apariencia					
T4-Y-PS3%	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Apariencia					

**¡MUCHAS GRACIAS!**

**ANEXO B:** NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PARA LECHE FERMENTADAS  
2395:2011.



**ANEXO C:** ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Grados de Libertad</b>
<b>Total</b>	(n-1)	14
<b>Tratamiento</b>	(t-1)	2
<b>Error</b>	(n-1) - (t-1)	12

**ANEXO D: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (PH).**

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media	
	I	II	III	IV	V			
0	4,30	4,28	4,31	4,31	4,30	21,50	4,30	
1	4,31	4,30	4,32	4,31	4,31	21,55	4,31	
2	4,29	4,32	4,32	4,32	4,31	21,56	4,31	
3	4,34	4,32	4,32	4,31	4,32	21,61	4,32	
Promedio								4,31
Coefficiente de variación (CV)								0,25

**B. ANALISIS DE VARIANZA**

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	0,00122	3	4,1E-04	3,32	0,0467
Error	0,00196	16	1,2E-04		
Total	0,00318	19			

P≤0,05: presenta diferencias significativas

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.**

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
0%	4,30	5	4,90E-03	B
1%	4,31	5	4,90E-03	B A
2%	4,31	5	4,90E-03	B A
3%	4,32	5	4,90E-03	A

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

**ANEXO E: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (ACIDEZ).**

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media	
	I	II	III	IV	V			
0	0,83	0,82	0,79	0,79	0,85	4,08	0,82	
1	0,80	0,79	0,82	0,82	0,83	4,06	0,81	
2	0,80	0,82	0,83	0,81	0,82	4,08	0,82	
3	0,84	0,81	0,81	0,80	0,80	4,06	0,81	
Promedio								0,81
Coefficiente de variación (CV)								2,26

### B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	8E-05	3	2,7E-05	7,9E-02	0,9705
Error	0,01	16	3,4E-04		
Total	0,01	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

### C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
1%	0,81	5	0,01	A
3%	0,81	5	0,01	A
2%	0,82	5	0,01	A
0%	0,82	5	0,01	A

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

## ANEXO F: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (GRASA).

### A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
0	2,17	2,10	2,15	2,21	2,16	10,79	2,16
1	2,24	2,23	2,16	2,23	2,28	11,14	2,23
2	2,30	2,32	2,27	2,22	2,28	11,39	2,28
3	2,38	2,34	2,32	2,37	2,35	11,76	2,35
Promedio							2,25
Coefficiente de variación (CV)							1,63

### B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	0,10	3	0,03	24,64	3,00E-06
Error	0,02	16	1,36E-03		
Total	0,12	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas



C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
0%	2,16	5	0,02	C
2%	2,23	5	0,02	B
3%	2,28	5	0,02	B
1%	2,35	5	0,02	A

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

**ANEXO G: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (PROTEÍNA).**

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
0	3,34	3,34	3,35	3,39	3,36	16,78	3,36
1	3,42	3,41	3,45	3,43	3,50	17,21	3,44
2	3,46	3,53	3,51	3,49	3,50	17,49	3,50
3	3,61	3,56	3,61	3,59	3,59	17,96	3,59
Promedio							3,47
Coefficiente de variación (CV)							0,76

B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	0,15	3	0,05	70,33	1,97E-09
Error	0,01	16	6,97E04		
Total	0,16	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
0%	3,36	5	0,01	D
1%	3,44	5	0,01	C
2%	3,50	5	0,01	B
3%	3,59	5	0,01	A

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

**ANEXO H: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (FIBRA).**

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media	
	I	II	III	IV	V			
0	0,43	0,48	0,45	0,47	0,47	2,30	0,46	
1	0,47	0,46	0,45	0,47	0,48	2,33	0,47	
2	0,47	0,47	0,46	0,50	0,49	2,39	0,48	
3	0,51	0,52	0,49	0,48	0,54	2,54	0,51	
Promedio								0,48
Coefficiente de variación (CV)								3,87

**B. ANALISIS DE VARIANZA**

F. V	SC	gl	CM	F
Niveles de Proteína	0,01	3	0,0023	6,66
Error	0,01	16	0,0003	
Total	0,01	19		

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.**

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E.E	Rango
0%	0,46	5	0,01	B
1%	0,47	5	0,01	B
2%	0,48	5	0,01	B A
3%	0,51	5	0,01	A

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

**ANEXO I: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (CARBOHIDRATOS).**

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
0	5,22	5,18	5,21	5,02	5,17	25,80	5,16
1	5,04	5,06	5,13	5,04	4,92	25,19	5,04
2	5,19	5,09	5,03	5,05	5,05	25,41	5,08
3	5,03	5,12	5,17	5,09	5,06	25,47	5,09

Promedio	5,09
Coefficiente de variación (CV)	1,36

## B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	0,04	3	0,01	2,63	0,0853
Error	0,08	16	4,8E-03		
Total	0,12	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.

Niveles de Proteína de Soya	Media	N	E. E	Rango
1%	5,04	5	0,03	A
2%	5,08	5	0,03	A
3%	5,09	5	0,03	A
0%	5,16	5	0,03	A

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

## ANEXO J: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (SOLIDOS TOTALES)

### A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
0	11,89	11,83	11,87	11,95	11,89	59,43	11,89
1	11,94	11,91	11,95	11,90	11,93	59,63	11,93
2	12,10	12,15	12,02	12,00	12,07	60,34	12,07
3	12,30	12,28	12,36	12,29	12,31	61,54	12,31
Promedio							12,05
Coefficiente de variación (CV)							0,35

### B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	0,55	3	0,18	104,68	9,97E-11
Error	0,03	16	1,7E-03		
Total	0,57	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
0%	11,89	5	0,02	C
1%	11,93	5	0,02	C
2%	12,07	5	0,02	B
3%	12,31	5	0,02	A

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

**ANEXO K: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (CENIZAS).**

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
0	0,73	0,73	0,71	0,76	0,73	3,66	0,73
1	0,77	0,75	0,76	0,73	0,75	3,76	0,75
2	0,68	0,74	0,75	0,74	0,75	3,66	0,73
3	0,77	0,74	0,77	0,76	0,76	3,80	0,76
Promedio							0,74
Coeficiente de variación (CV)							2,65

B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	3,04E-03	3	1,01E-03	2,60	0,0882
Error	0,01	16	3,90E-04		
Total	0,01	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.

Niveles de Proteína de Soya	Media	N	E. E	Rango
0%	0,73	5	0,01	A
1%	0,75	5	0,01	A
2%	0,73	5	0,01	A
3%	0,76	5	0,01	A

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

**ANEXO L: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (HUMEDAD).**

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media	
	I	II	III	IV	V			
0	88,11	88,17	88,13	88,05	88,12	440,58	88,12	
1	88,06	88,09	88,05	88,10	88,08	440,38	88,08	
2	87,90	87,85	87,98	88,00	87,93	439,66	87,93	
3	87,70	87,72	87,64	87,71	87,69	438,46	87,69	
Promedio								87,95
Coeficiente de variación (CV)								0,05

**B. ANALISIS DE VARIANZA**

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	0,55	3	0,1838	105,76	9,22E-11
Error	0,03	16	0,0017		
Total	0,58	19			

P≤0,05: presenta diferencias significativas

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.**

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
3%	87,69	5	0,02	C
2%	87,93	5	0,02	B
1%	88,08	5	0,02	A
0%	88,12	5	0,02	A

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

**ANEXO M: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (CALORÍAS).**

**A. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
0	129,05	127,15	128,62	129,05	128,44	642,31	128,46
1	129,41	129,48	129,02	129,48	129,95	647,34	129,47
2	131,09	132,86	131,02	129,94	131,25	656,16	131,23
3	134,35	133,87	134,40	134,52	133,88	671,02	134,20

Promedio	130,84
Coefficiente de variación (CV)	0,53

#### B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	95,06	3	31,69	66,31	3,04E-09
Error	7,65	16	0,48		
Total	102,71	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

#### C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
0%	128,46	5	0,31	C
1%	129,47	5	0,31	C
2%	131,23	5	0,31	B
3%	134,20	5	0,31	A

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

### ANEXO N: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (B.A.L).

#### A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Proteína de Soya (%)	Repeticiones					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
0	19000000	23000000	21000000	25000000	17000000	105000000	21000000,00
1	25000000	21000000	23000000	25000000	26000000	120000000	24000000,00
2	42000000	43000000	46000000	25000000	39000000	195000000	39000000,00
3	45000000	48000000	42000000	48000000	45000000	228000000	45600000,00
Promedio							32400000,00
Coefficiente de variación (CV)							14,46

#### B. ANALISIS DE VARIANZA

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de Proteína	2,09E+15	3	7,0E+14	31,76	5,69E-07
Error	3,51E+14	16	2,2E+13		
Total	2,44E+15	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

**C. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY.**

Niveles de Proteína de Soya	Media	n	E. E	Rango
0%	21000000,00	5	2095232,68	B
1%	24000000,00	5	2095232,68	B
2%	39000000,00	5	2095232,68	A
3%	45600000,00	5	2095232,68	A

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

**ANEXO O: PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (COLOR).**

Niveles de Proteína de Soya	Media	D.E	Medianas	H	p
0%	3,79	0,98	4,00	2,24	0,4848
1%	3,84	1,01	4,00		
2%	4,16	0,83	4,00		
3%	3,63	1,12	4,00		

**ANEXO P: PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (OLOR).**

Niveles de Proteína de Soya	Media	D.E	Medianas	H	p
0%	3,58	1,07	3,00	1,69	0,6080
1%	3,58	1,07	3,00		
2%	3,89	0,99	4,00		
3%	4,89	0,94	4,00		

**ANEXO Q: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (SABOR).**

Niveles de Proteína de Soya	Media	D.E	Medianas	H	p
0%	3,16	0,96	3,00	9,39	0,0151
1%	3,53	0,90	3,00		
2%	3,63	1,01	3,00		
3%	4,05	0,91	4,00		

**ANEXO R: ESTADÍSTICO. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGUR CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA DE SOYA (APARIENCIA).**

---

Niveles de Proteína de Soya	Media	D.E	Medianas	H	p
0%	3,68	0,95	4,00	2,80	0,3650
1%	3,84	0,96	4,00		
2%	4,00	1,05	4,00		
3%	4,21	0,71	4,00		

---





epoch

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: 13 / 03 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Kuri Sisa Tusa Guzmán
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Ingeniería en Industrias Pecuarias
<b>Título a optar:</b> Ingeniera en Industrias Pecuarias
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
Ing. Cristhian Fernando Castillo



0463-DBRA-UTP-2023